

**Propuesta para el mejoramiento de la disposición y aprovechamiento de los residuos  
fisiológicos de perros**

Laura Valentina Estrada Aguirre  
María Paula Ortiz Peña

Universitaria Agustiniana  
Facultad de Ingenierías  
Programa de Ingeniería Industrial  
Bogotá, D.C.  
2021

**Propuesta para el mejoramiento de la disposición y aprovechamiento de los residuos  
fisiológicos de perros**

Laura Valentina Estrada Aguirre  
María Paula Ortiz Peña

Director  
Ricardo Efrén Meza Torres

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Industrial

Universitaria Agustiniana  
Facultad de Ingenierías  
Programa de Ingeniería Industrial  
Bogotá, D.C.  
2021

## **Agradecimientos**

En primer lugar, agradecemos a Dios por darnos la oportunidad de cumplir con el propósito de formarnos como profesionales y llenarnos de salud, bendiciones y sabiduría a lo largo de estos años. De igual forma queremos agradecer a nuestras familias por la paciencia y el apoyo de manera incondicional a lo largo de nuestras vidas, puesto que ellos son parte fundamental de nuestra vida.

En segunda instancia agradecemos a nuestros docentes de carrera que año tras años dedicaron su tiempo y conocimiento por educarnos convirtiéndonos en ingenieras industriales, docentes con los que construimos una amistad y durante el camino formaron parte de esta bella etapa.

Agradecemos a la Universitaria Agustiniiana por formarnos como ingenieras integrales y por permitirnos conocer cada una de las áreas de la ingeniería industrial y a este punto de nuestras vidas nos reafirmó que tomamos la mejor decisión al estudiar en esta institución y en la elección de la carrera.

Deseamos dar las gracias al ingeniero Ricardo Efren Meza Torres y al ingeniero Manuel Guillermo Hoyos Trujillo quienes a partir de sus conocimientos contribuyeron a la realización del presente proyecto de grado. Muchas gracias a todos.

## **Resumen**

El presente proyecto de grado se realizó con el fin brindar una propuesta para el mejoramiento de la disposición y aprovechamiento de los residuos fisiológicos de perros, investigando los diferentes procesos de compostaje, fundamentado en recursos electrónicos y bibliográficos. Identificando las percepciones y opiniones de los amos de perros relacionado con temas de número de perros en el hogar, recolección de material fecal entre otros. Asimismo, visualizar las alternativas de manejo de residuos de perros, para el desarrollo de la propuesta se establecieron unos objetivos unos objetivos específicos los cuales son: análisis comparativo, determinación de requerimientos, diagnóstico del proceso de compostaje, establecimiento de un proceso de compostaje optimizado acompañado del diseño de un sistema relacionado con la tecnología implementada para la elaboración de compostaje, aplicación de un estudio de vigilancia tecnológica, prospectiva estratégica y posteriormente la evaluación de algunos aspectos financieros. Al actual proyecto se le incorporó conocimiento relacionado con la ingeniería industrial mediante la elaboración de diagramas de proceso, diagramas de flujo, optimización de procesos, diseño de maquinaria además de evaluar algunos temas financieros, entre otros.

*Palabras clave:* compostaje, optimización, proceso, diseño, alternativas.

## **Abstract**

The present degree project was carried out in order to provide a proposal for the improvement of the disposal and use of the physiological residues of dogs, investigating the different composting processes, based on electronic and bibliographic resources. Identifying the perceptions and opinions of the owners of dogs related to issues of number of dogs in the home, collection of fecal material among others. Likewise, to visualize the alternative management of dog waste, for the development of the proposal, specific objectives were established, which are: comparative analysis, determination of requirements, diagnosis of the composting process, establishment of an optimised composting process accompanied by the design of a technology-related system implemented for composting, implementation of a technology monitoring study, strategic foresight and then evaluation of some financial aspects. The current project will incorporate knowledge related to industrial engineering through the elaboration of process diagrams, flow diagrams, process optimization, machinery design as well as evaluating some financial topics, among others.

*Keyword:* composting, optimization, process, design, alternatives.

## Tabla de contenidos

Introducción.....	14
1. Problema de investigación.....	15
1.1 Antecedentes del problema .....	15
1.2 Descripción del problema.....	17
1.2.1 Árbol del problema .....	19
1.2.2 Proceso tradicional de recolección.....	20
1.3 Pregunta de investigación .....	21
2. Justificación.....	22
3. Objetivos.....	24
3.1 Objetivo general .....	24
3.2 Objetivos específicos.....	24
4. Marco de referencia.....	25
4.1 Antecedentes de la investigación .....	25
4.2 Marco teórico .....	27
4.2.1 Desarrollo sostenible.....	27
4.2.2 Compostaje .....	28
4.2.2.1 Beneficios del compost.....	28
4.2.2.2 Características del compost.....	29
4.2.2.2.1 Olor. ....	29
4.2.2.2.2 Aspectos del composts.....	29
4.2.3 Ciclo del Nitrógeno (N).....	29
4.2.3.1 Fases del ciclo de Nitrógeno.....	30
4.2.3.1.1 Fijación del nitrógeno .....	30
4.2.3.1.2 Trasmisión a los animales.....	30
4.2.3.1.3 Nitrificación.....	31
4.2.3.1.4 Descomposición desnitrificante.....	31
4.2.4 Ciclo del carbono .....	31
4.2.4.1 Fases del ciclo de carbono .....	32
4.2.4.1.1 Los procesos de fermentación y descomposición.....	32
4.2.4.1.2 La respiración y la fotosíntesis .....	32
4.2.4.1.3 El intercambio gaseoso oceánico.....	32
4.2.4.1.4 Los procesos de sedimentación .....	32
4.2.4.1.5 La combustión natural o por mano de la humanidad.....	33

4.3	Marco Conceptual .....	33
4.4	Marco Legal .....	34
5	Marco metodológico .....	36
5.1	Tipo de investigación .....	36
5.2	Variables del problema .....	36
5.3	Fuentes de información .....	37
5.4	Instrumentos de recolección de la información .....	37
5.5	Tamaño poblacional y muestra .....	37
5.6	Proceso metodológico .....	40
5.7	Tratamiento de la información .....	41
5.8	Cronograma .....	42
5.9	Presupuesto .....	42
5.9.1	Presupuesto de personal. ....	42
5.9.2	Presupuesto de equipos. ....	43
5.9.3	Presupuesto de materiales y suministros. ....	43
5.9.4	Presupuesto de salidas de campo. ....	44
5.9.5	Presupuesto de material bibliográfico. ....	45
5.9.6	Presupuesto de publicaciones. ....	45
5.9.7	Presupuesto de servicio técnico. ....	45
5.9.8	Presupuesto general. ....	46
6.	Desarrollo de la investigación .....	47
6.1	Estudio comparativo por medio de un análisis benchmarking .....	47
6.1.1	Matriz DOFA .....	49
6.1.2	Análisis DOFA .....	50
6.2	Resultado de las encuestas .....	51
6.2.1	Análisis de Cronbach .....	51
6.2.1	Análisis de los resultados de las encuestas .....	51
6.2.1.1	¿Cuántos canes viven en su hogar? .....	51
6.2.1.2	¿Ha realizado productos especializados para sus mascotas? .....	52
6.2.1.3	Aproximadamente ¿Cada cuanto realiza la compra de productos especializados para la limpieza de su mascota? .....	53
6.2.1.4	Mensualmente ¿Cuánto dinero gastas en los productos o herramientas para recolectar las heces de tus mascotas? (valor máximo) .....	53
6.2.1.5	En tu experiencia usando productos o herramientas para la recolección de las heces de tu mascota. ¿Cuáles han sido los principales inconvenientes que se le han	

presentado? .....	54
6.2.1.6 De 1 a 5 ¿Qué tan atractiva es la idea? .....	56
6.2.1.6 De 1 a 5 ¿Qué tan diferenciadora es la idea? .....	56
6.2.1.7 ¿Considera que la idea es viable? .....	57
6.2.1.7 De 1 a 5 ¿Qué tan probable es que compre este producto en un futuro? .....	57
6.2.1.8 De 1 a 5 ¿Qué tan importante es para usted la ergonomía de la herramienta? .....	58
6.2.1.9 De 1 a 5 ¿Qué tan importante es para usted la calidad / precio del producto? .....	59
6.2.1.10 De 1 a 5 ¿Qué tan importante es para usted tener un producto que le facilite la recolección de las heces? .....	59
6.2.1.11 De 1 a 5 ¿Qué tan incómodo es para usted encontrar material fecal de canes en espacios públicos? .....	60
6.3 Vigilancia tecnológica .....	61
6.3.1 Bibliometría .....	61
6.3.2 Patentes .....	63
6.4 Diagnóstico del proceso de compostaje .....	65
6.4.1 Variables relevantes para la elaboración del compostaje .....	65
6.4.1.1 Oxígeno .....	65
6.4.1.2 Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ) .....	66
6.4.1.3 Humedad .....	66
6.4.1.4 Temperatura .....	67
6.4.1.5 PH .....	68
6.4.1.6 Relación Carbono -Nitrógeno (C: N) .....	68
6.4.1.7 Tamaño de partículas .....	69
6.4.2 Proceso tradicional de compostaje .....	69
6.4.2.1 Fase de Mesófila .....	70
6.4.2.2 Fase de Termófila .....	70
6.4.2.3 Fase de Mesófila II .....	70
6.4.2.4 Fase de Maduración .....	71
6.4.2.5 Ventajas y factores críticos del compostaje tradicional .....	71
6.4.2.6 Diagrama de flujo de procesos para el compostaje tradicional .....	72
6.4.2.7 Diagrama de bloques para el sistema tradicional de compostaje .....	73
6.4.3 Proceso mejorado de compostaje .....	74
6.4.3.1 Relación Carbono-Nitrógeno en el compost .....	75
6.4.3.2 Identificación de la relación carbono-nitrógeno del compost .....	75
6.4.3.3 Pruebas de calidad del compostaje .....	76

6.4.3.3.1	Color y olor.....	76
6.4.3.4	Ventajas y factores críticos del compostaje mejorado.....	77
6.5	Diseño del sistema para el adecuado aprovechamiento de las heces.....	77
6.5.1	Prospectiva estratégica.....	77
6.5.1.1	Escenarios.....	78
6.5.1.1.1	Escenarios posibles o factibles.....	78
6.5.1.1.2	Escenarios deseables.....	78
6.5.1.1.3	Escenarios probables.....	78
6.5.2	Escenario en sitio.....	79
6.5.2.1	Escenario en sitio I.....	79
6.5.2.2	Escenario en sitio II.....	79
6.5.2.3	Escenario en sitio III.....	80
6.5.3	Transporte.....	80
6.5.3.1	Transporte I.....	80
6.5.3.2	Transporte II.....	81
6.5.4	Compostaje.....	81
6.5.4.1	Compostaje tradicional.....	81
6.5.4.2	Compostaje mejorado.....	82
6.5.5	Mejora del proceso con herramientas mecánicas y tecnológicas.....	83
6.5.5.1	Definición de herramientas empleadas en el proceso del compost.....	84
6.5.5.1.1	Serpentín.....	84
6.5.5.1.2	Motor de ejes con varias aspas.....	85
6.5.5.1.3	Bomba hidráulica.....	85
6.5.5.1.4	Sensor de temperatura.....	85
6.5.5.1.5	Medición de calidad del compost.....	85
6.5.6	Situaciones posibles.....	88
6.6	Relación entre los tipos de escenarios.....	88
6.7	Evaluación y clasificación previa para la selección de cuatro escenarios factibles.....	89
6.7.1	Escenarios posibles.....	89
6.7.1.1	Escenario 1.....	89
6.7.1.2	Escenario 2.....	89
6.7.1.3	Escenario 4.....	90
6.7.1.4	Escenario 5.....	90
6.7.1.5	Escenario 6.....	90

6.7.1.6 Escenario 9.....	91
6.7.1.7 Escenario 10.....	91
6.7.1.8 Escenario 11.....	91
6.7.2 Escenarios deseables.....	92
6.7.2.1 Escenario 3.....	92
6.7.2.2 Escenario 7.....	92
6.7.2.3 Escenario 12.....	92
6.7.3 Escenarios probables.....	93
6.7.3.1 Escenario 8.....	93
6.8 Evaluación de escenarios.....	93
6.9 Alternativas de uso para compostaje.....	95
6.10 Aspectos financieros del proyecto.....	96
6.10.1 Opciones de transporte.....	97
6.10.2 Aspectos financieros de los escenarios.....	98
6.10.3 Parámetros relacionados con los costos.....	102
6.10.3.1 In situ.....	102
6.10.3.1.1 In situ I.....	102
6.10.3.1.2 In situ II.....	103
6.10.3.1.3 In situ III.....	103
6.10.3.2 Transporte.....	103
6.10.3.2.1 Transporte II.....	103
6.10.3.3 Compostaje.....	103
6.10.3.3.1 Compostaje tradicional.....	103
6.10.3.3.2 Compostaje mejorado.....	103
Conclusiones.....	104
Recomendaciones.....	105
Referencias.....	106
Anexos.....	112

## Lista de tablas

Tabla 1. Marco Legal .....	34
Tabla 2. Variables dependientes e independientes.....	36
Tabla 3. Información para hallar el número de personas que son propietarios de caninos.....	38
Tabla 4. Variables del muestreo .....	39
Tabla 5. Presupuesto de personal .....	43
Tabla 6. Presupuesto de equipos .....	43
Tabla 7. Presupuesto de materiales y suministros.....	44
Tabla 8. Presupuesto de salidas de campo .....	44
Tabla 9. Presupuesto de material bibliográfico.....	45
Tabla 10. Presupuesto de publicaciones.....	45
Tabla 11. Presupuesto servicio tecnico .....	46
Tabla 12. Presupuesto general.....	46
Tabla 13. Cuadro comparativo de sistemas recolectores existentes en el mercado .....	47
Tabla 14. Estudio del entorno de mercado sobre herramientas recolectoras para las heces caninas .....	49
Tabla 15. Análisis DOFA.....	50
Tabla 16. Bibliometría del proceso de compostaje .....	62
Tabla 17. Control de aireación .....	65
Tabla 18. Parámetros de unidad óptima .....	66
Tabla 19. Parámetros de temperatura óptima.....	67
Tabla 20. Parámetros de pH óptimo.....	68
Tabla 21. Parámetros de la relacion carbono/nitrógeno .....	68
Tabla 22. Control del tamaño de la partícula .....	69
Tabla 23. Estudio del proceso de compostaje tradicional de residuos orgánicos .....	71
Tabla 24. Relación C: N.....	75
Tabla 25. Identificación de las ventajas y factores críticos del compostaje mejorado.....	77
Tabla 26. Combinaciones posibles de los escenarios.....	88
Tabla 27. Opciones de transporte a utilizar.....	97
Tabla 28. Costos asociados a cada alternativa deseable.....	98

## Lista de figuras

Figura 1. Tenencia animal en las principales ciudades de Colombia.....	16
Figura 2. Tenencia animal en familias con y sin hijos en Colombia. ....	16
Figura 3. Tipos de animales en los hogares Bogotanos. ....	17
Figura 4. Población de mascotas por continente. ....	18
Figura 5. Árbol del problema .....	19
Figura 6. Proceso de recolección tradicional. ....	20
Figura 7. Estructura del compost.....	28
Figura 8. Ciclo biogeoquímico del Nitrógeno.....	30
Figura 9. Ciclo biogeoquímico del Carbono. ....	32
Figura 10. Marco conceptual.....	33
Figura 11. Diagrama del proceso metodológico. ....	41
Figura 12. Cronograma de actividades.....	42
Figura 13. Análisis de fiabilidad .....	51
Figura 14. Cuantos canes viven en su hogar. ....	52
Figura 15. Porcentaje de compra de productos especializados. ....	52
Figura 16. Frecuencia de compra de productos especializados para la limpieza de canes .....	53
Figura 17. Cantidad monetaria de gastos en productos o herramientas para recolectar heces de mascotas. ....	54
Figura 18. Experiencia en el uso de los productos de recolección de heces .....	55
Figura 19. Calificación de atracción de la herramienta recolectora de heces. ....	56
Figura 20. Clasificación de distinción de la idea. ....	56
Figura 21. Porcentaje de factibilidad de la idea. ....	57
Figura 22. Posibles adquisiciones del producto a futuro.....	58
Figura 23.Importancia de la ergonomía del producto. ....	58
Figura 24. Importancia de calidad, precio de la herramienta. ....	59
Figura 25. Importancia de un producto para la recolección. ....	60
Figura 26. Clasificación de incomodidad ocasionada por la presencia de heces de perros en zonas públicas.....	61
Figura 27. Patentes .....	64
Figura 28. Diagrama flujo de procesos compostaje tradicional .....	73

Figura 29. Diagrama de bloques sistema tradicional .....	74
Figura 30. Simbología tipo proceso .....	79
Figura 31. Escenario en sitio de generación I. Elaboración propia.....	79
Figura 32. Escenario en sitio de generación II. Elaboración propia. ....	80
Figura 33. Escenario en sitio de generación III. Autoría propia .....	80
Figura 34. Escenario transporte I. Elaboración propia.....	81
Figura 35. Escenario transporte II. Elaboración propia. ....	81
Figura 36. Escenario compostaje tradicional. Elaboración propia.....	82
Figura 37. Escenario compostaje mejorado. Elaboración propia.....	82
Figura 38. Implementación de herramientas para el proceso del compostaje.....	83
Figura 39. Aspas empleadas en el proceso de compostaje.....	84
Figura 40. control de calidad del proceso de compostaje .....	86
Figura 41. Determinadores de humedad. ....	86
Figura 42. Tiras reactivas .....	87
Figura 43. Clasificación de escenarios.....	89
Figura 44. Combinación de escenarios 1 .....	89
Figura 45. Combinación de escenarios 2 .....	90
Figura 46. Combinación de escenarios 4 .....	90
Figura 47. Combinación de escenarios 5 .....	90
Figura 48. Combinación de escenarios 6. ....	91
Figura 49. Combinación de escenarios 9. ....	91
Figura 50. Combinación de escenarios 10.. ....	91
Figura 51. Combinación de escenarios 11.. ....	92
Figura 52. Combinación de escenarios 3.. ....	92
Figura 53. Combinación de escenarios 7.. ....	92
Figura 54. Combinación de escenarios 12. ....	93
Figura 55. Combinación de escenarios 8. ....	93
Figura 56. Calificación de los escenarios según criterio a evaluar. ....	94
Figura 57. Escenario óptimo. ....	95
Figura 58. Usos del compostaje producido a partir del escenario óptimo .....	95
Figura 59. Clases de costos. ....	96

## **Introducción**

El perro es considerado el mejor amigo del hombre, esto se debe a que en los últimos años la especie humana ha mostrado mayor afinidad hacia la tenencia de perros en sus hogares, sin embargo, la convivencia entre las dos especies trae consigo factores preocupantes para el hombre. Entre ellos se encuentran el traspaso de enfermedades zoonóticas y la contaminación producida por los residuos fisiológicos de los perros.

A pesar de que existen formas de tratamiento de los residuos por lo general no suelen ser los más eficientes, puesto que generalmente estos desechos son arrojados a los vertederos y este es el único tratamiento que se les da. No obstante, aunque las personas han escuchado posiblemente hablar sobre temas relacionados con el compostaje, la sociedad no está muy relacionada con la fabricación de este, pero muy seguramente este proceso permitiría realizar un mejor aprovechamiento de las heces de origen perruno.

Desde la ingeniería industrial es vital tener un sentido humanitario, fundamentado en los valores Agustínianos fomentando la conciencia ciudadana y aportando al desarrollo sostenible del planeta. Por esta razón desde la ingeniería e innovación surge la idea de indagar las diferentes alternativas de manejo de los residuos de los perros, iniciando con el análisis desde el lugar donde el animal realiza la defecación y el tratamiento que se le da al material fecal posteriormente relacionado con transporte y disposición o eliminación final.

Actualmente existen diferentes métodos de elaboración de compost, sin embargo, de acuerdo con diversos factores de tipo ambientales o climáticos, esto puede tardar inclusive un poco más de un año, es decir es el proceso de producción de compostaje es bastante largo. A pesar de ello, con el presente documento se busca mejorar dicho proceso indagando inicialmente los métodos de compostaje y así examinar que partes del procesos se pueden optimizar a través de algún tipo de maquinaria o tecnología, con el fin de realizar un óptimo aprovechamiento de la materia fecal por medio de un proceso de compostaje optimizado y así mismo de contribuir de forma positiva al medio ambiente en temas referentes a la contaminación ocasionada por heces de perro y asimismo evitar el posible traspaso de parásitos de origen animal al organismo humano.

## 1. Problema de investigación

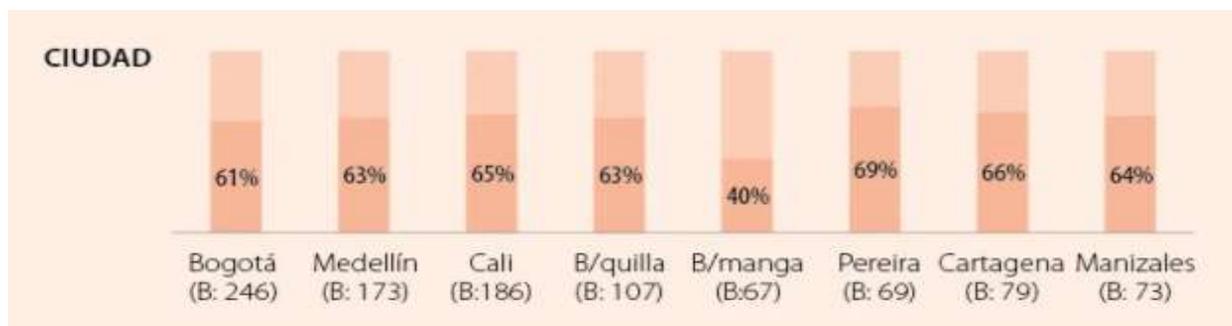
### 6.3 Antecedentes del problema

Se dice que hay alrededor de 700 millones de perros en el mundo. En muchas comunidades, pueden caminar libremente, pero cada día hay más pruebas de que la mayoría de los canes tienen dueño. Los perros suelen vivir cerca de las personas y tienen la capacidad de ofrecer compañía, protección y asistencia. Existen perros de trabajo que son entrenados para descubrir patologías en humanos o para dirigir y respaldar rebaños. También los estudios muestran que los perros contribuyen positivamente en la vida de las personas. (World Animal Protection, S.f, pp. 7- 9).

Sin embargo, World Animal Protection (s,f) expresa que estos animales pueden generar intranquilidad, especialmente si andan deambulando por las calles. Los miedos más usuales en la población son la probable transmisión de zoonosis, accidentes de tránsito y mordeduras, específicamente en países con un progreso social y económico limitado. En ocasiones es común encontrar perros callejeros en áreas en el que prevalece el conflicto armado, donde las personas se ven en la necesidad de abandonar a sus viviendas y mascotas, bajo estas situaciones los canes callejeros deben recibir un trato adecuado por parte de la especie humana y de esta manera ellos retribuir a esta, con el fin de convivir pacíficamente con la humanidad. (p. 9).

Según Ecoavant un sitio web ambientalista los residuos fisiológicos de los perros generan un problema extra cuando estos son recogidos por sus amos por medio de una bolsa plástica, esto es una problemática medioambiental puesto que dichas bolsas empleadas suelen ser principalmente de polietileno y estas tardan en descomponerse alrededor de 150 años. (Font, 2016).

Para contemplar la situación en temas de tenencia animal en Colombia, se encontró que, de acuerdo con los estudios de una empresa dedicada a la investigación de mercados llamada Barandstrat el 60% de los hogares colombianos tienen una mascota, el análisis de este estudio que se fundamentó con 1.000 encuestas en línea realizadas con el fin de identificar las ciudades de Colombia con mayor tenencia de mascotas, esta encuesta fue aplicada del primero al ocho de febrero del 2019 en las diferentes ciudades, específicamente en Bogotá, Cali, Medellín, Barranquilla, Bucaramanga, Pereira, Cartagena y Manizales, la encuesta fue elaborada para la población que cumple con la mayoría de edad, que habitan entre los estratos socioeconómicos 2 a 6. (Guevara, 2019).



**Figura 1.** Tenencia animal en las principales ciudades de Colombia. Guevara (2019).

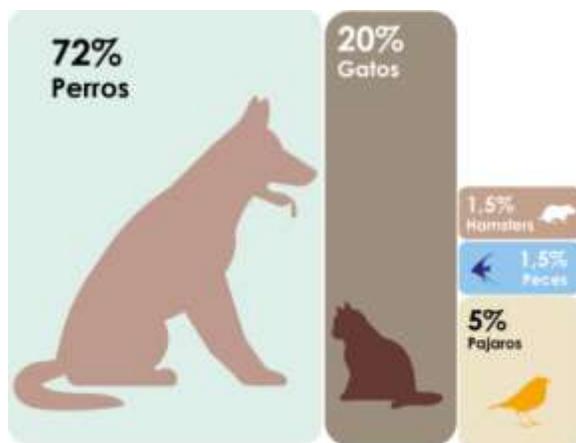
De acuerdo con la figura 1, en la mayor parte de las ciudades encuestadas se evidenció la inclinación por la tenencia animal con una media de 61% y 69%, cabe resaltar que se presenta un comportamiento atípico en la ciudad de Bucaramanga del 40%.



**Figura 2.** Tenencia animal en familias con y sin hijos en Colombia. Guevara (2019)

Según la figura 2, las familias con hijos son más propensas a adquirir una mascota, con base a la encuesta realizada se evidencio que más de la mitad de estas familias prefieren contar con una compañía animal, específicamente el 67%.

De acuerdo con Martínez (2019), en la ciudad de Bogotá se encuestaron alrededor de 402 dueños de mascotas, esperando conocer el porcentaje de mascota más frecuente en la población, a continuación, se evidenciará de manera gráfica los resultados obtenidos a través de la aplicación de esta.



**Figura 3.** Tipos de animales en los hogares Bogotanos. Martínez (2019).

Con base a la figura 3 se establece que los bogotanos tienen mayor afinidad por los canes, debido a que se puede apreciar que el 72% de los encuestados eligió un perro como mascota.

De acuerdo con una tesis de la universidad javeriana en lo que respecta al medio ambiente, tanto perros callejeros, como perros de compañía hacen sus necesidades en la calle, propagando el aumento de la contaminación, lo que conlleva a generar situaciones desagradables y preocupantes para la comunidad (Galvis, 2018, p. 69).

## 1.2 Descripción del problema

En el mundo ha aumentado la población canina, la cual se estima es de 500 millones de perros. En Colombia, aproximadamente habitan 5 millones de perros. (Becerra & Sánchez, 2020a).

En la actualidad, en Bogotá se presenta una situación donde las personas tienen la afinidad de hacer parte de su familia a una mascota. De acuerdo con el grupo Bancolombia, un dato relevante en la ciudad de Bogotá es la tendencia por la adquisición de mascotas (perros y gatos). (Bancolombia, 2021).

A continuación, se presenta una estadística acerca de la población de mascotas por cada continente (Europa, Asia-Pacífico, Norteamérica, América Latina y Oriente Medio y África).



**Figura 4.** Población de mascotas por continente. Group (S.f).

Es habitual la presencia de residuos fisiológicos provenientes de canes en espacios públicos, los cuales en su mayoría son desatendidos, trayendo consigo contaminación visual y odorífera, esto genera la posible propagación de enfermedades debido a la alta presencia de microorganismos infecciosos (Becerra & Sánchez, 2020b). La mayoría de las veces, se presenta un punto crítico cuando el animal es llevado hacer sus necesidades fisiológicas debido a que la experiencia de recoger las heces no es amena para el amo, esto genera la transmisión de enfermedades parasitarias al ser humano. Según el Benchmarking realizado por las autoras, se evidenció que en el mercado se cuenta con herramientas que facilitan la recolección de las heces, pero estas no cumplen las expectativas del cliente por aspectos como: calidad, higiene, comodidad entre otras.

Según un estudio, con el pasar de los años se ha incrementado la tendencia de contar con un miembro animal en los hogares (inicialmente caninos y felinos), esta situación se presenta debido a los cambios socioculturales que se generan por el posthumanismo que se evidencia en el siglo XXI. Haraway en un artículo denominado “Cuando las especies se encuentran” explicó que el posthumanismo hace referencia al cambio en el pensamiento del hombre al considerar al animal como especie de compañía, (Haraway, 2019, pp. 23 - 45). En consecuencia, es común encontrar hogares bogotanos con mayor inclinación a tener mascotas en su familia. Asimismo, las mascotas son consideradas criaturas que permiten el equilibrio entre la naturaleza y la humanidad. (Videla, 2017, p. 17).

Los resultados mostrados en este estudio ponen en consideración una gran problemática con respecto a la contaminación de los parques con este género en particular, en primer lugar, por la falta de cultura de los propietarios de las mascotas que frecuentan estos lugares que no recogen sus excrementos, por su desinformación en cuanto a las normas establecidas por el buen uso del espacio

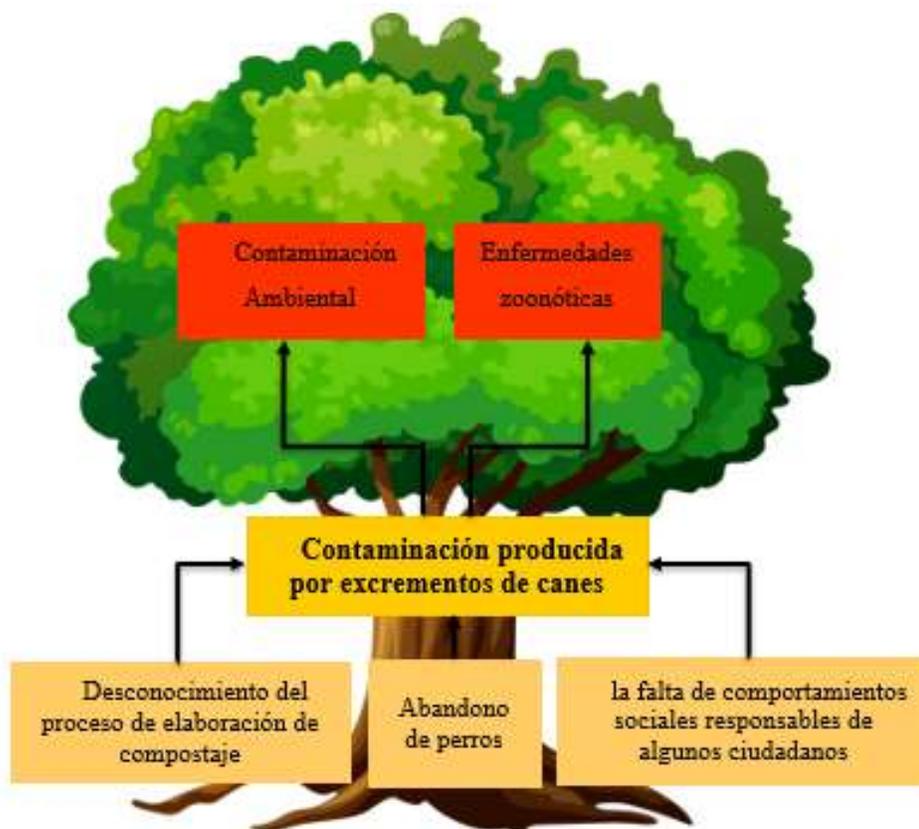
público en las principales ciudades. (Ramírez, 2017, p. 23).

Además, a esta problemática se le suma la baja cultura y responsabilidad ciudadana de algunos propietarios de mascotas, que al momento de salir con los animales no recogen los excrementos por diversos motivos, sin importar que actualmente se cuenta con metodología (señalización y canecas) para la recolección de las heces en zonas públicas, y a su vez se presenta la desidia por parte de los ciudadanos dueños de mascotas que no acatan los protocolos de higiene en estos sitios.

La presencia de residuos fisiológicos de canes en sitios públicos, son producidos por diversas causas como lo es la falta de prácticas responsables de algunos dueños de perros, adicional estos desechos traen consigo algunos efectos, entre ellos impactar de manera negativa la salud pública de la población. A continuación, se presenta el árbol del problema de esta situación.

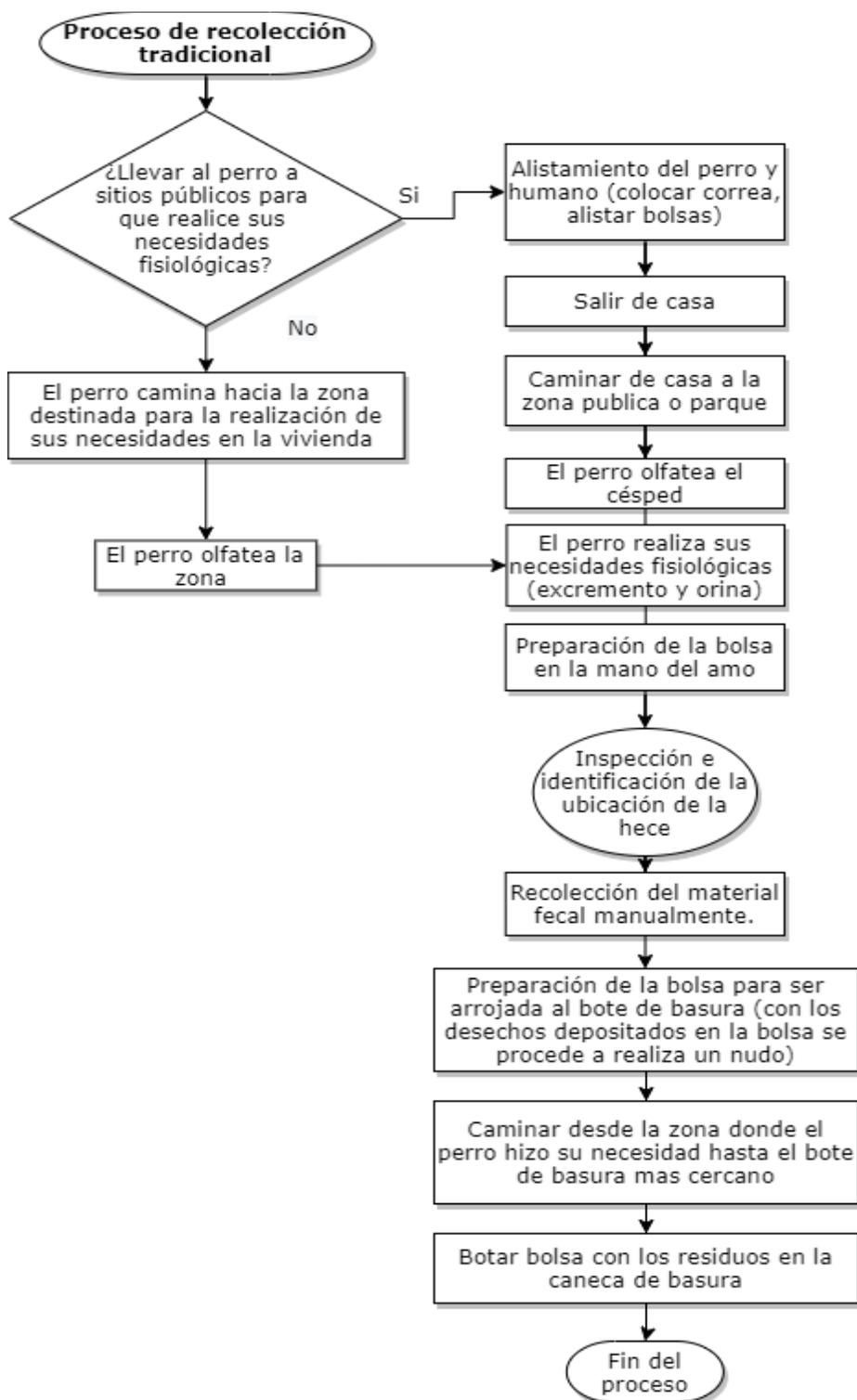
### 1.2.1 Árbol del problema.

Por medio de la matriz de Vester se realizó el árbol del problema, identificando las causas raíz del problema, el problema central, y los efectos como se presenta a continuación. Ver anexo 3.



**Figura 5.** Árbol del problema. Autoría propia.

### 1.2.2 Proceso tradicional de recolección.



**Figura 6.** Proceso de recolección tradicional. Autoría propia

### **1.3 Pregunta de investigación**

Al evidenciar el crecimiento de la tenencia de perros y a su vez el abandono de estos surge una problemática en el tratamiento adecuado de excrementos perrunos. Es por ello, que nace la necesidad de aplicar conocimientos de ingeniería para poder mitigar la contaminación ambiental proveniente de las heces de perro. Por esta razón, se crea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo se puede contribuir desde la ingeniería industrial, en la disminución de la contaminación ocasionada por los residuos fisiológicos provenientes de canes, con la propuesta de una idea de mejora para la disposición y aprovechamiento de residuos fisiológicos de perros?

## 2. Justificación

El proyecto está alineado con dos de los 17 objetivos de desarrollo sostenible de la agenda 2030 aprobados por la Organizacional de las Naciones Unidas, ONU (2015), los cuales buscan garantizar el bienestar y la salubridad de la población y renovar, proteger y promocionar el adecuado uso sostenible de los ecosistemas terrestres. A través de los años el ser humano ha mostrado mayor afinidad por los canes. Lo que ha ocasionado que actualmente en la ciudad de Bogotá habitan alrededor de 1.200.000 animales, en su mayoría caninos. los cuales salen en promedio dos veces al día a realizar sus necesidades fisiológicas, en resultado se genera un alto volumen de heces fecales que está siendo desatendido y puede perjudicar la salud pública, a partir de esto se está afectando el cumplimiento de la meta 3.3 y 3.9 el objetivo de desarrollo sostenible (ODS) número tres denominado “Salud y bienestar”.

Otro punto por tratar es la falta de prácticas o de comportamientos sociales responsables de algunos ciudadanos que son propietarios de los canes, los cuales al momento de salir con los animales no recogen los excrementos. Debido a estas situaciones, posiblemente se puede generar un incremento en la contaminación del medio ambiente, contribuyendo al traspaso de parásitos a humanos o animales, lo que conlleva a la violación de las generalidades del objetivo número quince de los ODS catalogado “Vida de ecosistemas terrestres”, la cual busca evitar la propagación de enfermedades zoonóticas en el ecosistema terrestre, para concluir a esta problemática se le suma la contaminación de las aguas continentales. Con el presente emprendimiento se pretende satisfacer las necesidades sociales, desarrollando un mecanismo que mitigue el impacto ambiental y mejorar la situación que se está enfrentando actualmente.

Riba (2002) señala que: “la ingeniería concurrente en los últimos tiempos se ha enfocado en los impactos ambientales mayormente ocasionados y expresa la necesidad de realizar, diseñar y reciclar los recursos” (p.15). Posteriormente como lo comenta Martin & Yaccuzii (2003) en la actualidad es más frecuente el uso y aplicación del despliegue de la función de calidad (QFD) en la producción de bienes y servicios, algunas de estas aplicaciones atienden el impacto ambiental de los diseños (p. 27). De acuerdo con Mauricio Viegas (2014) la filosofía Lean Startup permite desarrollar proyectos con una menor probabilidad de fracaso y a su vez, reduce los impactos ambientales causados en el desarrollo de los mismos. (p. 6). Finalmente, como ingenieras industriales es vital tener un sentido humanitario, aportando al desarrollo sostenible del planeta, gracias al presente proyecto se logró desarrollar competencias técnicas, tecnológicas y

profesionales de la ingeniería industrial (optimización de procesos).

### **3. Objetivos**

#### **3.1 Objetivo general**

Elaborar una propuesta para el mejoramiento de la disposición y aprovechamiento de los residuos fisiológicos de perros.

#### **3.2 Objetivos específicos**

Realizar un análisis comparativo que permita identificar los sistemas recolectores de residuos fisiológicos producidos por animales existentes en el mercado.

Determinar los inconvenientes y opiniones de los dueños de perros, existentes al realizar la recolección de los residuos fisiológicos con el fin de mejorar las especificaciones del proceso de aprovechamiento y disposición de los residuos fisiológicos de perros.

Realizar un estudio de vigilancia tecnológica identificando tecnologías y mejores prácticas a nivel local y global.

Diagnosticar el proceso que permita identificar características de la elaboración del compostaje y establecer la línea base para su posterior optimización.

Establecer la alternativa para el sistema que permita llevar a cabo un adecuado aprovechamiento de las heces.

Optimizar el proceso de la disposición y aprovechamiento de los residuos fisiológicos de perros.

Realizar el análisis de costos presentes en las alternativas deseables de la propuesta de mejora para el aprovechamiento y disposición de las heces perrunas.

## 4. Marco de referencia

### 4.1 Antecedentes de la investigación

De acuerdo con un estudio denominado “Sobrepoblación canina y felina: Tendencias y nuevas perspectivas elaborado” por Salamanca (2011), mediante una inspección sistemática en estudios realizados entre los años 1973 y 2009, se investigaron diversas bases de datos para la recopilación de información. También extrajo información relevante en el banco de publicaciones de la sociedad mundial para la protección animal (encargada de buscar bienestar animal) y la organización Internacional de Epizootias (Entidad delegada de investigar y registrar la aparición y evolución de las enfermedades de los animales y buscar la manera de combatirlos). Posteriormente, presentó un punto de vista sobre la sobrepoblación animal, y la relación hombre-animal. Revelando información importante acerca de la tenencia responsable de las mascotas y el rol fundamental que cumple el médico veterinario (pp. 45 - 53).

Conforme a un artículo denominado “nuevas responsabilidades de los ingenieros” da a conocer las responsabilidades de la ingeniería expresando la importancia y necesidad de fundamentarse en la aplicación de la ciencia, puesto que se transforman los recursos naturales logrando la equidad con el hombre y la naturaleza. La metodología empleada fue de tipo documental, con el objetivo de identificar la responsabilidad del hombre a través de su evolución con la naturaleza y construir un escenario a futuro anhelado, fue necesario comparar dos visiones diferentes las cuales son la inclinación que pronostica tener la humanidad y el futuro que desea. Dando resultado a la investigación se dio a conocer que los objetivos del ingeniero son: Creación de métodos y productos ecológicos para así tener un uso moderado de los recursos naturales, implementación de métodos y sistemas para el aprovechamiento de la energía y el agua esto con el fin de que la utilización de los recursos sea usada de manera equitativa por la población, mejora de métodos agrícolas y reducción del impacto ambiental para impedir las epidemias y enfermedades. (Bucci, 2008).

La investigación realizada por Sosa & Laines (2020) denominada “Refinación de la fracción sólida de digestatos de excretas de ovejas proveniente de un digestor anaerobio” tiene como objetivo La descomposición de los reducidos orgánicos de origen animal, entre sus principales resultados se encuentra la obtención de diversos productos como biogás y digestatos, productos ricos en nutrientes. Al utilizar dichos productos se debe realizar un tratamiento especializado con el fin de estabilizar el material fecal y a su vez evitar excesivas concentraciones de nutrientes que

llegan a alcanzar niveles fitotóxicos, así como contaminación del aire y agua. El proceso de refinación del material fecal planteado se basa en un biodigestor que es alimentado con residuos fisiológicos de oveja, a través de vermicompostaje acompañado de residuos de plantas y diversos tipos de lombrices de tierra. Es importante generar valor agregado en los diferentes productos obtenidos a través de esta técnica de digestión, ya que permiten tener mayor rendimiento y calidad de los productos al ser utilizados. (pp. 14-21).

El estudio elaborado por Acosta, Castro & Pérez (2017), titulado “Parásitos gastrointestinales zoonóticos asociados con hábitos de higiene y convivencia en propietarios de caninos”, tiene como fin determinar las prácticas de higiene y convivencia que se debe tener con el animal para así evitar el traspaso de parásitos intestinales. Para fundamentar este estudio se tomó una población de 50 personas dueños de caninos con presencia de parásitos, a los canes se les realizó un coprológico y a los dueños una encuesta de rutina con el animal. El estudio tuvo como resultado que el 30% de los amos presentan parásitos provenientes de heces de origen animal, esto debido a la carencia de prácticas de higiene personal. Posteriormente, se entró a debatir las precauciones que se debe tener con la convivencia de humano-animal (pp. 34-43).

A través de un estudio llevado a cabo por Hernández (2014) nombrado “Riesgo potencial de parásitos zoonóticos presentes en heces caninas en Puerto Escondido, Oaxaca” busca evaluar la subsistencia de parásitos zoonóticos en la materia fecal canina; para esto se tomó el Puerto Escondido donde se dividió por 10 partes para ser estudiadas clasificándolas en: hábitats natural, urbano y suburbano. Se tomó un muestreo de las heces encontradas en el suelo, posteriormente se realiza una observación microscópica y un análisis de los resultados del ejemplar, confirmando el alto grado de parásitos radicados en las heces caninas en todas las zonas de estudio de la ciudad, se debe tener a consideración un buen manejo de las basuras ya que actualmente el sistema convencional de recolección de heces es utilizado en todo el mundo, esto hace que las canecas de los espacios públicos colapsen de residuos fisiológicos y si no se tiene un conocimiento previo del manejo de estos excrementos se puede estar ocasionando una acumulación parasitaria que llegara afectar al hombre. Además, aún se presenta la tenencia irresponsable de los caninos puesto que al no recoger los excrementos de su mascota se incrementa más el riesgo de infección parasitaria tanto para perros como humanos. (pp. 625-630).

Conforme a un estudio realizado por Tello & Cruz (2019) denominado “Aplicación de la metodología Lean Startup en la elaboración de casas para perros a base de cartón reciclado”

menciona que con el pasar del tiempo la población canina cada vez es más extensa, a esta situación se le conoce como la tendencia Pet Parents. Esto se presenta en los hogares del nuevo siglo que quieren convivir con una mascota en su hogar, los amos de mascotas prefieren incurrir en gastos de productos y servicios para aumentar la unión humano-mascota. El plástico en los accesorios para mascotas genera un impacto ambiental a causa de su demora en el tiempo de descomposición, debido a esto se ha generado conciencia en gran parte de los ciudadanos puesto que la mayoría de las personas optan por invertir en productos y/o accesorios ecológicos. Por ende, nace la idea de negocio que es la elaboración de casa de canes por medio de cartón reciclado. Gracias a la filosofía Startup se logró identificar factores como: Obtener numerosas opiniones en un periodo corto de tiempo, logrando determinar si es viable la idea de un producto o negocio y si esta es rentable. Asimismo, la aplicación de esta filosofía es útil para economizar recursos e invertirlos en el proyecto. Las tendencias actuales sobre la adopción de mascotas y la afición que tienen las personas hacia ellas hacen que el mercado crezca y se facilite la implementación de nuevas oportunidades de negocio. (p. 15).

## **4.2 Marco teórico**

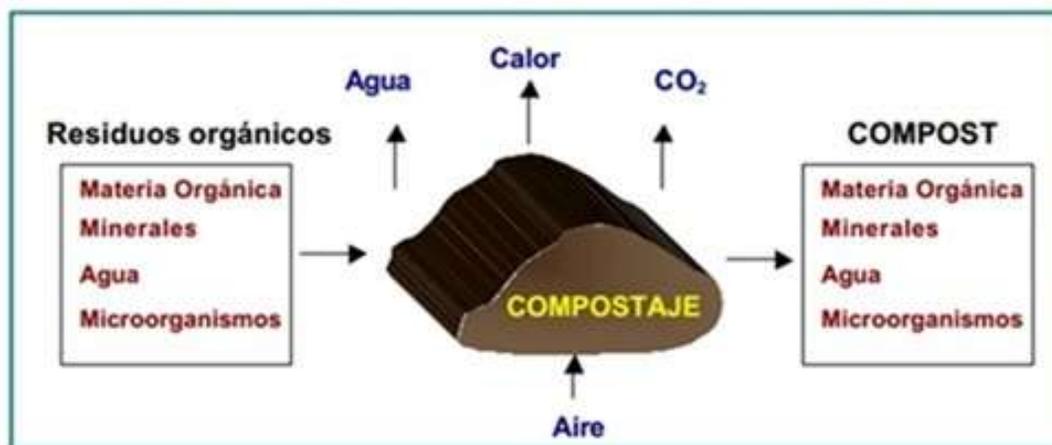
### **4.2.1 Desarrollo sostenible.**

De acuerdo con Gallopin (2003) este término hace referencia al proceso de cambio direccional, el cual permite que los sistemas mejoren de manera sostenible mediante el tiempo, el desarrollo sostenible es de tipo cualitativo, puesto que se enfoca en la idea del cambio. (p. 37).

Según un sitio web el desarrollo sostenible es aquel en el que se incorporan procesos saludables con el fin de complacer diferentes tipos de necesidades ya sean sociales o económicas que presenta la sociedad, adicionalmente esta trata temas medio ambientales y culturales. (Universal, 2020).

### 4.2.2 Compostaje.

Según la página web los compostadores el compostaje es un proceso de transformación de la materia orgánica para obtener compost, un abono natural (Compostadores, s.f.). Con el compostaje es posible observar el proceso que hace la naturaleza al momento de la descomposición esto se efectúa cuando se forma un conjunto de plantas y residuos orgánicos de los animales muertos presentes en el suelo y se descomponen.



**Figura 7.** Estructura del compost. Concienciaeco (2013)

En la zona urbana se evidencia el desperdicio de comida que ocasionan un problema ambiental, dichos residuos causan aumento en las emisiones de CO<sub>2</sub> y generan un impacto en el calentamiento Global. Se dice que “por cada 100 kilogramos de basura orgánica se obtienen 30 kilogramos de compost”. (Concienciaeco, 2013).

**4.2.2.1 Beneficios del compost.** Al elaborar el compost da como resultado un abono natural libre de toxinas con numerosas ventajas para las plantas puesto que interviene en la retención de humedad esto hace que la naturaleza nazca plantas sanas y disminuye el volumen de la basura.

Al hacer compost se evidencia la economía circular ya que se está reciclando los materiales es decir se alarga el ciclo de vida de los productos aportando a una producción y consumo sostenible.

Al utilizar este fertilizante natural se genera una protección de suelos de los cultivos, mayor retención de agua y un mejoramiento de la estructura.

En la parte social, el compostaje casero que se hace en casa genera conciencia ambiental y participación de la ciudadanía.

Se ha evidenciado que enseñando este proceso de elaboración del compostaje se están creando campañas y acciones como; Mas compost, menos basuras; Basura Cero; Compost PARTY etc en beneficio al medio ambiente.

**4.2.2.2 Características del compost.** Algunas inquietudes nacen con la elaboración del compost

**4.2.2.2.1 Olor.** el compost no genera olor desagradable este es una variable relevante que indicará si está hecho el compost de calidad el olor que deberá desprender el compost es similar a bosque húmedo. Si por el contrario el compost desprende un olor desagradable se debe revisar la etapa de elaboración del compost ya que esto es una señal de que no está funcionando en el procedimiento.

**4.2.2.2.2 Aspectos del compost.** Cuando se finaliza los pasos para la elaboración del compost debe presentar un color negro o café oscuro, su textura es esponjosa y al momento de cogerlo con las manos debe deshacerse. Por otro lado, el tiempo de espera para que se realice el compost depende de la cantidad de restos vegetales que se coloquen, pero aproximadamente se estima de 1 a 3 meses.

Para concluir, crear compostaje es fácil siguiendo los pasos de su elaboración además al tomar conciencia de lo importante que es dicho producto se está contribuyendo en pro al medio ambiente puesto que se está reutilizando la materia orgánica existente en casa y todo este proceso va a beneficiar directamente a la naturaleza al brindar todos los nutrientes que necesita la tierra ya que se tiene un fertilizante natural para las plantas del jardín o de las zonas verdes presentes en la ciudad.

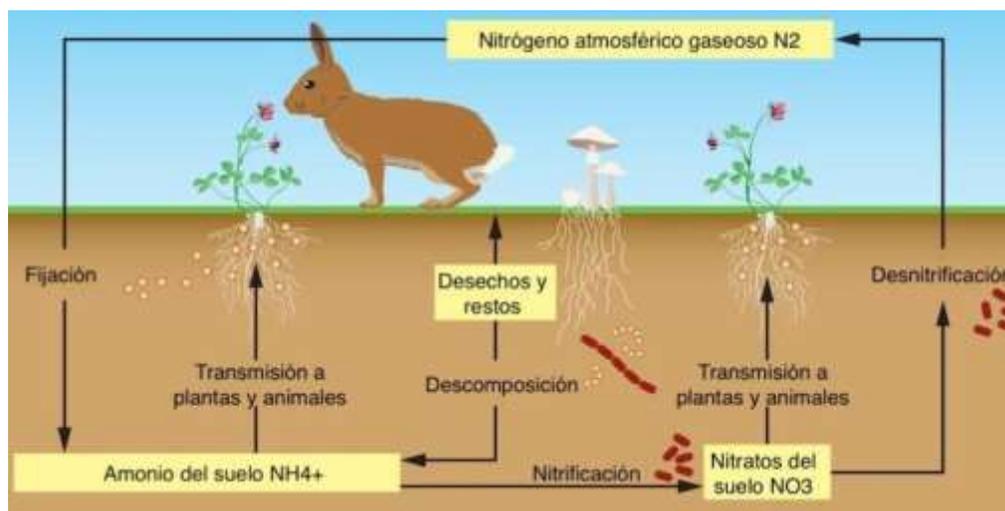
### **4.2.3 Ciclo del Nitrógeno (N).**

El ciclo de nitrógeno es un ciclo biogeoquímico que se encarga de abastecer a los organismos bióticos de nitrógeno y a su vez mantiene el elemento (N) en la biosfera a través de un proceso circular. Este ciclo se compone por dos tipos de procesos (bióticos y abióticos). (Etecé, Concepto, 2021).

Entre los ciclos biogeoquímicos, el ciclo del nitrógeno es uno de los más relevantes para la estabilidad de la vida, puesto que el Nitrógeno es un elemento de gran presencia en la atmósfera terrestre y en la formación de materia orgánica. En el ciclo del nitrógeno se involucran diversos niveles de seres vivos, entre los cuales se encuentran: heterótrofos, autótrofos, organismos

descomponedores de material orgánico y el nitrógeno presente en la atmósfera. (Etecé, Concepto, 2021).

Es importante hacer una buena interpretación y comprensión del ciclo, con el fin de establecer las dosis necesarias de nitrógeno en los fertilizantes, que se emplearán posteriormente en cultivos agrícolas. (Cabrera, 2007).



**Figura 8.** Ciclo biogeoquímico del Nitrógeno. Etecé, Concepto (2021)

**4.2.3.1 Fases del ciclo de Nitrógeno.** Las fases que permiten que se realice el ciclo del nitrógeno se muestran a continuación.

**4.2.3.1.1 Fijación del nitrógeno.** El nitrógeno proveniente de la atmósfera, se transforma en óxidos de nitrógeno, gracias a los rayos del sol, esto permite que el nitrógeno se adicione al suelo, además de ello el nitrógeno se adhiere a el suelo con la ayuda de algunos procariontes y bacterias a través de procesos metabólicos, los cuales son capaces de transformar el nitrógeno en compuestos utilizables como el amoniaco ( $NH_3$ ), los microorganismos que intervienen en este ciclo se pueden encontrar en el agua, en los suelos o en plantas. Las moléculas una vez nitrogenadas suelen ser utilizadas por las plantas que realizan con ellas moléculas orgánicas. (Etecé, Concepto, 2021).

**4.2.3.1.2 Transmisión a los animales.** Después de la fase de fijación del nitrógeno, las plantas son consumidas por animales herbívoros, lo que permite que se transfiera el nitrógeno a los mismos y posteriormente a través de la cadena alimenticia los animales herbívoros pasan el nitrógeno a los animales carnívoros y sucesivamente se va esparciendo el nitrógeno por toda la cadena. A través de la orina, los animales sacan de sus organismos los excesos de N, volviendo esté al suelo para

seguir con el ciclo, generalmente esta orina suele ser rica en amónico. (Etecé, *Concepto*, 2021).

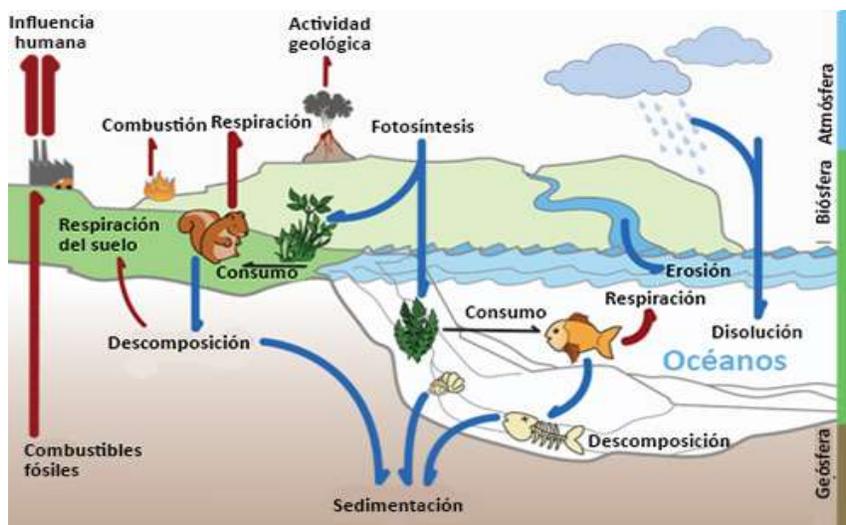
*4.2.3.1.3 Nitrificación.* A partir de la orina el amoniaco presente en el suelo es utilizado para alimentar a varios microorganismos que se encargan de descomponer y oxidar el amónico convirtiendo en nitritos (NO<sub>2</sub>) y luego estos se oxidan y se transforman en nitratos (NO<sub>3</sub>). (Etecé, *Concepto*, 2021).

*4.2.3.1.4 Descomposición desnitrificante.* Los compuestos anteriormente mencionados en la fase de nitrificación sirven como alimento para otros procariontes de tipo desnitrificantes, estos microorganismos procariontes descomponen los iones nitrato y nitrito y a partir de allí consiguen la energía necesaria para vivir, así mismo liberan el nitrógeno en estado gaseoso a la atmósfera permitiendo que el ciclo del nitrógeno vuelva a realizarse nuevamente. (Etecé, *Concepto*, 2021).

#### **4.2.4 Ciclo del carbono.**

El ciclo del carbono es uno de los ciclos biogeoquímicos de intercambio de materia entres algunas capas de la tierra específicamente, entre: pedosfera, biosfera, geosfera, hidrosfera y la atmósfera. Este ciclo hace parte de los ciclos que ayudan a mantener el punto de equilibrio en el planeta. (Etecé, *Concepto*, 2021).

Existen diversas formas y ámbitos de carbono en el mundo como por ejemplo el carbono inorgánico presente en el agua de mar, el dióxido de carbono que se encuentra en la atmósfera, entre otras. Las principales fuentes de carbono provienen del carbono atmosféricos, el carbono que está disuelto en el mar, el carbono presente en los cuerpos de los seres vivos, además del carbono presente en la corteza terrestre. (Etecé, *Concepto*, 2021).



**Figura 9.** Ciclo biogeoquímico del Carbono. Flexbooks (2021)

**4.2.4.1 Fases del ciclo de carbono.** Las fases que permiten que ciclo del carbono se lleve a cabo de manera efectiva, se explicaran en los siguientes párrafos.

**4.2.4.1.1 Los procesos de fermentación y descomposición** A partir de los inmensos depósitos existentes de materia orgánica en el planeta tierra que son ricos en carbono y los organismos que habitan en el suelo que se alimentan de la transformación y descomposición de la materia. Se genera un intercambio ya sé que se obtiene energía y se libera diversos gases como por ejemplo el metano ( $\text{CH}_4$ ) a la atmósfera. (Etecé, Concepto, 2021).

**4.2.4.1.2 La respiración y la fotosíntesis.** El proceso de respiración y fotosíntesis en compañía de otros tipos de procesos bióticos metabólicos, se lleva a cabo la captura y liberación en la atmósfera de  $\text{CO}_2$ , las plantas aspiran el carbono y luego de esto se lleva a cabo la liberación de dióxido de carbono en compañía de agua a través del proceso de respiración animal. (Etecé, Concepto, 2021).

**4.2.4.1.3 El intercambio gaseoso oceánico.** Gracias al calentamiento del sol el agua presente en el océano se evapora, este vapor ayuda a la generación del intercambio de gas entre el océano y la atmósfera, lo que produce que el carbono logre diluirse en el agua y allí gracias al plancton fotosintético el carbono es fijado al agua. (Etecé, Concepto, 2021).

**4.2.4.1.4 Los procesos de sedimentación.** En el mar y en la tierra existe gran cantidad de carbono en el material orgánico que se encuentra en descomposición el cual es producido por los animales,

este material orgánico que es desatendido por aquellos organismos descomponedores, se va apilando y sedimentando en las profundidades del océano o en algunas capas de la corteza de la tierra, donde se pueden formar depósitos de hidrocarburos y fósiles. (Etecé, Concepto, 2021).

4.2.4.1.5 *La combustión natural o por mano de la humanidad.* En el ciclo del carbono intervienen inclusive los procesos de las industrias y los incendios forestales, puesto que son los directos responsables de los aumentos significativos del incremento de carbono presente en la atmósfera (gases invernadero), Esto se da debe a la liberación de gases producidos por las industrias de tipo orgánico, a las emisiones volcánicas y la quema de fósiles. (Etecé, Concepto, 2021).

### 4.3 Marco conceptual

A continuación, se evidencia el planteamiento que se va a llevar a cabo en el proyecto fundamentado en el desarrollo sostenible, el método del despliegue de la función de calidad, la metodología de la ingeniería concurrente y la filosofía Lean Startup. Gracias a estas teorías y técnicas se podrá conocer la viabilidad de la herramienta recolectora de heces, teniendo en cuenta la reacción y opiniones del mercado al conocer este nuevo producto, con el fin de acoger dichas necesidades se podrá cumplir con las expectativas que el cliente requiera.

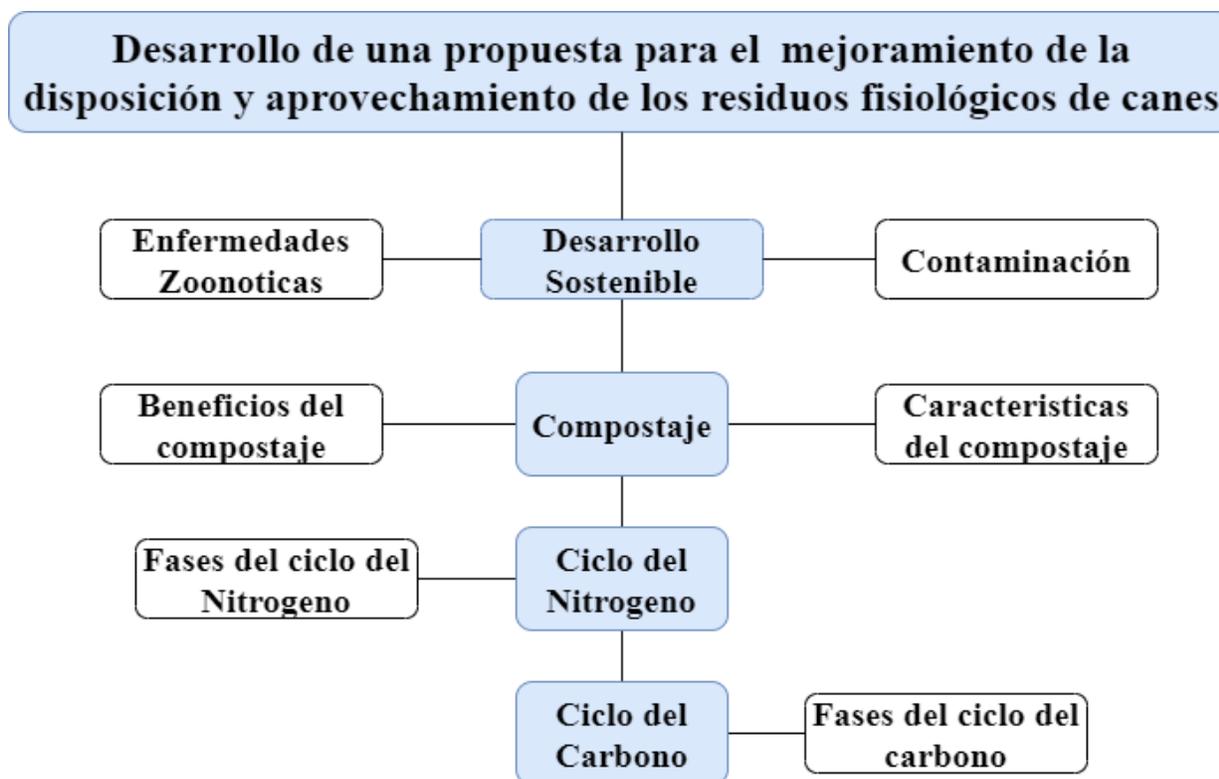


Figura 10. Marco conceptual. Autoría propia

#### 4.4 Marco legal

Para la realización del presente proyecto es de vital importancia conocer las diferentes normativas relacionadas con el mismo. Para ello se realizó la respectiva investigación en la que se hallaron tres normativas, las cuales se encuentran la constitución política de 1991, el Código Nacional de Policía y Convivencia y el Código de policía de Bogotá 2033. Las normativas seleccionadas abarcan temas medioambientales, comportamientos de la población y temas de tenencia y cuidado animal como se muestra a continuación.

Tabla 1.

##### *Marco Legal*

Norma	Quien expide	Tema	Contenido
Artículo 79	Constitución Política de 1991	Ambiente Sano	Consagra el derecho de todas las personas residentes en el país de gozar de un ambiente sano.
Artículo 124 (No. 3)	Código Nacional de Policía y Convivencia Ley 1801 de 2016	Comportamientos que ponen en riesgo la convivencia por la tenencia de animales	Omitir la recogida de los excrementos de los animales, por parte de sus tenedores o propietarios, o dejarlos abandonados después de recogidos, cuando ello ocurra en el espacio público o en áreas comunes.
Acuerdo 79	Código de policía de Bogotá 2033	En la protección y cuidado de los animales	Recoger y depositar en los lugares y recipientes de basura, por parte del dueño o tenedor del animal doméstico o mascota, los excrementos que se produzcan durante su desplazamiento en el espacio público.
Decreto 2412	Ministerio de vivienda, ciudad y territorio de 2018	El aprovechamiento de residuos sólidos	Aprovechamiento de residuos sólidos y otras disposiciones.

Decreto 1713	El ministerio de comercio, industria y turismos de 2002	Gestión Integral de Residuos Sólidos	Aprovechamiento en el marco de la Gestión Integral de Residuos Sólidos. El cual se realiza un adecuado manejo de los residuos sólidos, los materiales recuperados se reincorporan al ciclo económico y productivo en forma eficiente, por medio de la reutilización, el reciclaje, la incineración con fines de generación de energía, el compostaje o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales, sociales y/o económicos.
-----------------	---	---	--

*Nota.* Autoría propia

## 5 Marco metodológico

### 5.1 Tipo de investigación

La investigación presenta un enfoque de tipo cualitativo, conforme a Narváez (2014) el enfoque cualitativo parte de una idea que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica (pp. 4-5). En este enfoque se permite tener un acercamiento interpretativo y naturalista, en otras palabras, en la investigación se estudia los entornos naturales considerando que los autores deben interpretar los fenómenos con la experiencia humana. Igualmente, el proyecto se desarrolla con un estudio de tipo descriptivo los estudios descriptivos cualitativos son menos interpretativos que la "descripción interpretativa", esto es, en aquellos no se requiere que los investigadores se muevan de los datos. "Los investigadores no requieren un tratamiento conceptual u otro modo abstracto para abordar los datos" (Aguirre ,2015; Jaramillo, 2015). Esto quiere decir que se presentan datos preliminares, los cuales pueden ser cambiados en la siguiente etapa del proyecto.

### 5.2 Variables del problema

A continuación, en la tabla 2, se presentan las variables de tipo independientes y dependientes del problema de investigación, las cuales fueron planteadas con base a la propuesta para el mejoramiento de la disposición y aprovechamiento de los residuos fisiológicos de perros.

Tabla 2.

*Variables dependientes e independientes*

Variabes Dependientes	Variabes Independientes
Disminución de transmisión de enfermedades zoonóticas	Tenencia de canes
	Abandono de canes
	Desconocimiento del proceso de elaboración de compostaje
Diseño de una propuesta de optimización	Comportamientos de propietarios de canes

*Nota.* Autoría propia

### **5.3 Fuentes de información**

#### **Hipótesis**

La propuesta para el mejoramiento de la disposición y aprovechamiento de los residuos fisiológicos de perros permitirá llevar a cabo mejores prácticas de tratamiento de heces perrunas, evitando la transmisión de enfermedades zoonóticas en animales y humanos, adicionalmente esta propuesta brindará una optimización del proceso de compostaje, elaborado a partir de heces de perros.

#### **5.4 Instrumentos de recolección de la información**

La principal fuente de recolección de información será la aplicación de una encuesta, empleando una estructura de preguntas de tipo cerradas. Asimismo, se diligenciará por medio de un formulario en Google. Con la ayuda de una encuesta que se va a aplicar a los propietarios de canes en la ciudad de Bogotá, se determinará los inconvenientes y opiniones de los dueños de los perros existentes en la recolección de los residuos fisiológicos de perros. Adicionalmente, el proyecto se apoyará con investigaciones realizadas mediante recursos electrónicos, puesto que se podrá contar con información relevante para la construcción de la idea ya que es útil la revisión de documentos e imágenes y patentes.

#### **5.5 Tamaño poblacional y muestra**

La correcta elección del tamaño poblacional y muestral fue determinante en el proyecto ya que se necesita saber la viabilidad y el impacto que iba a tener el nuevo producto en el mercado. Como se había mencionado anteriormente la recolección de la información se va a tratar por medio de una encuesta.

El tamaño de la población que se estudiará en el proyecto serán los propietarios de canes que habitan en la ciudad de Bogotá, para poder determinar el número mínimo de encuestas que se deben diligenciar se calculó por medio de la fórmula de muestreo aleatorio simple (M.A.S). Conforme a Otzen & Manterola (2017) el muestreo aleatorio simple es una muestra escogida de tal modo que todas las muestras posibles poseen la misma probabilidad de ser elegidas (pp. 227 - 232).

Una encuesta elaborada en una página web indica que 402 dueños de mascotas fueron encuestados, esto para determinar la tendencia animal en los hogares Bogotanos. Valga aclarar que al realizar los análisis estadísticos de las respuestas de las encuestas arrojó que el 72% de las personas encuestadas tienen perros. (Martínez, 2019).

Tabla 3.

*Información para hallar el número de personas que son propietarios de caninos*

Personas encuestadas que poseen mascota	402
Porcentaje de encuestados que son propietarios de canes	72%

*Nota.* Autoría propia con aportes de Martínez (2019).

---


$$\begin{aligned} \text{Personas encuestadas que son propietarios de perros} &= 402 * 72\% & (1) \\ \text{Personas encuestadas que son propietarios de perros} &= 289 \end{aligned}$$

Como se evidencia en la ecuación (1) 289 personas encuestadas conviven con caninos en sus hogares. Es necesario identificar un estimador el cual va a ser utilizado en la ecuación del muestreo aleatorio simple, este se realiza mediante una proporción y se calculará en la siguiente ecuación.

---


$$P = \frac{\text{Personas encuestadas que si tienen perros en sus hogares}}{\text{Número total de encuestados}} \quad (2)$$

$$P = \frac{289}{402} = 0,72 \quad (3)$$

Para utilizar la fórmula de muestreo aleatorio simple fue necesario evaluar de la población total de Bogotá cuantas personas son dueños de caninos. Según el DANE (2018) indica que la población de Bogotá son 7.181.469 ciudadanos (p.45) y como se mencionó anteriormente en una encuesta realizada por en website el análisis de la información obtenida por las encuestas arrojó que el 72 % de las personas conviven con caninos (Martinez, 2019). Por ende, es necesario estimar el valor de la variable N lo cual es necesario aplicar la siguiente operación.

$$N = \text{Población total de Bogotá} * \% \text{ de tenencia de perros} \quad (4)$$

$$N = 7.181.469 * 72\% = 5.170.658 \quad (5)$$

Para la investigación se tomó una muestra finita ya que se quiere aplicar las encuestas en la ciudad de Bogotá, es un atributo debido a que se desea identificar si la persona encuestada tiene o no perros, con estos parámetros se aplicó la siguiente ecuación.

$$n = \frac{NZ^2PQ}{NE^2 + Z^2PQ} \quad (6)$$

Como se mencionó anteriormente el muestreo que se va a inquirir se basa en la aplicación del muestreo aleatorio simple y, se evaluará con una confianza del 95% arrojando un error de 0.05, la información aplicada al proyecto se evidenciará en la siguiente tabla.

Tabla 4.

*Variables del muestreo*

Variable	Descripción	Valor
N	Tamaño de la población propietarios de canes en Bogotá	5.170.658
Z	Nivel de confianza	1,96
P	Porcentaje de aceptación	0,72
Q	Porcentaje de rechazo	0,28
E	Error esperado	0,05

Nota. Autoría propia

$$n = \frac{(5.170.658 * 1,96^2 * 0,72 * 0,28)}{(5.170.658 * 0,05^2 + 1,96^2 * 0,72 * 0,28)} \quad (7)$$

$$n = 310$$

Como se aprecia en la ecuación (7) se debe seleccionar de los 5.170.658 propietarios de canes que habitan en la ciudad de Bogotá, para un margen de error no mayor a el 0.05 y una confianza al 95%, se estima que el número de respuestas mínima de propietarios de canes que se debe tener son 310 encuestas.

El resultado de estas encuestas se va a tomar como una encuesta puesto que fue distribuida por el método de bola de nieve. Según una página de internet el método Bola de nieve es un muestreo

no probabilístico se utiliza cuando es difícil llegar a los individuos potenciales o se tiene un grupo objetivo limitado, Gracias a la primera red de personas encuestadas se puede filtrar nuevos individuos que cumplan con los requisitos y aplicar en la muestra. (Serra, 2014). Por lo anteriormente mencionado, se decidió optar por dicho método para la realización del proyecto en vista de que en este tiempo de pandemia las medidas sanitarias no permiten efectuar las encuestas de forma presencial.

### **5.6 Proceso metodológico**

A continuación, se presentará el diagrama del proceso metodológico en el cual está expuesto la clasificación de variables, los puntos objetivos que se deben tener en cuenta en el proyecto y las herramientas a utilizar para cumplir las metas establecidas.

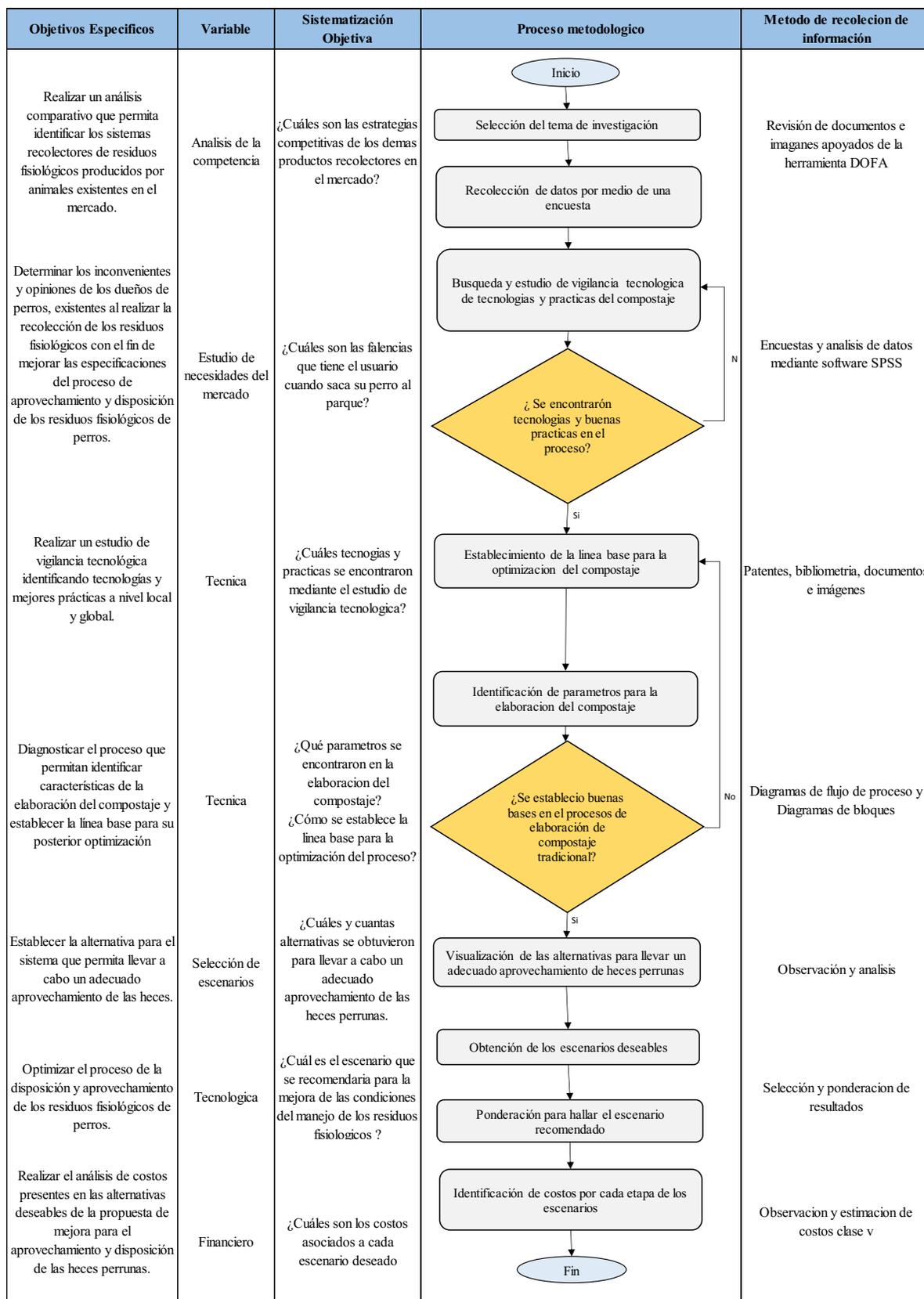


Figura 11. Diagrama del proceso metodológico. Autoría propia



este caso se cuenta con la asistencia, revisión y control del docente de investigación formativa I (IP) y la participación de los estudiantes que han desarrollado el presente proyecto (CI).

Tabla 5.

*Presupuesto de personal*

<b>Nombre</b>	<b>IP</b>	<b>CI</b>	<b>Dedicación Horas/Semanas</b>	<b>Valor/Hora</b>	<b>VALOR TOTAL (4 Meses)</b>
Ricardo Meza		x	2	\$ 30.000,00	\$ 960.000,00
Laura Valentina Estrada Aguirre	X		20	\$ 8.226,00	\$ 2.632.320,00
María Paula Ortiz Peña	X		20	\$ 8.226,00	\$ 2.632.320,00
<b>TOTAL</b>					\$ 6.224.640,00

*Nota.* Autoría propia

**IP:** Investigador Principal

**CI:** Coinvestigadores

### 5.8.2 Presupuesto de equipos.

A continuación, se presenta un presupuesto relacionado con los equipos necesarios para la realización del proyecto.

Tabla 6.

*Presupuesto de equipos*

<b>Equipo</b>	<b>Justificación</b>	<b>VALOR</b>
<b>PC</b>	Ejecución de diseños	\$ 3.500.000,00
<b>TOTAL</b>		\$ 3.500.000,00

*Nota.* Autoría propia

### 5.8.3 Presupuesto de materiales y suministros.

A continuación, se presenta un presupuesto relacionado con los materiales y suministros que

permitirán llevar a cabo respectivas actividades del proyecto, los precios de estos productos fueron determinados según los precios del almacén éxito.

Tabla 7.

*Presupuesto de materiales y suministros*

<b>Materiales y suministros</b>	<b>Justificación</b>	<b>VALOR</b>
Resma de Papel	Recurso para la impresión de documentos, planos y diseños, al igual que archivos de apoyo	\$ 9.900,00
2 folder	El primero para recopilar todos los documentos extraídos de vigilancia tecnológica, y el segundo para llevar el historial de los diseños y su evolución.	\$ 48.600,00
Cartucho de impresora	Insumo para la impresión de documentos (artículos científicos)	\$ 29.900,00
<b>Total</b>		\$ 88.400,00

*Nota.* Autoría propia

#### **5.8.4 Presupuesto de salidas de campo.**

En el presupuesto de salidas de campo se estableció un número de 20 reuniones en la universidad y se espera realizar 6 visitas a tiendas físicas de insumo animal, el costo unitario se determinó con base al precio de transporte público de la ciudad de Bogotá (Transmilenio) para tres personas, como se presenta a continuación.

Tabla 8.

*Presupuesto de salidas de campo*

<b>Lugar</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>TOTAL</b>
Reuniones en la Universidad	20	\$ 15.000,00	\$ 300.000,00
Visitas a tiendas de insumos animal (Estimado 6 tiendas)	20	\$ 15.000,00	\$ 300.000,00

<b>Total</b>	\$ 600.000,00
--------------	---------------

*Nota.* Autoría propia

### 5.8.5 Presupuesto de material bibliográfico.

En la siguiente tabla, se presenta un presupuesto relacionado con los libros requeridos como base bibliográfica en el proyecto.

Tabla 9.

#### *Presupuesto de material bibliográfico*

Libros	Justificación	Costo
Libros de metodologías e investigación	Bibliografía esencial	\$ 1.200.000,00
<b>Total</b>		<b>\$ 1.200.000,00</b>

*Nota.* Autoría propia

### 5.8.6 Presupuesto de publicaciones.

A continuación, se presenta un presupuesto relacionado con los posibles eventos a participar de innovación y emprendimiento.

Tabla 10

#### *Presupuesto de publicaciones*

Publicación	VALOR	
Inscripción en eventos de emprendimiento e innovación	\$ 250.000,00	
<b>Total</b>		<b>\$ 250.000,00</b>

*Nota.* Autoría propia

### 5.8.7 Presupuesto de servicio técnico.

Con el fin de tener una tercera opinión se realiza un presupuesto del servicio técnico necesario para el óptimo diseño interno y externo de la herramienta.

Tabla 11

*Presupuesto servicio técnico*

<b>Tipo de servicio</b>	<b>VALOR</b>
Revisión y ajustes del diseño del plano eléctrico y estructural de la herramienta	\$ 1.000.000,00
<b>Total</b>	<b>\$ 1.000.000,00</b>

*Nota.* Autoría propia

**5.8.8 Presupuesto general.**

Después de haber realizado cada uno de los diferentes presupuestos se obtuvo el presupuesto general el cual recopila cada uno de los totales del tipo de presupuesto. A continuación, se presenta el respectivo presupuesto.

Tabla 12.

*Presupuesto general*

<b>ITEM</b>	<b>TOTAL</b>
Personal	\$ 6.224.640,00
Equipos	\$ 3.500.000,00
Materiales y suministros	\$ 88.400,00
Salidas de campo	\$ 600.000,00
Material bibliográfico	\$ 1.200.000,00
Publicaciones (Inscripción eventos de emprendimiento e innovación)	\$ 250.000,00
Servicio técnico	\$ 1.000.000,00
<b>Total</b>	<b>\$ 12.951.440,00</b>

*Nota.* Autoría propia

## 6. Desarrollo de la investigación

### 6.1 Estudio comparativo por medio de un análisis benchmarking

Para la solución del primer objetivo propuesto se empleó un benchmarking competitivo y su forma de recolección de información es de manera indirecta, esto quiere decir que la información recopilada es vía internet, publicaciones, catálogos, entre otros. (Pursell,2021).

El benchmarking permitió identificar las críticas de los usuarios que adquirieron los sistemas recolectores de residuos fisiológicos producidos por animales existentes en el mercado. A continuación, se evidenciará el cuadro competitivo.

Tabla 13.

*Cuadro comparativo de sistemas recolectores existentes en el mercado*

Recolectora de heces fecales caninas			
Producto	Fallas en el producto	Críticas de los clientes	Conclusiones propias
<b>Auggiedog Herramienta Eléctrica Pet Waste Pala</b>	Sistema de succión	Desafortunadamente, este dispositivo deja una parte atrás cada vez que se usa. Puede funcionar si hubiera un componente de succión, pero el estilo de perforación fuerza una porción hacia el suelo dejando algo atrás.	<p><b>Conclusión:</b> Auggiedog Herramienta Eléctrica Pet Waste Pala Presenta 4 fallas relevantes: 1- se encuentra en el mecanismo de succión ya que no posee la suficiente potencia. 2- No es capaz de absorber la hece en sus diferentes estados (liquida y blanda). 3- Restricción de uso según el tamaño de la mascota. 4- No tiene un diseño optimo lo que resulta incómodo para el cliente transportarlo. 5- Se presenta problemas mecánicos ocasionando malos olores</p>
	Limitación del producto	<ul style="list-style-type: none"> <li>•No recogerá material blando. Si está sobre césped, lo ensuciará.</li> <li>•No funcionó para nuestro perro grande.</li> </ul>	
	Tamaño y peso	Es demasiado pesado llevar largas caminatas	
	Problemas internos	El motor solo salta pequeños pasos a la vez, y vaciarlo puede ser una tarea difícil y muy desordenada y maloliente.	
<b>Pala Pet Power Products Pooch</b>	Problemas internos (Motor)	La succión creada por el motor es lo suficientemente potente como para recoger todo, pero tienes que trabajar o empujar	<p><b>Conclusión:</b> Pala Pet Power Products Pooch se presentan los siguientes problemas:</p>

		el taburete a veces para comenzar el movimiento.	<p>1- El motor no contiene la suficiente potencia para recoger la hece.</p> <p>2- No se tiene una buena duración de la batería. El cliente recomienda cambiarla por una batería recargable de iones de litio.</p> <p>3- Para recoger la hece se presenta dificultad con el terreno del piso.</p> <p>4- Dificultad en colocar la hece en la bolsa para desecharla</p>
	Problema en la Batería	Sería un gran producto si lo hicieras con baterías de iones de litio que son reemplazables, como c. O d batería o un paquete de batería de iones de litio que usted podría lado fuera de la unidad de recarga y deslizarse hacia atrás en como mi royobi.Drill .weed Wacker con todos utilizar el mismo cartucho de batería!!!!	
	Dificultad en la absorción	El problema es cuando la hierba es larga, entonces tienes que jugar con ella para recoger las cacas. En invierno, también es difícil de usar debido a la nieve. De lo contrario, nos parece que el producto es muy útil.	
	Inconvenientes prácticos	hay que insistir en que cada popó entre en la bolsa	
<b>Doody Digger - Pala para excremento de perro</b>	Diseño	Es muy difícil conseguir popó sobre ella desde una superficie de cemento. Tengo que usar otra herramienta para empujarlo en este dispositivo.	<p>Doody Digger - Pala para excremento de perro al momento de recoger la hece es necesario el uso de una herramienta adicional cuando se emplea en superficies rocosas.</p> <p>2- Se sugiere un replanteamiento del diseño para dar mayor comodidad al cliente en el empleo de este</p>
		Necesita una apertura recta y plana para sacar con pala de cemento o pavimento. También es bastante grande y adecuado para una persona de 5'5» para manejar. Sólo compraría de nuevo si ofrecían una versión primitiva de bordes rectos e hicieran una versión más corta.	
<b>Recogedor Popo Perro 60 Cm Aluminio Hojas</b>	Calidad	Funciona bien, sin embargo, es muy frágil, ya se me daño uno de los dos que compre.	<p><b>Conclusión:</b> El producto no tiene la suficiente resistencia en cuanto a sus materiales, generando que este sea inservible para el cliente y a</p>
		Se daño con la primera vez de uso.	

	No ajusta la rosca, no funciona.	su vez sea un producto desechable y contaminante
	El producto funciona, pero después de varios usos, se rompió	

*Nota.* Autoría propia

La información evidenciada en la tabla anterior se extrajo de páginas dedicadas al comercio electrónico, específicamente de Mercado libre y Amazon, a través de estas páginas se obtuvo los comentarios de usuarios que adquirieron las herramientas recolectoras, los cuales expresaron por este medio electrónico sus inconformidades con cada uno de los artefactos comprados logrando así conocer la falla de los equipos.

### 6.1.1 Matriz DOFA.

En la siguiente tabla se podrá determinar estrategias del entorno, logrando identificar las oportunidades y amenazas que se enfrenta el proyecto. Esto con el fin de hallar las ventajas competitividad que le harán frente a la competencia.

Tabla 14.

*Estudio del entorno de mercado sobre herramientas recolectoras para heces caninas*

	<b>Positivo</b>	<b>Negativo</b>
<b>Origen interno</b>	<p>Fortalezas</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Proponer la implementación de un sistema tecnológico promoviendo la calidad y practicidad del producto compostado.</li> <li>2. El canal de comercialización se caracterizará por ser una venta directa.</li> <li>3. Ofrecer al cliente un producto accesible y amigable con el medio ambiente.</li> </ol>	<p>Debilidades</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El proceso de compostaje aun no es muy conocido en la ciudad de Bogotá todavía se desconoce los grandes beneficios que trae consigo realizarlo.</li> <li>2. Poca experiencia en la construcción del sistema tecnológico del compost</li> </ol>

<b>Origen externo</b>	<p style="text-align: center;"><b>Oportunidades</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Los canales de comunicación que se van a emplear son: redes sociales y página web estos son útiles para la divulgación de: ofertas, videos promocionales, entre otras.</li> <li>2. Con la aplicación de las medidas de calidad se garantiza un producto eficiente.</li> <li>3. Alianzas con entidades públicas o privadas incentivando la elaboración del compost</li> </ol>	<p style="text-align: center;"><b>Amenazas</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Resistencia al cambio por parte de los amos de mascota.</li> <li>2. La implementación de tecnológicas al proceso no arroje los resultados esperados frente a la elaboración el compost</li> </ol>
-----------------------	--	--

*Nota.* Elaboración propia

### 6.1.2 Análisis DOFA

Con ayuda del análisis DOFA permite evaluar el desempeño de cada variable que impactan a la propuesta de mejoramiento para el disposición y aprovechamiento de los residuos fisiológicos de perros.

Tabla 15.

*Análisis DOFA*

	<b>Oportunidades</b>	<b>Amenazas</b>
<b>Fortalezas</b>	<p style="text-align: center;">FO: Ofensivos</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mantener la idea de mejora en constante evolución garantizando la calidad del compost.</li> <li>2. Con la ayuda de medios informáticos se brindará al cliente el conjunto de procesos fiables para la elaboración del compostaje.</li> <li>3. Mantener informados a los usuarios sobre los beneficios, precios, ofertas por medio de la página web y redes sociales</li> </ol>	<p style="text-align: center;">FA: Ajuste</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Con el pasar del tiempo el proceso de compostaje sea empleado de forma casera en los hogares</li> <li>2. Falta de precisión en el sistema tecnológico del compost</li> </ol>

<b>Debilidades</b>	<p style="text-align: center;">DO: Defensivos</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Implementar estrategias de mercado, publicidad y ventas con el objetivo de llegar al cliente.</li> <li>2. Con la ayuda de artefactos tecnológicos hacer uso de metodologías que permitan garantizar una realización correcta del proceso.</li> <li>3. Establecer futuras estrategias con entidades que permitan el conocimiento y divulgación de la disposición y aprovechamiento de las heces perrunas.</li> </ol>	<p style="text-align: center;">DA: Sobreviva</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Creación de campañas educativas para poder ser conocidos y lograr ser competitivos.</li> <li>2. Investigar y ensayar nuevos sistemas que aporten a la disposición y aprovechamiento de los residuos fisiológicos para perros.</li> </ol>
--------------------	---	---

Nota. Autoría propia

## 6.2 Resultado de las encuestas

### 6.2.1 Análisis de Cronbach.

De acuerdo con el Dr. Marroquín la confiabilidad permite conocer “el grado en el que un instrumento produce resultados consistentes y coherentes. Es decir, en que su aplicación repetida al mismo sujeto u objeto produce resultados iguales”. (Marroquin, S.f).

#### Estadísticos de fiabilidad

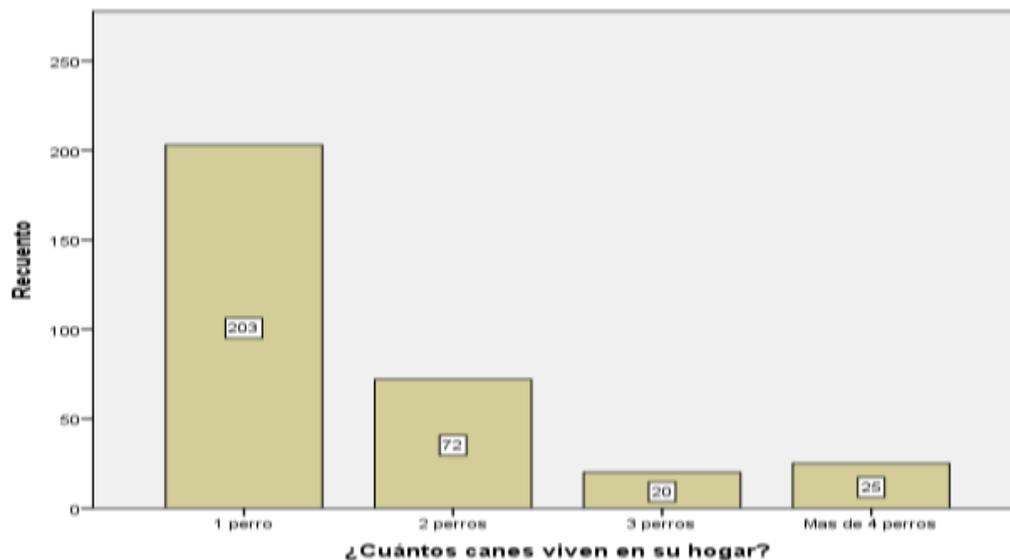
Alfa de Cronbach	N de elementos
,803	13

**Figura 13.** Análisis de fiabilidad. Elaborado mediante el software SPSS

El resultado obtenido al aplicar el análisis de alfa de Cronbach evaluando 13 elementos fue de 0,803, lo que está entre un porcentaje factible o viable según especialistas.

### 6.2.2 Análisis de los resultados de las encuestas.

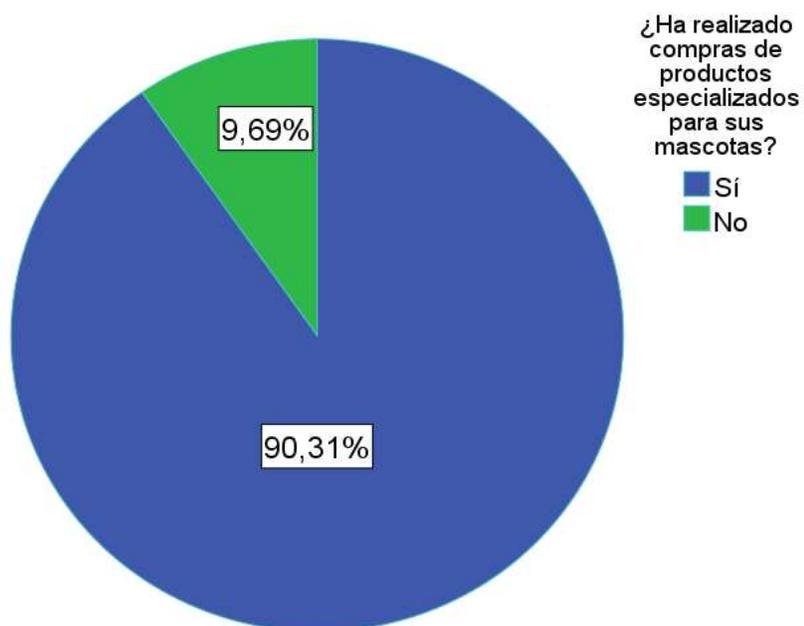
#### 6.2.2.1 ¿Cuántos canes viven en su hogar?.



**Figura 14.** Cuantos canes viven en su hogar. Elaborado mediante el software SPSS (2021)

Como se puede apreciar en la gráfica, 203 amos de perros tienen 1 perros este es el valor más alto que se registra, 72 personas conviven con 2 perros, 25 personas indicaron tener 4 perros y por última arrojando el menor dato de tenencia de canes solo 20 personas viven con 3 perros en su hogar.

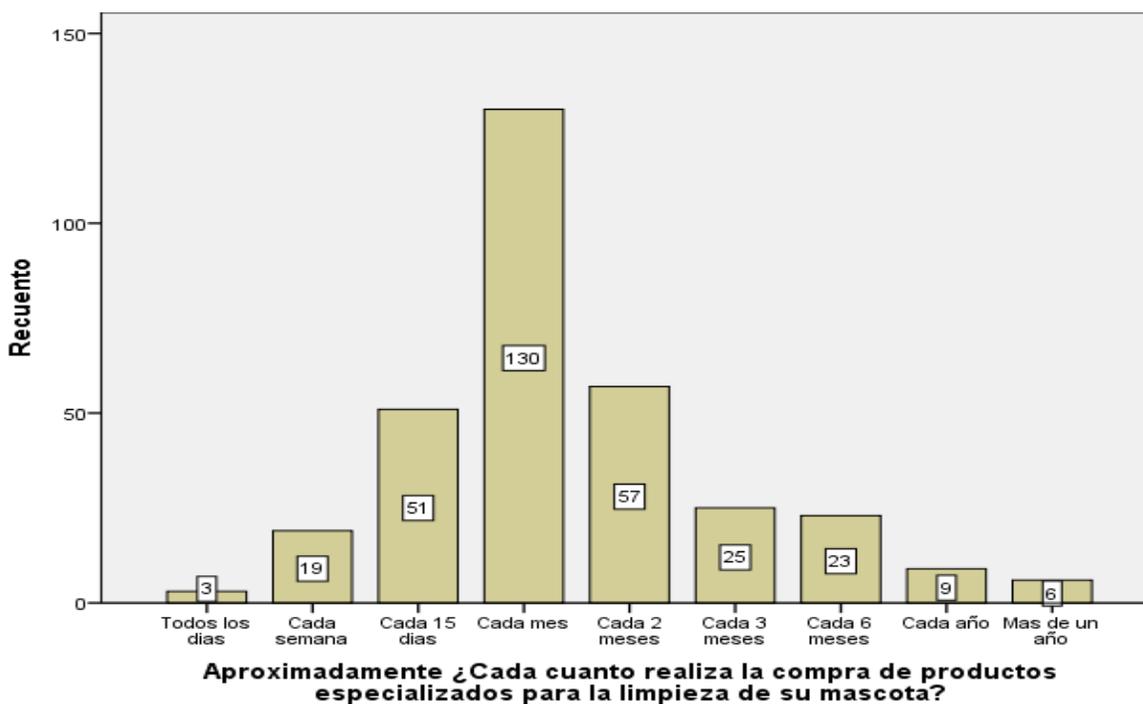
#### 6.2.2.2 ¿Ha realizado productos especializados para sus mascotas?.



**Figura 15.** Porcentaje de compra de productos especializados. Elaborado mediante el software SPSS (2021)

Como se evidencia en la figura 14 aproximadamente el 90% de las personas han realizado compras de productos especializados para sus perros mientras que el porcentaje restante (9.6%) indica que 31 personas encuestadas no han comprado productos especializados para sus mascotas.

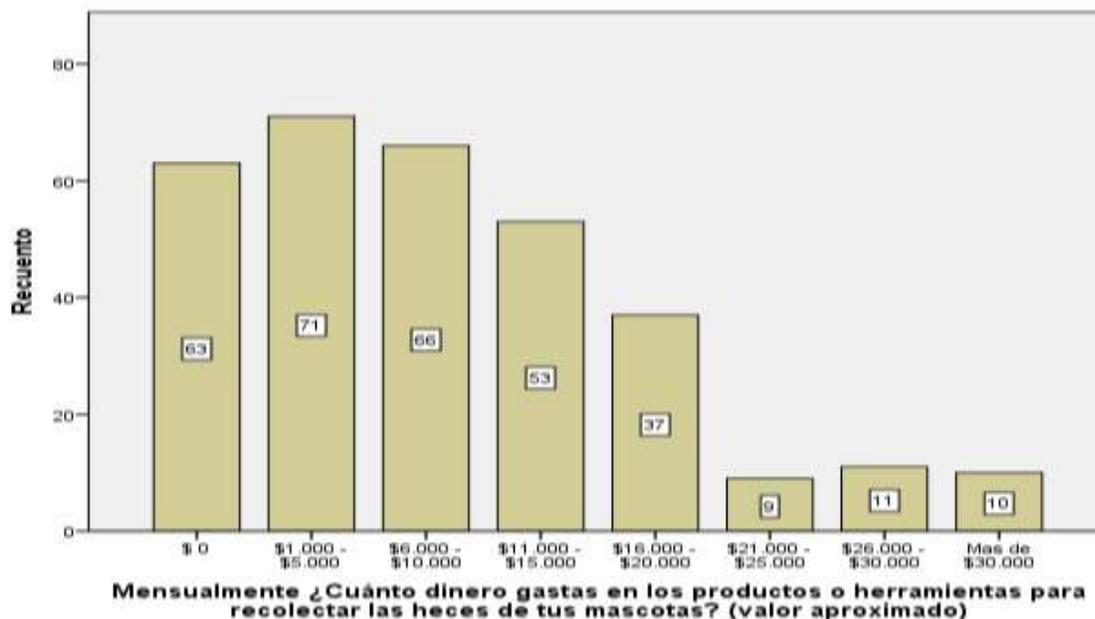
### 6.2.2.3 Aproximadamente ¿Cada cuanto realiza la compra de productos especializados para la limpieza de su mascota?



**Figura 16.** Frecuencia de compra de productos especializados para la limpieza de canes. Elaborado mediante el software SPSS (2021)

Como se puede observar, es más frecuente que se compren productos especializados de limpieza mensualmente con un valor de 130 personas encuestadas, seguido de 57 personas que compran cada 2 meses, 51 personas comprar productos de limpieza canina cada 15 días. Posteriormente se registra el resultado más bajo con solo 3 personas que compran productos de limpieza todos los días.

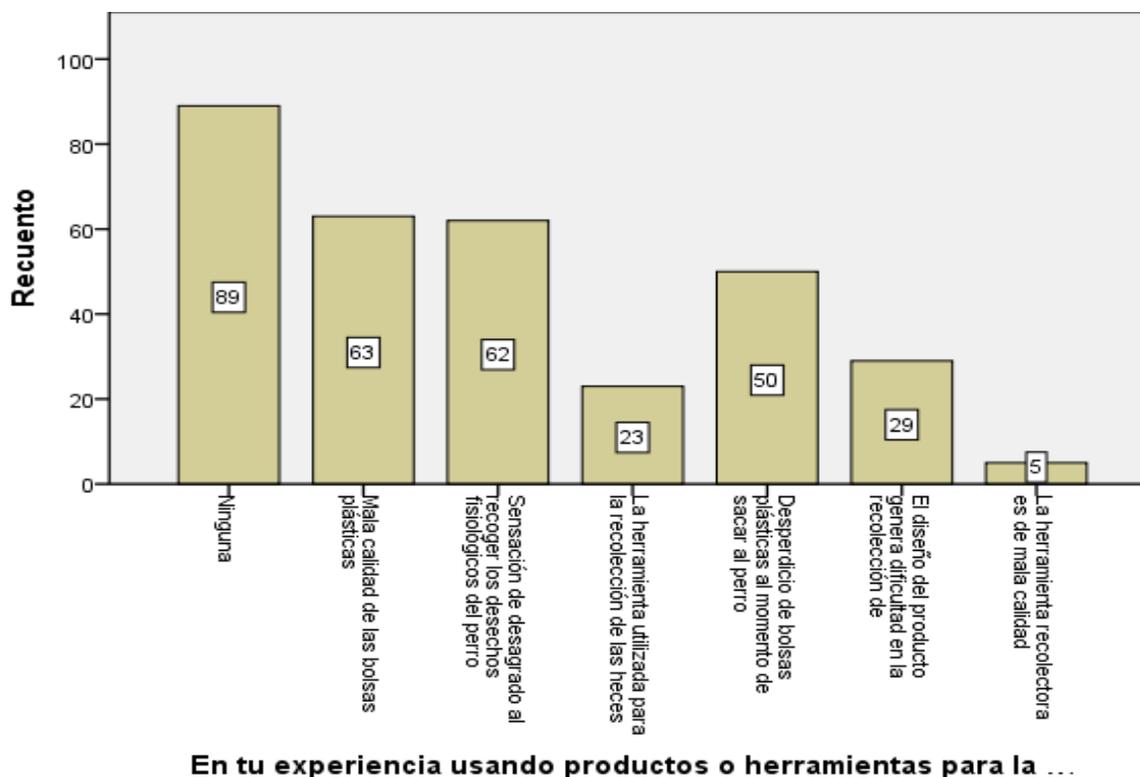
### 6.2.2.4 Mensualmente ¿Cuánto dinero gastas en los productos o herramientas para recolectar las heces de tus mascotas? (valor máximo).



**Figura 17.** Cantidad monetaria de gastos en productos o herramientas para recolectar heces de mascotas. Elaborado mediante el software SPSS (2021)

En el anterior gráfico se tomaron diversas variables para hallar un gasto promedio que incurren los dueños de mascota identificando que 71 personas de 320 gastan entre \$1.000 a \$5.000 en productos o herramientas para la recolección de las heces, también se puede apreciar que 66 personas gastan entre \$6.000 a \$10.000, 63 personas no tienen gastos para la recolección de heces. Sin embargo, la variable más baja que arroja la gráfica es de 9 personas que sus gastos oscilan entre \$21.000 a \$25.000.

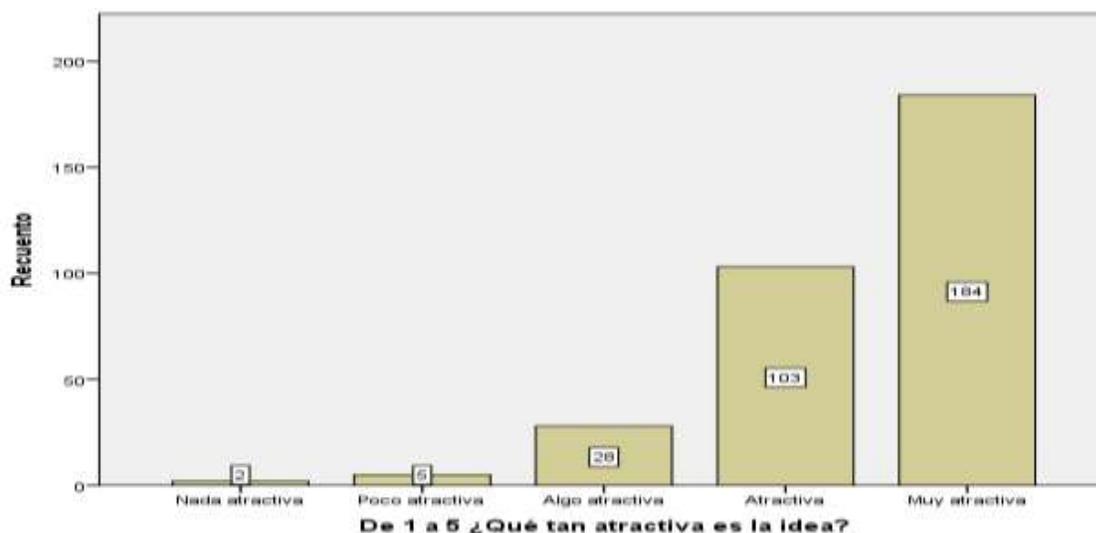
**6.2.2.5 En tu experiencia usando productos o herramientas para la recolección de las heces de tu mascota. ¿Cuáles han sido los principales inconvenientes que se le han presentado?**



**Figura 18.** Experiencia en el uso de los productos de recolección de heces. Elaborado mediante el software SPSS (2021)

Es necesario identificar las situaciones que se le han presentado a los amos de perros, por esta razón se decidió preguntar cuál ha sido la experiencia al momento de emplear los elementos de limpieza para la recolección de las heces. Dando como resultado que, 89 personas encuestados no han tenido inconvenientes con la recolección de sus heces, seguido de 63 personas registraron la respuesta mala calidad de las bolsas plásticas, 62 personas presentan desagrado al momento de recoger los desechos fisiológicos, 50 personas indican un alto número de bolsas desperdiciadas, 29 personas no les satisface el diseño del producto ya que les genera dificultad para la recolección, 23 personas registran que al contar con la herramienta esta tiene el inconveniente de tener: mal olor y dejar residuos de heces en el utensilio y finalmente solo 5 personas seleccionaron que la herramienta recolectora (ya existente en el mercado) es de mala calidad.

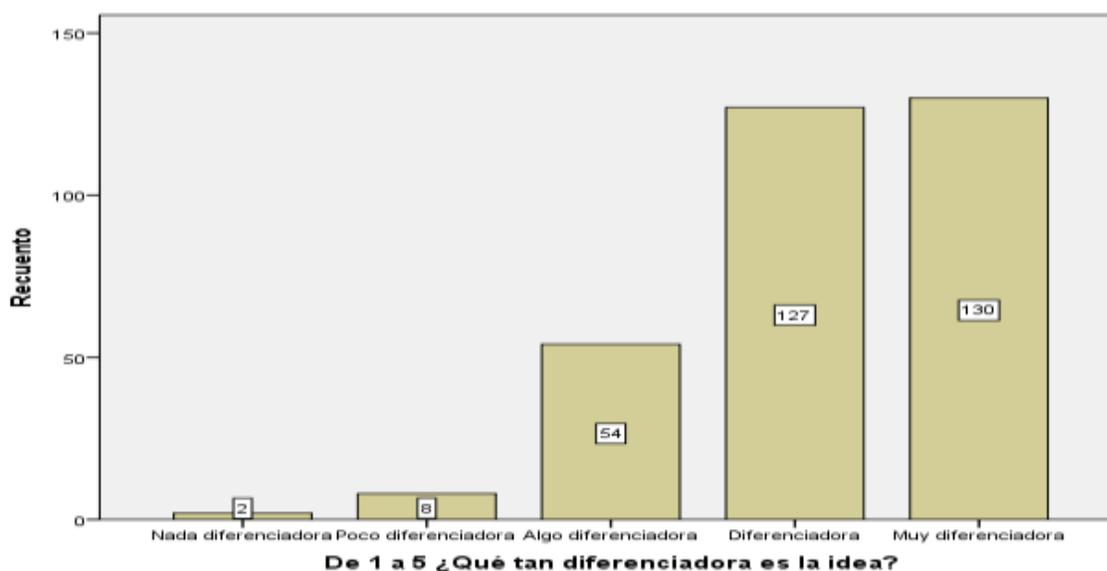
### 6.2.2.6 De 1 a 5 ¿Qué tan atractiva es la idea?



**Figura 19.** Calificación de atracción de la herramienta recolectora de heces. Elaborado mediante el software SPSS (2021)

Según la encuesta realizada, se les preguntó a 320 personas que tan atractiva es la idea de diseño de la recolectora de heces fecales dando como resultado que para la mayoría de encuestados (184 personas) registran que les parece muy atractiva la idea, 103 personas les parece atractiva la idea, 28 indican que les parece algo atractiva, 5 personas poco atractiva y por último 2 personas señalaron que no les parece nada atractiva.

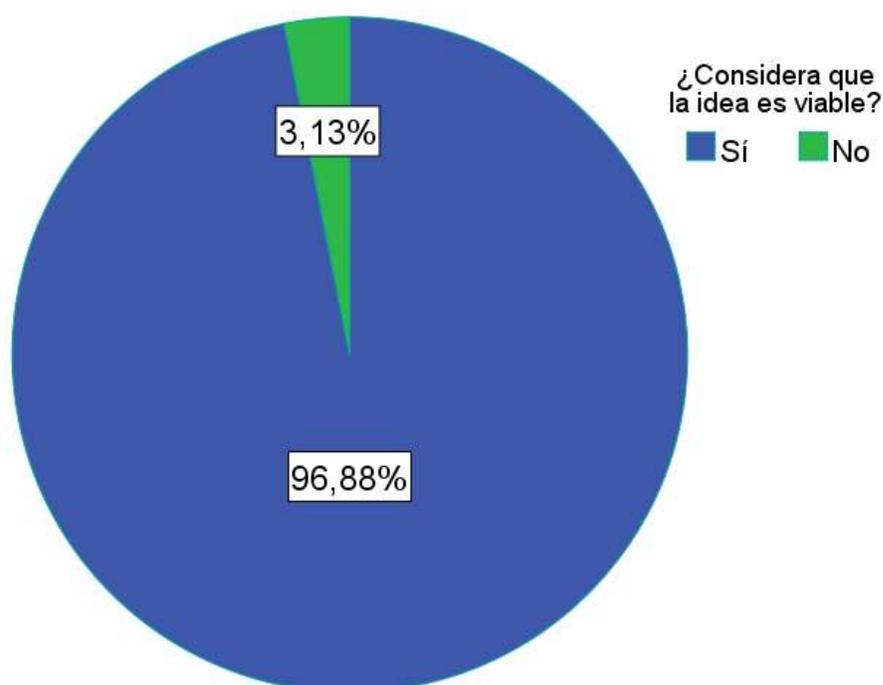
### 6.2.2.7 De 1 a 5 ¿Qué tan diferenciadora es la idea?



**Figura 20.** Clasificación de distinción de la idea. Elaborado mediante el software SPSS (2021)

Con base a la figura 19, logra evidenciar que de las 320 personas a las que se les fue aplicada la encuesta la mayoría considera que la idea tiene una gran distinción, específicamente 127 personas que corresponde al 39,7% catalogaron la idea como “diferenciadora” y 130 que corresponde al 40,6% “muy diferenciadora” y en contraposición solo 10 personas tuvieron una posición entre “nada diferenciadora” y “poco diferenciadora”.

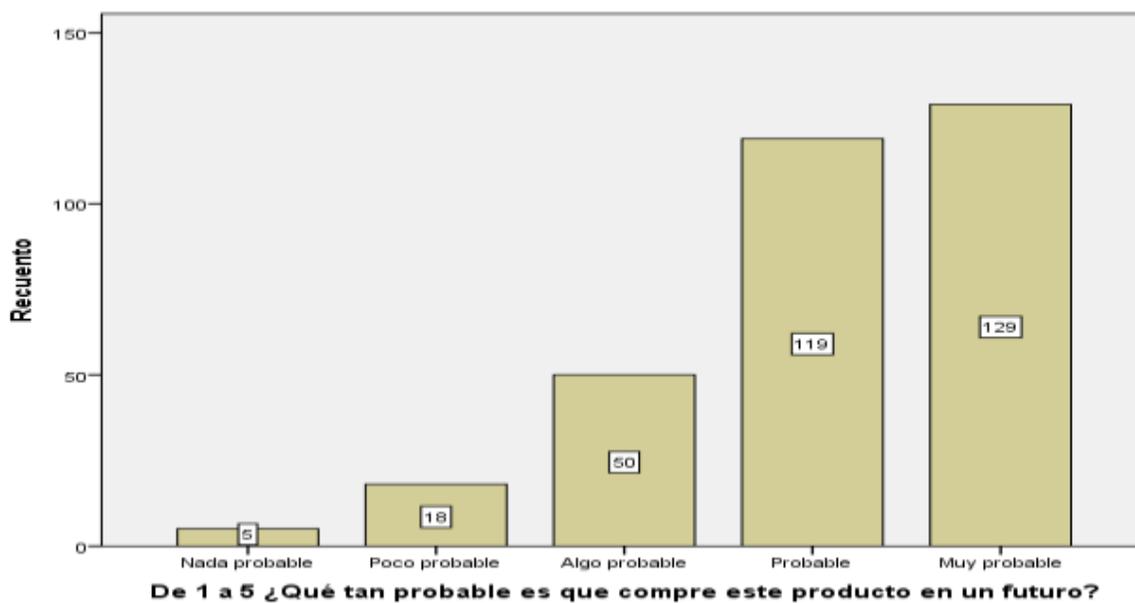
#### 6.2.2.8 ¿Considera que la idea es viable?



**Figura 21.** Porcentaje de factibilidad de la idea. Elaborado mediante el software SPSS (2021)

Con base a la figura anterior, se establece que la idea es percibida como viable en la población de personas que cuentan con un integrante perruno en su hogar, ya que el 96,88% de los encuestados encasillaron la idea como viable y solo el 3,1% que corresponde a 10 personas establecieron la idea como no viable.

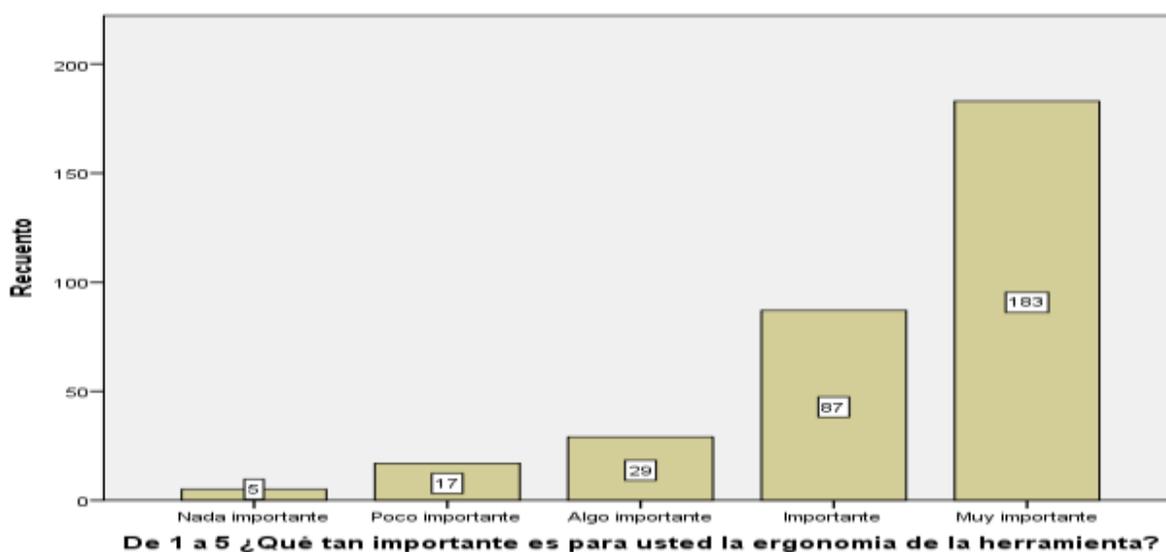
#### 6.2.2.9 De 1 a 5 ¿Qué tan probable es que compre este producto en un futuro?



**Figura 22.** Posibles adquisiciones del producto a futuro. Elaborado mediante el software SPSS (2021)

Acorde a la figura 21, que corresponde a la pregunta ¿Qué tan probable es que compre el producto a futuro? Se obtuvo los siguientes resultados: el 15,6% que corresponde a 50 personas, respondieron que era “algo probable que adquirieron el producto”, sin embargo, alrededor de 248 personas establecieron que el que comprarían el producto, específicamente 119 personas respondieron que era probable y 129 que era muy probable y solo 5 que hace referencia al 1,5% respondieron que no lo comprarían.

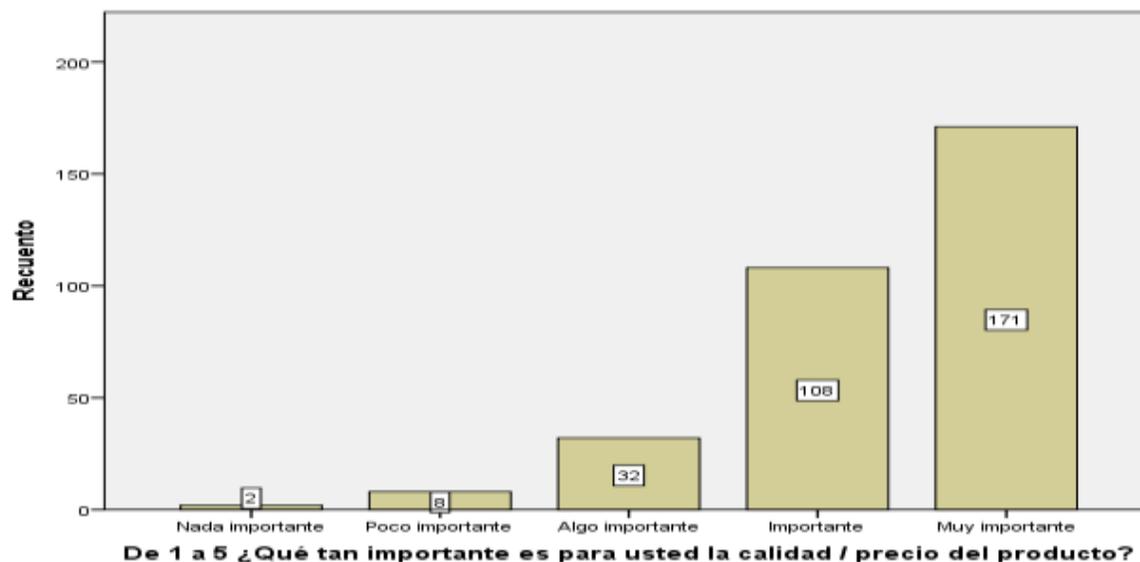
#### 6.2.2.10 De 1 a 5 ¿Qué tan importante es para usted la ergonomía de la herramienta?.



**Figura 23.** Importancia de la ergonomía del producto. Elaborado mediante el software SPSS (2021)

Según la figura 22, para las personas es su mayoría es de vital importancia que el producto sea en términos de ergonomía bueno, debido a que de allí parte a grosso modo la comodidad de la herramienta, en términos numéricos 183 personas respondieron que era muy importante la ergonomía en el aparato y solo 5 personas contestaron que él era nada importante esta característica.

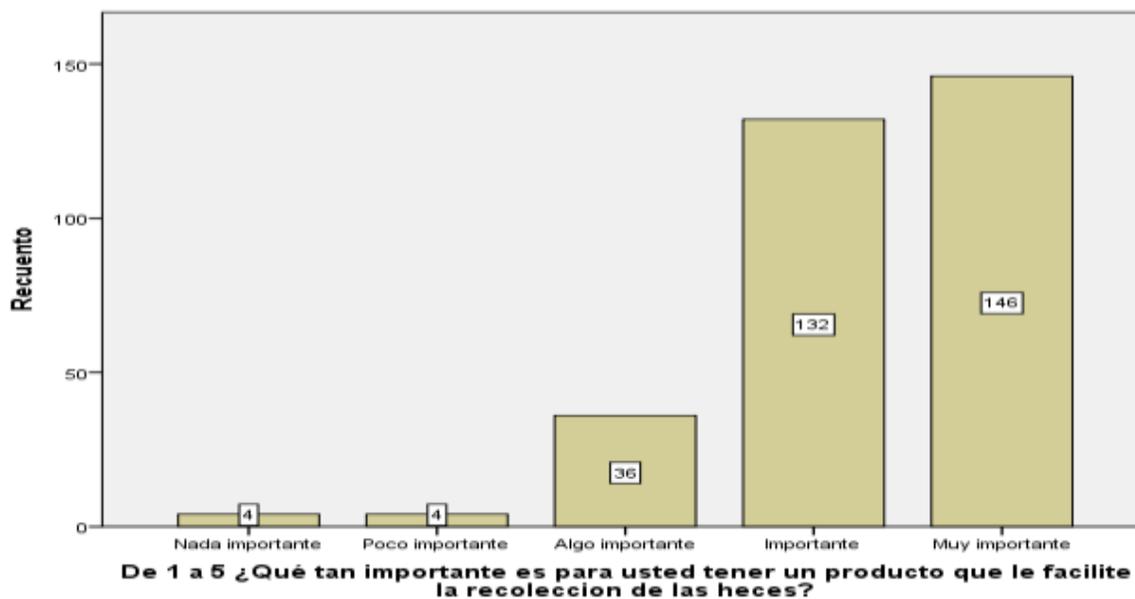
#### 6.2.2.11 De 1 a 5 ¿Qué tan importante es para usted la calidad / precio del producto?.



**Figura 24.** Importancia de calidad, precio de la herramienta. Elaborado mediante el software SPSS (2021)

De acuerdo con la figura 23, se decidió preguntarle a las 320 personas encuestadas que tan importante era para ellos la calidad versus el precio de un producto a lo que respondieron lo siguiente: 2 personas consideran que no es nada importante este aspecto, mientras que 171 personas contestaron que les era muy importante, que corresponde a más de la mitad de los encuestados, sin embargo 108 personas respondieron que para ellos era importante, con a lo anterior se percibe que para las personas es importante la relación precio/calidad de los productos al momento de la adquisición del bien.

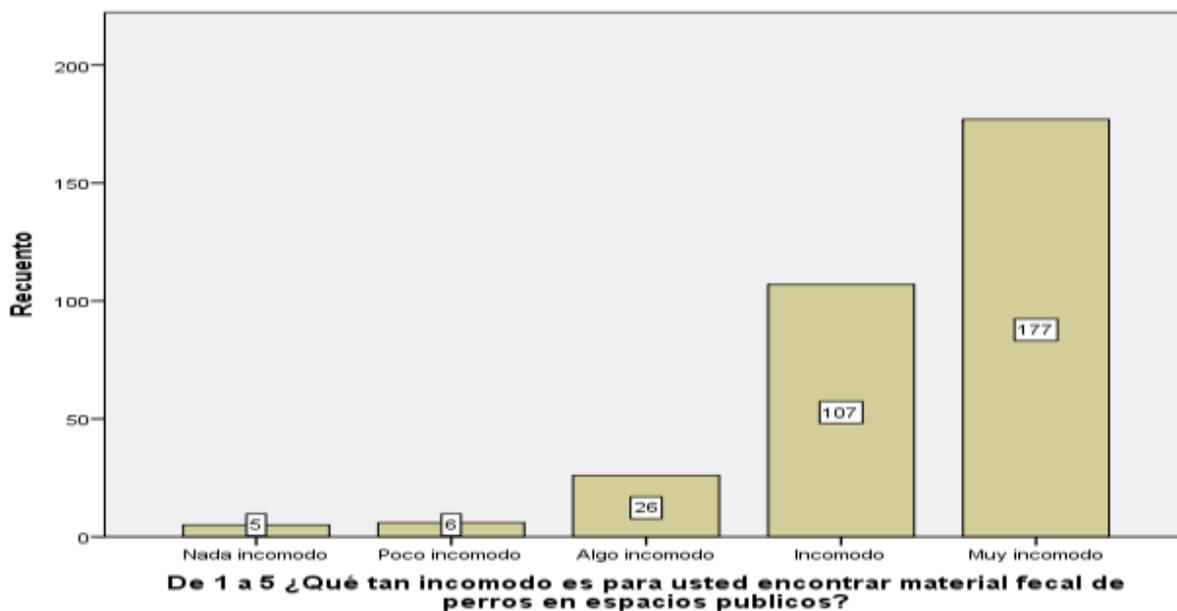
#### 6.2.2.12 De 1 a 5 ¿Qué tan importante es para usted tener un producto que le facilite la recolección de las heces?.



**Figura 25.** Importancia de un producto para la recolección. Elaborado mediante el software SPSS (2021)

A partir de la figura anterior se evidencia que las personas están interesadas en obtener un producto que les permita facilitar la recolección de los residuos fisiológicos de sus integrantes de la familia de cuatro patas (perros), ya que el 45,6% de los encuestados que corresponde a 146 personas dijeron que era muy importante para ellos, y 132 respondieron que era importante, sin embargo en contra posición a estas respuestas se obtuvo que para 4 personas no era nada importante, para otras 4 poco importante y para el 36 personas de la muestra es algo importante contar con un artefacto para la recolección de heces.

#### **6.2.2.13 De 1 a 5 ¿Qué tan incómodo es para usted encontrar material fecal de canes en espacios públicos?.**



**Figura 26.** Clasificación de incomodidad ocasionada por la presencia de heces de perros en zonas públicas. Elaborado mediante el software SPSS (2021)

En Bogotá, es muy usual encontrar materia fecal en espacios públicos por esta razón se decidió preguntar a los encuestados qué tan incómodo era para ellos esta situación, a lo que respondieron que para el 55.3% de las personas era muy incómodo y para el 33,4% incómodo, lo cual acumulado corresponde a 284 personas, a partir de esto se evidencia que esta situación es molesta para las habitantes de la ciudad.

#### 6.4 Vigilancia tecnológica

La vigilancia tecnológica se define como un proceso de organización, selección y sistematización para detectar información externa, con el fin de seleccionar, analizar y comunicar. Creando una estrategia para la toma correcta de decisiones. Adicionalmente, la vigilancia tecnológica es empleada para obtener información sobre inventos, avances, patentes y competidores sobre la aplicabilidad de tecnológicas existentes, también en detectar y extraer fuentes de información para poder tomar decisiones tecnológicas.

#### 6.5 Bibliometría.

En el presente proyecto se decide aplicar la bibliometría sobre el compostaje, como lo menciona Castellanos, Hernandez, Lopez Solano, (2009) la bibliometría es la aplicación de las matemáticas y métodos estadísticos a toda fuente escrita que esté basada en las facetas de la comunicación (Castellanos et al, 2009) la cual ejecuta metodologías básicas (matemáticas y estadísticas) a la

información de carácter científico con el objetivo de hacer el estudio y análisis de la actividad científica. Se debe considerar factores como autores, título de la publicación, tipo de documento, idioma, resumen y palabras claves.

A continuación, se presentará la bibliometría aplicada en el presente proyecto.

Tabla 16.

*Bibliometría del proceso de compostaje*

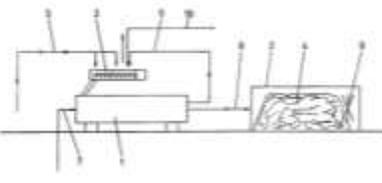
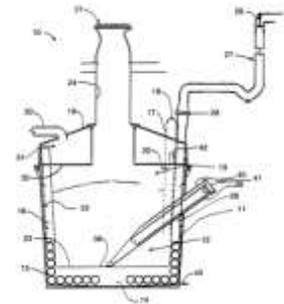
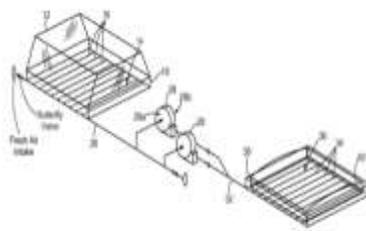
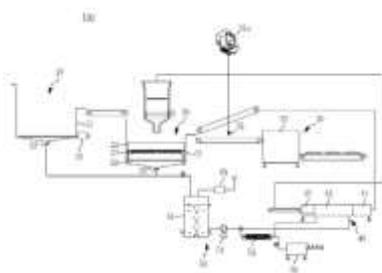
Autor (es)	Título de la publicación	Tipo de documento	Idioma	Resumen	Palabras Claves
Lidia Rosa Saldivar-de Salinas Luz Villar Vanessa Valleau Oscar Barrios-Leiva	Sistema de gestión de residuos sólidos para la Universidad Nacional de Asunción, Paraguay	Artículo Científico	Español	La investigación que se elaboró tuvo como objetivo principal diseñar un sistema de Gestión de residuos sólidos, incorporando programas de clasificación y tratamiento de residuos sólidos, tecnología, tareas de concientización ambiental, estrategias de almacenamiento de temporales y disposición final. En el artículo se aplica un enfoque de investigación tipo mixto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema</li> <li>• Gestión</li> <li>• Residuos</li> <li>• Estrategias</li> <li>• Universidad</li> </ul>
Artemio Méndez-Matías Celerino Robles Jaime Ruiz-Vega Ernesto Castañeda-Hidalgo	Compostaje de residuos agroindustrial es inoculados con hongos lignocelulósicos y modificación de la relación C/N	Artículo Científico	Inglés español	Este artículo tiene como enfoque estimar el efecto de la inoculación de <i>Trichoderma harzianum</i> y <i>Aspergillus sp</i> en la elaboración del compostaje de bagazo de maguey mezcalero (BM- <i>Agave angustifolia</i> Haw.) y bagazo de caña de azúcar (BC- <i>Saccharum officinarum</i> L.), ambos con relación C/N reducida. En el año 2012 se practicó un experimento regido a un diseño netamente aleatorio. En esto se	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bagazo de maguey</li> <li>• Bagazo de caña</li> <li>• Compostaje</li> <li>• Hongos lignocelulolíticos</li> </ul>

				observó un control sin inocular.	
Anabel Cantero- Flores Rogelio Bailón- Morales Ramón Villanueva -Arce María del Carmen Calixto- Mosqueda Fabián Robles- Martínez	Compost elaborado con residuos verdes como mejorador de suelos urbanos	Artículo Científico	Inglés español	El objetivo del artículo es examinar en un suelo no natural los efectos de la adición del compostaje generado en los residuos verdes comprendiendo su proporción de materia orgánica y su retención de agua. La realización de la composta se elaboró en la Planta de Composta del Instituto Politécnico Nacional (IPN), en este se efectúan 6 tratamientos tres de suelo mezclado con composta, uno de suelo con fertilizante químico y dos testigos (negativo: 100% suelo, positivo: 100% composta)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Áreas verdes</li> <li>• Compostaje</li> <li>• Capacidad de campo</li> <li>• Zea mays L</li> <li>• Phaseolus vulgaris L</li> </ul>

*Nota.* Autoría propia

## 6.6 Patentes.

Las patentes son un beneficio que el estado le asigna al inventor o creador como reconocimiento del esfuerzo e inversión económica y de tiempo que el autor aportó a la idea patentada. En la presente idea de mejora se decidió aplicar la búsqueda de patentes que complementa la vigilancia tecnológica para la identificación de tecnologías y mejores prácticas del compostaje en el mundo.

No de patente	Autor	Descripción	Figura
<b>Procedimiento de obtención de abono orgánico a partir de todo tipo de excremento animal</b>			
WO1999020580A1	Manuel Zamorano Navarro	La presente patente establece la elaboración de abono orgánico mediante hece de ovino, porcino, bovino, avícola. El material fecal obtenido debe presentar un 90% de humedad. Según el autor es almacenado en 'piscinas', comprendiendo el procedimiento un aerodeshidratador (1) rotativo horizontal, al que se introduce el producto a deshidratar, desde un homogeneizador (2) en el que se prepara el producto uniformemente, aportando calor al interior del deshidratador rotativo horizontal y teniendo medios de almacenaje y tratamiento de producto deshidratado para su fermentación aeróbica.	
<b>Método y aparato para eliminación y tratamiento de residuos</b>			
EP0669903	Cameron Dean Osman	En la patente se presenta una máquina para eliminar y tratar los residuos orgánicos. El aparato posee una serie de cámara de procesamiento en la cual permite formar un lecho de compost, una entrada del conjunto de cámara de procesamiento a mediante la cual se pueden agregar residuos orgánicos a un lecho de compost, en el conjunto de la cámara de procesamiento, medios de ventilación para promover la digestión aeróbica del lecho de compost, en el conjunto de la cámara de procesamiento, medios de evacuación para evitar que los desechos se vuelvan anaeróbicos, y medios de acceso para acceder al compost formado en el conjunto de la cámara de procesamiento y descargarlo	
<b>Sistema y método de compostación de pilas aireadas cubiertas sin volver</b>			
WO2011152997	Allen Jan	La patente hace referencia a una metodología para compostar una pila estetica airada no invertida que abarca las etapas de incorporar el material orgánico que poseen partículas de gran tamaño generando una pila de material orgánico en la superficie. Según el autor la superficie tiene una pluralidad de tubos de compostaje. El método comprende además los pasos de cubrir al menos una parte del montón con una capa orgánica y de partículas y luego proporcionar un flujo de aire a través de los conductos de compost de manera que se forme una presión de aire negativa en el montón, lo que hace que el aire y el fluido se retiren de la pila. montón dentro de las tuberías de compost.	
<b>Aparatos de fabricación de abono y método de fabricación de abono utilizando abono de ganado y producto de abono fabricado a medida</b>			
1020190040262	Jung, Mun Sung	La patente se basa en una creación de un método y máquina para la fabricación de abono empleando el estiércol de ganado. Es posible fabricar el sólido, la suspensión y el líquido del compost en el mismo rango de tiempo valga aclarar que no es necesario efectuar el proceso de fermentación, conforme al autor posteriormente el envejecimiento por separado mediante el uso de compost seco sin usar un agente de control de humedad separado para controlar la tasa de humedad y la tasa de carbonos en un paso final en el compost que pasó por los procesos de esterilización y fermentación	

**Figura 27.** Patentes. Autoría propia basada en aportes de patents cope (2011)

## 6.7 Diagnóstico del proceso de compostaje

### 6.4.1 Variables relevantes para la elaboración del compostaje.

A continuación, se evidenciará los diversos parámetros que debe tener el compostaje.

**6.4.1.1 Oxígeno.** Para elaborar el compost se debe tener en cuenta que este es un proceso aeróbico y que debido a esto debe tener una entrada de aire adecuada para que permita la respiración del microorganismo y asimismo libere dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) a la atmosfera. Según FAO (2013) “la aireación evita que el material se compacte o se encharque. Las necesidades de oxígeno varían durante el proceso, alcanzando la mayor tasa de consumo durante la fase termofílica” (pp 25-26). A continuación, se evidenciará la tabla de control de aireación.

Tabla 17.

*Control de aireación*

Porcentaje de aireación	Problemas		Soluciones
<5%	Baja aireación	Insuficiente evaporación de agua, generando exceso de humedad y un ambiente de anaerobiosis	Volteo de la mezcla y/o adición de material estructurante que permita la aireación.
<b>5% - 15% rango ideal</b>			
>15%	Exceso de aireación	Descenso de temperatura y evaporación del agua, haciendo que el proceso de descomposición se detenga por falta de agua	Picado del material a fin de reducir el tamaño de poro y así reducir la aireación. Se debe regular la humedad, bien proporcionando agua al material o añadiendo material fresco con mayor contenido de agua (restos de fruta y verduras, césped, purines u otros)

*Nota.* Tabla construida a partir de los aportes de FAO (2013)

Como se puede apreciar en la anterior tabla el oxígeno que ingresa al compost no puede estar por debajo de 5% esto haría que no se haga el proceso de evaporación de agua presentando exceso de humedad ni por encima de 15% esto provocaría una baja de temperatura y se evapora la humedad ocasionando el retraso del proceso de descomposición por falta de líquido. Si no se maneja el rango ideal o en el mejor de los casos 10% nivel óptimo se tendrá malos olores y acidez

**6.4.1.2 Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).** En el proceso de compostaje se presenta la salida de CO<sub>2</sub> debido a la respiración de los microorganismos. En términos generales, se obtienen diariamente de 2 o 3 kilos de co<sub>2</sub> por cada tonelada. Conforme a FAO (2013) el “ CO<sub>2</sub> producido durante el proceso de compostaje, en general es considerado de bajo impacto ambiental, por cuanto es capturado por las plantas para realizar fotosíntesis”. (pp. 26)

**6.4.1.3 Humedad.** La variable de humedad es relevante para el compost ya que se encuentra relacionado a los microorganismos puesto que como todos los seres vivos utilizan el agua para transportar los nutrientes y los elementos energéticos mediante la membrana celular.

Tabla 18.

*Parámetros de humedad óptimos*

Porcentaje de humedad	Problemas		Soluciones
<45%	Humedad insuficiente	Puede detener el proceso de compostaje por falta de agua para los microorganismos	Se debe regular la humedad, ya se ha proporcionado agua al material o añadiendo material fresco con mayor contenido de agua (restos de fruta y verduras, césped, purines u otros)
<b>45% - 60% rango ideal</b>			
>60%	Oxígeno insuficiente	Material muy húmedo, el oxígeno queda desplazado. Puede dar lugar a zonas de anaerobiosis.	Volteo de la mezcla y/o adición de material con bajo contenido de humedad y con alto valor en carbono, como serrines, paja u hojas secas.

*Nota.* Autoría propia con aportes de FAO (2013).

Como se evidencia en la anterior tabla el rango óptimo de humedad está entre 45% a 60% de agua, si la humedad se encuentra por debajo de 45% indica la disminución de la actividad microbiana ocasionando la falta de tiempo en las fases de degradación y esto da como consecuencia un compost biológicamente inestable. Si por el contrario es mayor a 60% el agua saldrá por los poros y obstruye la oxigenación del material. El porcentaje de humedad óptimo se encuentra

alrededor del 55% de agua.

**6.4.1.4 Temperatura.** En los parámetros de la temperatura presenta gran variación en función de la fase del proceso del compost. El compostaje tradicional comienza con su exposición a temperatura ambiente y logra subir hasta los 65°C sin necesidad de conectar una fuente de calor externa, cumpliendo el ciclo llegando a la fase de maduración a una temperatura ambiente.

Tabla 19.

*Parámetros de temperatura óptimos*

Temperatura (°C)	Causas asociadas		Soluciones
Bajas temperaturas (T° ambiente < 35°C)	Humedad insuficiente	Las bajas temperaturas pueden darse por varios factores, como la falta de humedad, por lo que los microorganismos disminuyen la actividad metabólica y, por tanto, la temperatura baja.	Humedecer el material o añadir material fresco con mayor porcentaje de humedad (restos de fruta y verduras, u otros)
	Material Insuficiente	Insuficiente material o forma de la pila inadecuada para que alcance una temperatura adecuada.	Añadir más material a la pila de compostaje
	Déficit de nitrógeno o baja C: N	El material tiene una alta relación C: N y, por lo tanto, los microorganismos no tienen el N suficiente para generar enzimas y proteínas y disminuyen o ralentizan su actividad. La pila demora en incrementar la temperatura más de una semana.	Añadir material con alto contenido en nitrógeno como estiércol.
Altas temperaturas (T ambiente >70°C)	Ventilación y humedad insuficiente	La temperatura es demasiado alta y se inhibe el proceso de descomposición. Se mantiene actividad microbiana pero no la suficiente para activar a los microorganismos mesofílicos y facilitar la terminación del proceso.	Volteo y verificación de la humedad (55-60%). Adición de material con alto contenido en carbono de lenta degradación (madera, o pasto seco) para que ralentice el proceso.

*Nota.* Autoría propia con aportes de FAO (2013).

Es aconsejable que al momento de hacer la elaboración del compostaje la temperatura no disminuye con rapidez porque a mayor incremento de tiempo y temperatura posee mayor velocidad de descomposición e higienización.

**6.4.1.5 PH.** El valor del PH se debe a la materia prima empleada y presenta una variabilidad en cada fase del proceso comprende valores entre 4.5 a 8.5.

Tabla 20.

*Parámetros de pH óptimos*

<b>pH</b>	<b>Causas asociadas</b>		<b>Soluciones</b>
< 4,5	Exceso de ácidos orgánicos	Los materiales vegetales como restos de cocina, frutas, liberan muchos ácidos orgánicos y tienden a acidificar el medio	Adición de material rico en nitrógeno hasta conseguir una adecuada relación C: N.
<b>4,5 – 8,5 Rango ideal</b>			
> 8,5	Exceso de nitrógeno	Cuando hay un exceso de nitrógeno en el material de origen, con una deficiente relación C: N, asociado a humedad y altas temperaturas, se produce amoniaco alcalinizando el medio.	Adición de material más seco y con mayor contenido en carbono (restos de poda, hojas secas, aserrín)

*Nota.* Autoría propia con aportes de FAO (2013).

Gracias al PH se puede determinar la existencia de los microorganismos y cada conjunto tiene pH óptimo de crecimiento y multiplicación. Cuando se tiene un pH entre 6,0 – 7,5 se presenta mayor actividad bacteriana en cambio si se tiene un pH entre 5,5 – 8,0 presenta una mayor actividad fúngica. El rango óptimo para registrar el pH está entre 5,8 a 7,2.

**6.4.1.6 Relación Carbono -Nitrógeno (C: N).** El cálculo que arroje la relación C: N presenta variaciones en función al material empleado al comienzo y se adquiere la relación numérica al fraccionar el contenido del porcentaje de carbono total sobre el porcentaje del nitrógeno total de los elementos a compostar.

Tabla 21.

*Parámetros de la relación carbono/ nitrógeno*

<b>C: N</b>	<b>Causas asociadas</b>		<b>Soluciones</b>
>35: 1	Exceso de carbono	Existe en la mezcla una gran cantidad de materiales ricos en carbono. El proceso tiende a enfriarse y a ralentizarse	Adición de material rico en nitrógeno hasta conseguir una adecuada relación C: N.
<b>15:1 – 35:1 Rango ideal</b>			
<15: 1			

	Exceso de nitrógeno	En la mezcla hay una mayor cantidad de material rico en nitrógeno, el proceso tiende a calentarse en exceso y se generan malos olores por el amoníaco liberado.	Adición de material con mayor contenido en carbono (restos de poda, hojas secas, aserrín)
--	---------------------	---	---

Nota. Autoría propia con aportes de FAO (2013).

Según la tabla 2 el rango ideal en el cual debe estar la relación C: N es 15:1 – 35:1 si se presenta un bajo nivel de C: N (<15:1) indica que se presenta mayor cantidad de nitrógeno ocasionando malos olores, si por el contrario es mayor el nivel de C: N (>35:1) indica un aumento de carbono en el producto compostado y representa el enfriamiento y demora en el proceso.

**6.4.1.7 Tamaño de partículas.** Según FAO (2013) “La actividad microbiana está relacionada con el tamaño de la partícula, esto es, con la facilidad de acceso al sustrato” (pp. 30). Si se tiene un compostaje con partículas pequeñas representa una mayor superficie esto facilita el acceso al sustrato. El tamaño óptimo que debe tener el producto para empezar es de 5 a 20 cm.

Tabla 22

#### Control del tamaño de partícula

Tamaño de las partículas (cm)		Problemas	Soluciones
>30 cm	Exceso de aireación	Los materiales de gran tamaño crean canales de aireación que hacen bajar la temperatura y desaceleran el proceso	Picar el material hasta conseguir un tamaño medio de 10-20 cm
<b>5 – 30 cm Rango ideal</b>			
<5 cm	Compactación	Las partículas demasiado finas crean poros pequeños que se llenan de agua, facilitando la compactación del material y un flujo restringido del aire, produciéndose anaerobiosis.	Voltear y/o añadir material de tamaño mayor y volteos para homogeneizar

Nota. Autoría propia con aportes de FAO (2013).

El determinante de tamaño de partículas está vinculado a la densidad del material y la retención de humedad dando una densidad aproximada de 150-250 kg/m<sup>3</sup>, a medida que se va efectuando el proceso del compostaje se evidencia una disminución del tamaño de partículas ocasionando un aumento de densidad en un rango de 600-700 kg/m<sup>3</sup>.

#### 6.4.2 Proceso tradicional de compostaje.

El proceso de compostaje tradicional es aquel proceso en el que intervienen microorganismos y

elementos químicos como el Nitrógeno (N) y el Carbono (C) con el fin de transformar los residuos orgánicos de diversos tipos en fertilizante que afecta de manera positiva los suelos ya que es un producto rico en nutrientes, el proceso de compostaje tradicional consta de número de etapas y suele ser un proceso largo y demorado. de acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura el proceso de compostaje tiene tres según temperatura y una cuarta cocida como maduración. (FAO, 2013a).

**6.4.2.1 Fase de Mesófila.** La primera etapa es conocida como fase de Mesófila la cual tarda entre 2 a 8 días, en esta fase el material inicial empieza el proceso a temperatura ambiente, pero en cuestión de horas a más tardar escasos días gracias a la presencia de microorganismos la temperatura asciende a 45°C debido a que los microorganismos usan fuentes de Nitrógeno y Carbono lo permite que se dé un aumento de la temperatura, en esta fase el pH suele bajar debido a que existen compuestos solubles como azúcares que producen ácidos orgánicos. (FAO, 2013b).

**6.4.2.2 Fase de Termófila.** La segunda fase se denomina fase de Termófila o Higienización, en esta fase se trabaja con temperaturas mayores a 45°C y puede tardar algunos meses según la materia prima o producto inicial con el que se esté realizando el compostaje, el clima, el lugar, entre otros aspectos. En esta fase los microorganismos de la etapa anterior son sustituidos por microorganismo que soportan mayores temperaturas los cuales por lo general suelen ser bacterias termófilas, entre las funciones de estas bacterias está permitir de manera más sencilla realizar la degradación de compuestos de Carbono complejos entre los cuales se encuentra la celulosa. El PH en esta fase aumenta y la temperatura puede llegar a temperaturas mayores de 60°C, es a esta temperatura que se presentan microorganismos que se encargan de descomponer la hemicelulosa y mezclar compuestos orgánicos complejos de carbono. (FAO, 2013c).

En esta fase se destruyen aquellas bacterias y contaminantes (residuos fisiológicos), entre algunos se encuentran la *Escherichia coli* y *Salmonella*, adicionalmente se logra eliminar huevos de helminto, semillas de maleza provenientes de las heces a temperaturas de 55°C, permitiendo obtener un producto higienizado o limpio. (FAO, 2013d).

**6.4.2.3 Fase de Mesófila II.** La tercera etapa tiene el nombre de fase de enfriamiento o Mesófila II, esta fase tarda alrededor de algunas semanas, una vez reducida la presencia de Carbono y Nitrógeno en la materia prima (residuos orgánicos), en la fase de enfriamiento los niveles de temperatura bajan llegando ser de 40°C a 45°C y posteriormente proceden a aparecer hongos visibles y se sigue descomponiendo componente tales como la celulosa. Cuando se llegan a

temperaturas iguales o menores a 40°C nuevamente los microorganismos mesófilos inician sus tareas y se reduce el PH, sin embargo, generalmente el PH se conserva de tipo alcalino (pH superior a 7) (FAO, 2013e).

**6.4.2.4 Fase de Maduración.** Por último, se encuentra la fase de Maduración, en la fase de maduración el producto tarda varios meses expuesto a temperatura ambiente y durante este tiempo se presentan reacciones de polimerización y condensación de compuesto de carbono con el fin de producir compuestos ácidos fúlvicos y húmicos que son importantes para el proceso de transformación de material orgánico en compostaje. (FAO, 2013f).

**6.4.2.5 Ventajas y factores críticos del compostaje tradicional.** Con el fin de identificar los aspectos positivos como fortalezas y ventajas además de aspectos negativos como lo son debilidades y factores críticos del proceso de compostaje tradicional se decidió realizar un análisis de ventajas y factores críticos del proceso como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 23.

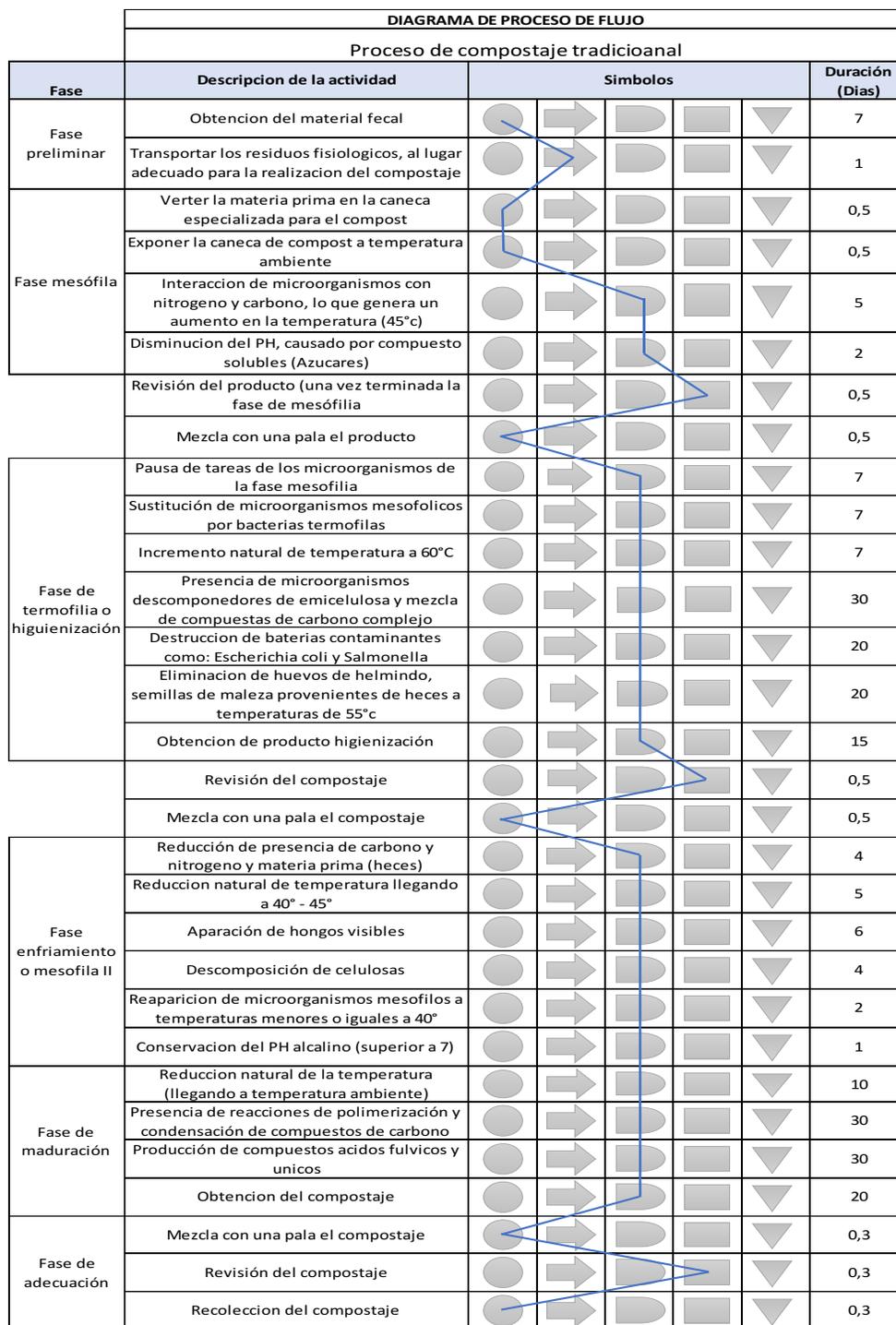
*Estudio del proceso de compostaje tradicional de residuos orgánicos*

<b>Positivo</b>	<b>Negativo</b>
<p style="text-align: center;">Fortalezas</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El compostaje tradicional es confiable gracias a los estudios realizados sobre el mismo, además de tener un paso de las fases del proceso lo que permite tener un mayor control sobre el producto (fertilizante).</li> <li>2. El compostaje cumple con los parámetros de calidad</li> </ol>	<p style="text-align: center;">Debilidades</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El proceso de compostaje tradicional es demorado.</li> <li>2. El material orgánico (producto inicial) debe alcanzar diversas temperaturas establecidas durante el proceso de acuerdo con la fase en la que se encuentre.</li> <li>3. Se tiene que hacer el compostaje en un sitio adecuado</li> </ol>
<p style="text-align: center;">Ventajas</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Producto de gran demanda por el sector agrícola.</li> <li>2. Producto de calidad rico en nutrientes para suelos, plantas, cultivos, entre otros.</li> </ol>	<p style="text-align: center;">Factores críticos</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Alta competencia en el mercado de fertilizantes.</li> <li>2. Resistencia al cambio de marca o producto por consumidores actuales de fertilizantes.</li> <li>3. Las personas no le gustan hacer el proceso de compostaje. Así mismo no existe una cultura sobre la realización del mismo</li> </ol>

	compostaje 4. Disposición con bolsas plásticas
--	---

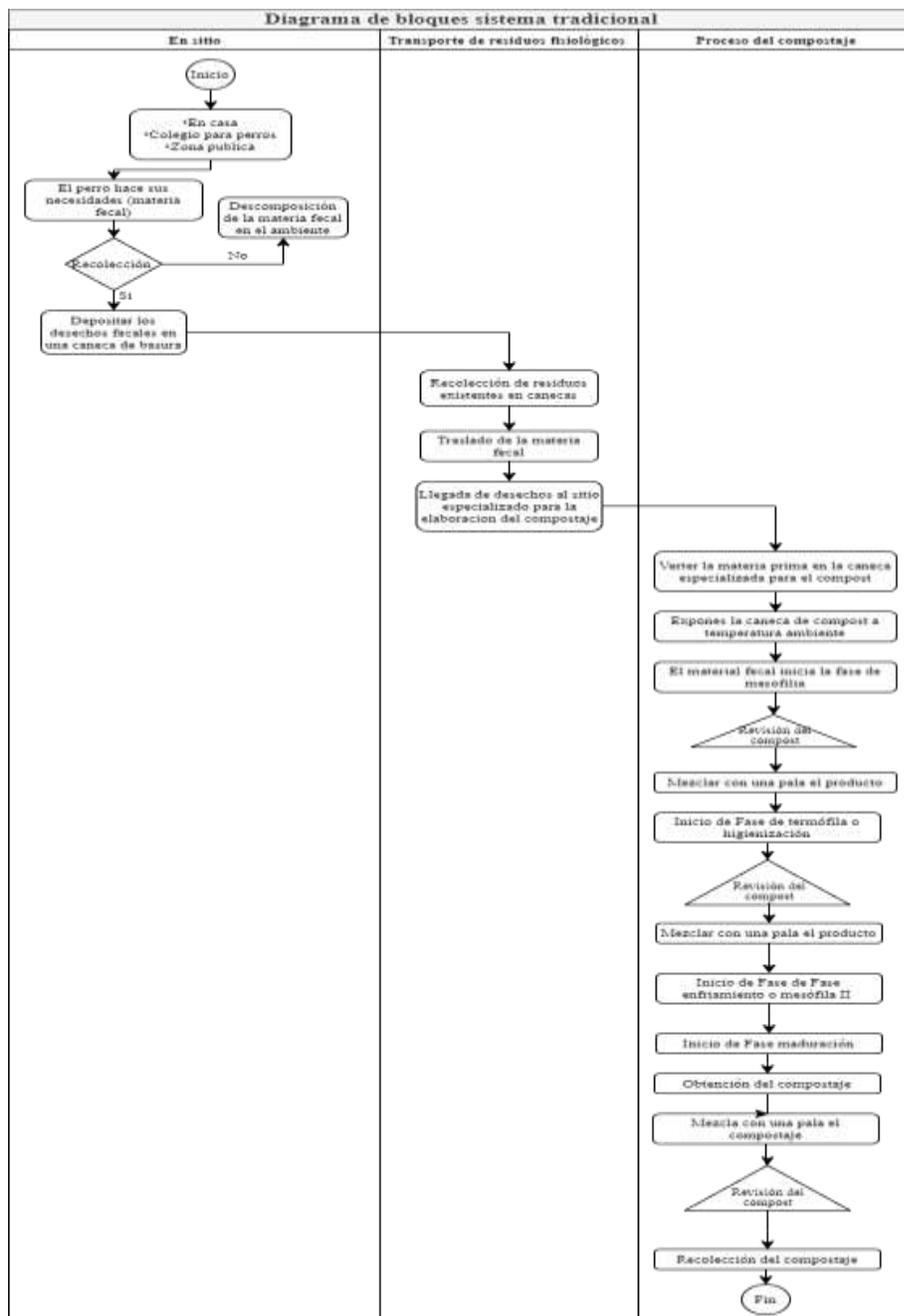
*Nota.* Autoría propia

**6.4.2.6 Diagrama de flujo de procesos para el compostaje tradicional.** A continuación, se evidenciará el diagrama de flujo de proceso del compostaje tradicional en el cual se puede apreciar las fases que pasa la materia fecal del perro, la descripción de la actividad y la simbología que caracteriza cada actividad.



**Figura 28.** Diagrama flujo de procesos compostaje tradicional. Autoría propia

**6.4.2.7 Diagrama de bloques para el sistema tradicional de compostaje.** En el siguiente diagrama de bloques se presentará las tres etapas que pasan los residuos fisiológicos perrunos para la elaboración del compostaje. Se evidenciará una etapa de in situ, transporte y elaboración del compostaje.



**Figura 29.** Diagrama de bloques sistema tradicional. Autoría propia

### 6.4.3 Proceso mejorado de compostaje.

Es importante conocer el proceso del compostaje puesto que al saber cómo se utilizan y valoran los materiales orgánicos se contribuye a la naturaleza. Como se evidenció anteriormente, el proceso de compostaje tradicional conlleva mucho tiempo en su elaboración. Sin embargo, se propone una solución rápida y eficaz para disponer de un compostaje óptimo y reutilizable en el medio ambiente.

El proceso de mejora del compostaje puede tardar entre dos a tres semanas si se emplean los siguientes pasos para su ejecución:

**6.4.3.1 Relación Carbono-Nitrógeno en el compost.** Establecer una correcta relación entre Carbono-Nitrógeno del compost es esencial para obtener calidad en el compostaje. Según Agromática si se mantiene una gran cantidad de elementos con carbono, esto ocasiona una expulsión de forma de dióxido de carbono a la esfera si por el contrario es mayor el contenido de nitrógeno se produce transmisión de olores desfavorables y altas temperaturas. (Angulo, 2014).

**6.4.3.2 Identificación de la relación carbono-nitrógeno del compost.** Se han establecido unos parámetros guías que indican si la relación es baja o alta los cuales son:

- La temperatura del compost es muy alta. La relación C/N es baja (alto contenido en nitrógeno).
- La pila de compost desprende un olor desagradable a amoníaco. La relación C/N es baja.
- Gran presencia de fauna. Gusanos, moscas y otros insectos. La relación C/N es baja.
- El proceso de compostaje es lento, casi detenido. La relación C/N es alta (alto contenido en carbono).

A continuación, Para el control de la relación Carbono-Nitrógeno se mostrará una tabla la cual evidenciará algunos índices de carbono-nitrógeno de cada elemento.

Tabla 24.

*Relación C: N*

<b>Elemento</b>	<b>Relación C/N</b>
Residuos de comida	15/1
Trozos o astillas de madera	200-500/1
Paja	40-100/1
Estiércol	5-25/1
Residuos de café	20/1
Desechos de fruta	35/1
Leguminosas recién cortadas	20-25/1
Humus	10/1
Hojas	40-80/1
Césped	17/1
Papel de periódico	400/1
Paja de trigo	100/1

*Nota.* Autoría propia con aportes de Angulo, J (2014)

Según el manual del compostaje del agricultor para poder obtener un compostaje en el tiempo

estipulado es esencial que el parámetro C/N se encuentre en un rango entre 25:1 - 35:1 (Pilar, Roman, Martinez, & Pantoja, 2013) por esta razón es correcto utilizar el elemento de desechos de fruta.

Luego, es importante tener en cuenta la homogeneidad del tamaño puesto que para acelerar el proceso de compostaje se debe tener un triturado de la materia prima. Como lo dice Agromática, al triturar, aumenta notablemente la superficie de contacto del material a compostaje obteniendo acelerar el proceso. También, al mezclar los elementos que se trituran y se consigue una homogeneidad el procedimiento del compostaje se elabora de forma ecuánime y con más velocidad (Angulo, 2014).

Es válido aclarar que el aire y la humedad son factores esenciales que contribuyen a la realización eficiente y veloz del compostaje.

Finalmente, se tiene un proceso de frecuencia de volteo el proceso se somete a fermentaciones aeróbicas es decir se expone el proceso al aire mediante se voltea constantemente. Después, es aconsejable dejar el producto en reposo absoluto por 2 a 3 días. Luego de haber esperado este lapso de tiempo el proceso de volteo se realizará cada 2 días.

**6.4.3.3 Pruebas de calidad del compostaje.** A continuación, se especificarán las deferentes pruebas de calidad que se le deben realizar al compost.

**6.4.3.3.1 Color y olor.** Para tener certeza del correcto proceso que se lleva a cabo para la realización del compostaje con las heces perrunas es necesario hacer prueba de calidad con el olor y el color. Si se cuenta con un buen proceso de compostaje tiene un olor particular a tierra húmeda, si no se cuenta con estas condiciones se puede decir que se presentan problemas alguna parte de los procesos que se efectúa para la elaboración del compost como: exceso de humedad, desequilibrio en relaciones, falta de aireación. y un color marrón oscuro valga aclarar que debe estar homogeneizado en su totalidad con los elementos externos adicionados. (Angulo, 2014).

**6.4.3.3.2 Estructura del compost.** Agromática expresa que para realizar esta prueba de calidad es necesario coger un parte del compost en la mano y apretarla se pueden presentar las siguientes situaciones:

Al apretar una parte del compost en la mano y posteriormente abrir la mano se destruye quiere decir que el compostaje tiene una estructura seca. Si al apretar el compostaje extrae fluidos presenta un exceso de humedad y hace falta el proceso de aireación. Finalmente, si al apretar y abrir la mano

se mantiene el compostaje con buena estructura en otras palabras no tiene exceso de humedad ni sequía esto indicará que el proceso realizado para la elaboración del compost con heces de perros está en óptimas condiciones. (Angulo, 2014).

Para concluir con este proceso de mejora se debe tener en cuenta que el tiempo dependerá del seguimiento intensivo de los pasos expresados en el presente documento es decir hay que tener en cuenta condiciones de: humedad, temperatura, equilibrio de materia prima, aire etc. Es primordial tener en cuenta las pruebas de calidad para obtener un compost eficaz.

**6.4.3.4 Ventajas y factores críticos del compostaje mejorado.** Con el objetivo de establecer los aspectos positivos (fortalezas y ventajas) al igual que los aspectos negativos (debilidades y factores críticos) del compostaje mejorado se realizó un análisis de ventajas y factores críticos del proceso mejorado de compostaje como se evidencia en la tabla 26.

Tabla 25.

*Identificación de las ventajas y factores críticos del compostaje mejorado*

Positivo	Negativo
<p style="text-align: center;"><b>Fortalezas</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Al implementar este método facilita la obtención del compostaje.</li> <li>En poco tiempo se realiza un compostaje de calidad.</li> </ol>	<p style="text-align: center;"><b>Debilidades</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>No se han realizado muchos ensayos sobre este método de compostaje.</li> </ol>
<p style="text-align: center;"><b>Ventajas</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Utilización de desechos orgánicos (cáscara de huevo, legumbres, desechos de fruta, etc.) existentes en casa.</li> <li>El acelerado proceso para la obtención del compost a comparación con el compost tradicional.</li> </ol>	<p style="text-align: center;"><b>Factor crítico</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>No saber utilizar la relación de carbono/nitrógeno, ocasionando un desfase en el proceso.</li> <li>Se requiere de mayor esfuerzo de control al momento de voltear el compost.</li> </ol>

*Nota.* Autoría propia

## **6.8 Diseño del sistema para el adecuado aprovechamiento de las heces**

### **6.8.1 Prospectiva estratégica.**

Como lo menciona Myriam Quiroa, la prospectiva estratégica es una disciplina que diseña y aplica una serie de acciones para anticiparse al futuro y transformarlo. (Quiroa M, 2021) Las estrategias se crean implementando pensamientos decisivos para influenciar o modificar el futuro. La prospectiva estratégica brinda una proyección del futuro mediante una serie de escenarios

posibles, las cuales se crean estrategias en función de los escenarios. Como lo menciona Miguel Fernández la planeación prospectiva estratégica cuenta con dos fases de actuación: pensar escenarios y planear futuros escenarios, aunque debe partir del análisis de varios escenarios pasados. (Fernández, 2017).

La prospectiva estratégica aporta grandes beneficios porque al calcular el futuro de un proyecto se posee una visualización aportando al funcionamiento y crecimiento de cualquier empresa esto hará que la compañía se desempeñe en un ambiente altamente competitivo. También ayuda a identificar y proyectar tendencias futuras esto les permite tener un plan de acción para evitar las afectaciones a los procesos internos de la empresa. Así mismo al implementar la prospectiva estratégica la empresa se enfrenta a mayor competencia y a tener un cambio evolutivo en la tecnológica con el fin de ser más eficientes en sus procesos.

**6.5.1.1 Escenarios.** Un escenario permite visualizar diferentes entornos que podrían suceder en un futuro. Al realizar las diferentes descripciones parciales se determinan las posibles situaciones y se detallan las acciones a realizar. Son empleados los escenarios cuando se tiene nuevos productos, investigaciones, planes estratégicos etc.

*6.5.1.1.1 Escenarios posibles o factibles.* Como lo menciona Michel Godet clásicamente se distinguen los escenarios posibles, es decir, todo lo que se puede imaginar (Godet, M, 1993) Dichos escenarios son seleccionados por posibles situaciones que pueden presentarse en el futuro. El hecho de que se determinen los escenarios posibles no significa que haya la posibilidad de que sucedan o sean deseables por el mercado.

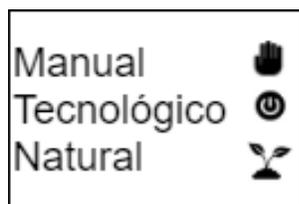
*6.5.1.1.2 Escenarios deseables.* Conforme a Michel Godet en cuanto a los escenarios deseables se encuentran en cualquier parte dentro de lo posible y no todos son necesariamente realizables (Godet, M, 1993) Posteriormente de haber plasmado las posibles alternativas en los escenarios posibles se debe hacer una valoración y selección cercana de los escenarios más cercanos a la propuesta planteada.

*6.5.1.1.3 Escenarios probables.* Se encuentra presentes entre los escenarios posibles o factibles y posee una gran probabilidad de ocurrencia en el futuro teniendo en cuenta la hipótesis planteada en el proyecto.

Con el fin de identificar el mejor proceso para realizar el aprovechamiento de las heces se establecieron tres fases fundamentales, las cuales son: en sitio de origen, transporte y proceso de

compostaje.

En cada una de estas fases se presentan procesos que pueden ser de tres tipos, entre los cuales se encuentran procesos manuales, tecnológicos y naturales. A continuación, se muestra cada uno de ellos con su respectiva simbología.



**Figura 30.** Simbología tipo proceso. Autoría propia.

### 6.8.2 Escenario en sitio.

En primer lugar, se establecieron cada uno de los escenarios posibles en el proceso de “en sitio” o en sitio de generación, como se presentará en los siguientes párrafos.

**6.5.2.1 Escenario en sitio I.** El primer escenario en sitio es el escenario en el que la hece es recogida a través de una pala convencional, como la investigadas en el “estudio comparativo de sistemas recolectores existentes en el mercado” anteriormente, esta recolección es de tipo manual.

En este escenario el dueño o responsable del perro, saca a su compañero de cuatro patas a lugares públicos con el objetivo de que el animal realice sus necesidades fisiológicas, posteriormente a ello el animal procede a defecar y el amo recoge la hece a través de una pala que le evita tener mayor contacto con los residuos de su mascota, finalmente la persona deposita la hece en una bolsa y procede a arrojarla a una caneca y da final al Escenario In situ I como se muestra en la figura 29.



**Figura 31.** Escenario en sitio de generación I. Autoría propia.

**6.5.2.2 Escenario en sitio II.** El segundo escenario en sitio II es similar al escenario in sitio I,

con la diferencia que en el escenario II, la persona que saca al animal a realizar sus necesidades recoge la hece con su mano a través de una bolsa biodegradable y posteriormente arroja la bolsa a una caneca, el escenario con más detalle es presentado en la figura 30.



**Figura 32.** Escenario en sitio de generación II. Autoría propia.

**6.5.2.3 Escenario en sitio III.** Finalmente, el último escenario en la fase “in situ” es el escenario número tres el cual consiste en recolectar la hece por medio de una herramienta tecnológica, la cual deshidrata y tritura la hece para luego ser depositada en una caneca de basura, como se ilustra en la figura 31.

Esta herramienta permite que el responsable del animal pueda recoger la hece sin contacto directo y de forma práctica.



**Figura 33.** Escenario en sitio de generación III. Autoría propia

### 6.8.3 Transporte.

Una vez realizada y culminada la fase de in situ, se encuentra la fase de transporte en la cual se identificaron dos posibles escenarios, los cuales se mostrarán a continuación.

**6.5.3.1 Transporte I.** El escenario transporte I inicia con la recolección de las bolsas de basura presentes en las canecas de residuos ubicadas en zonas o sitios públicos, estas bolsas son cargadas en un camión que se encargará de transportar el material orgánico al vertedero correspondiente, al llegar el lugar se realiza la denominada “eliminación de residuos” la cual consiste en arrojar las

heces al vertedero, el proceso anteriormente descrito se muestra en la figura 32.



**Figura 34.** Escenario transporte I. Autoría propia

**6.5.3.2 Transporte II.** El escenario de transporte II, se diferencia del escenario transporte I, debido a que en esta situación las bolsas presentes en las canecas de basura son recogidas (proceso manual) por una entidad que realiza el traslado por medio de camiones de los residuos a un lugar especializado donde se realizará el respectivo proceso de compostaje, una vez llegado al sitio se procede a descargar la materia prima (hece) del camión y prepararla para el proceso.



**Figura 35.** Escenario transporte II. Autoría propia.

#### 6.5.4 Compostaje.

Una vez culminadas las fases de in situ y transporte surge la fase de compostaje, la cual permite aprovechar los residuos fisiológicos proveniente de perros, convirtiéndolos en fertilizante orgánico, en la fase de compostaje se contemplaron dos escenarios, el primero es el escenario tradicional que tarda aproximadamente un año, aunque esto depende de diversos factores.

**6.5.4.1 Compostaje tradicional.** El escenario de proceso de compostaje tradicional, inicialmente requiere de dos elementos esenciales los cuales son: la materia prima (heces) y residuos orgánicos, estos dos componentes son alistados en pilas de compost o canecas, este proceso se realiza de forma

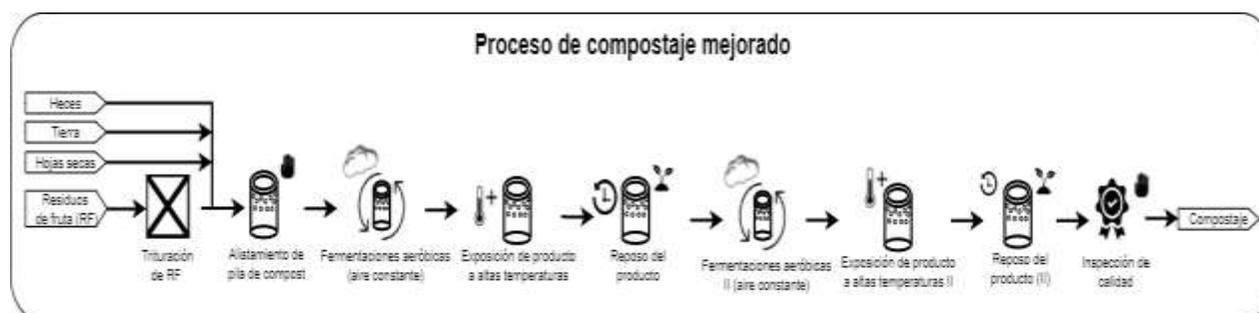
manual (fase mesófila), posteriormente la caneca es expuesta al aire libre (aireación natural), el paso siguiente consiste en voltear el compost de forma manual y aplicar agua al producto (proceso manual), una vez realizada esta actividad se presenta la fase mesófila II y finalmente inicia la fase de maduración la cual tarda varios meses hasta poder obtener el producto final (compostaje).



**Figura 36.** Escenario compostaje tradicional. Autoría propia.

**6.5.4.2 Compostaje mejorado.** El proceso de compostaje mejorado tarda alrededor de 2 semanas, para la fabricación de esta se requieren: residuos fisiológicos, tierra, hojas secas y residuos orgánicos.

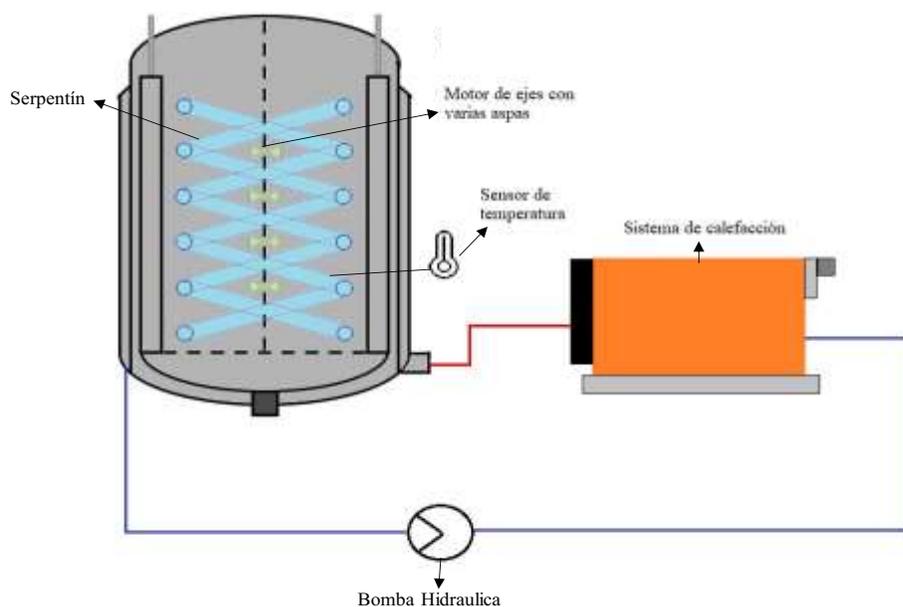
Como primer paso se procede a triturar los residuos de fruta (RF), como siguiente paso se realiza el alistamiento de la pila de compost que es la mezcla los ingredientes requeridos para la fabricación, posteriormente se lleva a cabo un proceso de fermentaciones constantes al aire libre, el siguiente paso consiste en exponer el producto a altas temperaturas. Terminado este proceso, se repite la fase de fase de fermentación aeróbica y la exposición del producto a altas temperaturas, terminadas estas fases se deja el producto en reposo y como paso siguiente se hace una inspección de calidad del compostaje, una vez realizada la inspección se obtiene el producto en condiciones óptimas para ser utilizado, este proceso se evidencia de forma figura en la figura 35.



**Figura 37.** Escenario compostaje mejorado. Autoría propia.

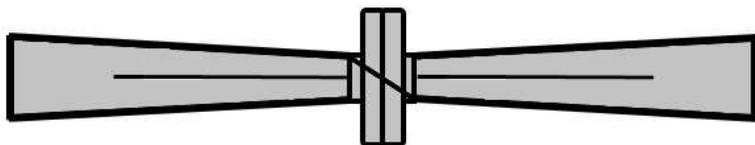
### 6.5.5 Mejora del proceso con herramientas mecánicas y tecnológicas.

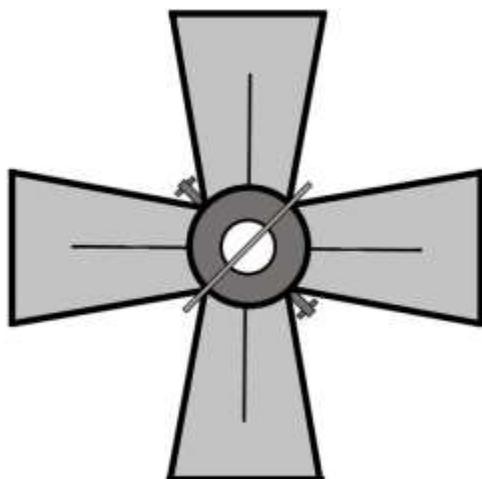
Como valor añadido al proyecto se ha establecido en cada proceso tecnologías que podrán ser adecuadas.



**Figura 38.** Implementación de herramientas para el proceso del compostaje. Autoría propia.

Como se aprecia en la anterior figura se observa las herramientas mecánicas y tecnológicas a implementar al proceso, las líneas azules representan un serpentín el cual va conectado a una tubería puede emplearse agua caliente o aceite (en cuestión del proyecto se decide trabajar con agua) y, los elementos color verde indican motor de ejes con varias aspas el cual se posiciona tres o cuatro aspas en diversos niveles del tanque con la ayuda de un motor y un eje, dentro de este se ubica las aspas logrando que se efectuó el proceso de mezclado compost.





**Figura 39.** Aspas empleadas en el proceso de compostaje. Autoría propia.

En primera medida los residuos de fruta se trituraron con un motor con fibra plástica inmediatamente el producto que se va a convertir en compost se deposita dentro del tanque seguidamente se efectuará la funcionalidad de las herramientas implementadas la cual consiste en que el líquido será transportado por un sistema de calefacción que puede ser una resistencia eléctrica posteriormente el agua fría circula por dicho calentador, luego cambia agua caliente, anda por el tanque el cual tiene a su alrededor el serpentín este logra calentar toda el recipiente. Se deberá utilizar un sensor de temperatura para determinar los niveles a los que se está sometiendo el producto. Finalmente, el agua utilizada termina el recorrido cambiando agua fría (intercambio de temperatura). Con ayuda de una bomba hidráulica el agua que sale por el tanque se va a reutilizar nuevamente enviándola al calefactor, esto hará que no se presente desperdicio de recurso natural.

**6.5.5.1 Definición de herramientas empleadas en el proceso del compost.** A continuación, se definirán las herramientas que facilitarán el proceso del compostaje mejorado.

**6.5.5.1.1 Serpentín.** Como lo menciona la página web Froztec “los serpentines son un componente formado por tubos de diversos materiales por los cuales pasa un fluido, mientras que por fuera tienen contacto con el aire o un gas, lo que permite un intercambio de calor” (Solís L, 2019). Son herramientas claves para la tarea de intercambiar calor de superficies extendidas. Esto se realiza mediante unos tubos internos que van de forma espiral. Por este van a circular fluidos como: agua, aceite etc. El serpentín puede estar fabricado en vidrio o cobre o cualquier otro material que permita conducir el calor.

*6.5.5.1.2 Motor de ejes con varias aspas.* Para poder efectuar las fermentaciones aeróbicas y lograr mezclar el producto se decidió implementar un motor de ejes con varias aspas. Como se puede apreciar en la figura 38 son unas aspas metálicas y, se van a emplear cuatro aspas en el proceso trabajando en conjunto con un motor de ejes logrando hacer un movimiento rotativo con el fin de mezclar el producto a compostar.

*6.5.5.1.3 Bomba hidráulica.* Según Salvador de las Heras (2011) una bomba hidráulica es una máquina generadora que trabaja con un fluido incompresible en la que se produce una transformación de energía mecánica en hidráulica (pp. 121-122). Es un dispositivo que le brinda al fluido la presión y el caudal para efectuar la función destinada es decir son encargadas de darle el empuje al fluido en el caso del presente proyecto es necesario para recircular el agua utilizada en el tanque.

*6.5.5.1.4 Sensor de temperatura.* Conforme a Omega Engineering (2017) un sensor de temperatura que utiliza el principio de que la resistencia de un metal varía según la variación de temperatura. (pp. 5-9). Los sensores de temperatura pueden dar una medición de temperatura a través de una señal eléctrica. También nombrados como termosensores, dichos sensores perciben la variación de temperatura del agua o aire permitiendo transformar en una señal eléctrica que llega de un sistema electrónico, En el proyecto se puede implementar un RTD Pt100 o termocupla.

*6.5.5.1.5 Medición de calidad del compost.* Es necesario implementar pruebas de calidad que garanticen que se obtiene un compost eficaz, que el proceso que se efectuó realmente es útil para seguir empleando en la elaboración del compost. Como se mencionó anteriormente existen unas pruebas de calidad las cuales son: humedad, color y temperatura estas permiten determinar si se tiene un compost bien elaborado.

A continuación, se evidenciará una tabla que permitirá determinar los parámetros esenciales para un testeo efectivo del producto final (compostaje). Es válido aclarar que se tiene que obtener los rangos que registra dicha tabla.

Parámetros	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8	Sem 9	Sem 10	Sem 11	Sem 12
Temperatura	15° -40°		40°-65°			15°-40°				Temperatura ambiente		
pH	4 - 6		8 - 9			7 - 8				6 - 8		
Humedad	Variable, dependiendo de la humedad de entrada, entre 30% - 60%											
Aspecto del compostaje												

**Figura 40.** control de calidad del proceso de compostaje. FAO (2013).

A partir de la anterior tabla se puede comenzar a testear el producto final para esto se hace uso de los instrumentos vistos en el laboratorio. Se comenzará con la humedad presente en el compost valga resaltar que el compostaje no tiene que ser ni muy húmedo ni seco, dicho esto se procede a la verificación de humedad gracias a los determinadores de humedad.



**Figura 41.** Determinadores de humedad. Artilab (s.f.)

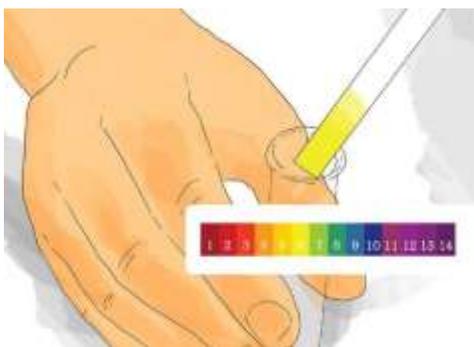
El determinador de humedad es un equipo sencillo de laboratorio que brinda las funciones de medida de humedad eficientes, cuya función es determinar la humedad de un producto (compost).

El testeo se realiza cuando al producto final se le extrae una muestra (dicha muestra será representativa de todo el compostaje) posteriormente se lleva al laboratorio y se emplea el determinador de humedad. Este equipo funciona de la siguiente forma:

Toma un peso inicial “peso 1” luego se cierra y el equipo calienta la muestra lo hace mediante una resistencia (bombillo incandescente) haciendo que aumente la temperatura de la muestra esto ocasiona la evaporación del compost en otras palabras va secando la muestra y cuando determina que no presenta cambios en el peso se obtiene “un peso 2” Luego de registrar el peso 1 (con humedad) y el peso 2 (sin humedad) esa diferencia indicará el porcentaje que hay de humedad. Consecutivamente es necesario devolverse a observar en la tabla 19 ya que mostrará los niveles

óptimos de humedad, dado el caso que se presente niveles muy altos o bajos fuera de los parámetros establecidos en la presente tabla se indican soluciones que rescataran el producto compostado.

Otra medición de calidad es con la medida del pH o acidez con la ayuda de una tira hecha de papel tornasol permite hallar el valor de pH. Al insertar la tira en el producto a evaluar se deberá tornar al color que arrojará la acidez. Conforme a la página Royal Brinkman la escala oficial de pH varía de 0 a 14, siendo 0 muy ácido y 14 muy básico. (Royal Brinkman, s.f). La escala del pH posee 14 números en el cual el número neutro es 7, del 0 al 7 son más ácidos y por el contrario del 7 al 14 son más alcalinos.



**Figura 42.** Tiras reactivas. pH-metros<sup>10</sup> (s.f.)

Se puede efectuar la medida de calidad con las tiras reactivas, es necesario insertar una tira indicadora de pH en el compostaje. Se deja en reposo aproximadamente durante 2 o 3 minutos para que esta absorba el agua y con la ayuda de la escala del pH se determina el valor del compost. Para poder determinar la medida óptima semanal de compost es necesario ver la tabla 27. A pesar de esto, donde no cumpla con los parámetros establecidos es válido volver a ver la tabla 19 donde se evidencia las causas y soluciones para recuperar el estado del producto a compostar.

Como última medida de calidad se tiene la temperatura, es posible emplear un termómetro e incrustarlo en diferentes partes del compost, el valor que arroje tendrá que ser corroborado con la tabla 27. Sin embargo, donde no se cumpla con los parámetros establecidos en dicha tabla se debe recurrir a la tabla 20 la cual indica las causas por el cual el producto no representa la temperatura óptima y así mismo da las soluciones para actuar y mejorar el estado del compostaje.

Es preciso resaltar, que el tiempo de elaboración del compost puede variar dependiendo al clima, humedad etc. del sitio de la pila de compost. Pese a esto, los rangos óptimos de los parámetros deben estar presentes en la realización del compost sin importar el tiempo que este conlleve.

### 6.5.6 Situaciones posibles.

Culminados los escenarios establecidos anteriormente, se evidencia que al relacionar cada una de las fases aparecen 12 combinaciones posibles entre los escenarios, combinaciones que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 26.

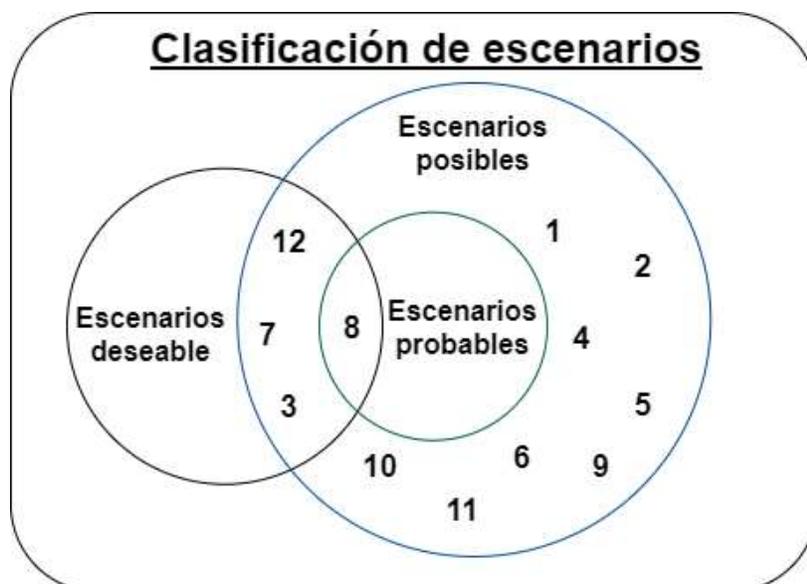
*Combinaciones posibles de los escenarios*

Nº	In situ	Transporte	Tipo de compostaje
1	In situ I (Pala recolectora)	Transporte I	Compostaje tradicional
2	In situ I (Pala recolectora)	Transporte I	Compostaje mejorado
3	In situ I (Pala recolectora)	Transporte II	Compostaje tradicional
4	In situ I (Pala recolectora)	Transporte II	Compostaje mejorado
5	In situ II (Bolsa biodegradable)	Transporte I	Compostaje tradicional
6	In situ II (Bolsa biodegradable)	Transporte I	Compostaje mejorado
7	In situ II (Bolsa biodegradable)	Transporte II	Compostaje tradicional
8	In situ II (Bolsa biodegradable)	Transporte II	Compostaje mejorado
9	In situ III (Herramienta tecnológica)	Transporte I	Compostaje tradicional
10	In situ II (Herramienta tecnológica)	Transporte I	Compostaje mejorado
11	In situ III (Herramienta tecnológica)	Transporte II	Compostaje tradicional
12	In situ III (Herramienta tecnológica)	Transporte II	Compostaje mejorado

*Nota.* Autoría propia

### 6.6 Relación entre los tipos de escenarios

Los escenarios surgen gracias a la existencia de múltiples situaciones que se pueden generar posiblemente a futuro, sin embargo, entre estas situaciones existen unos que tienen mayor probabilidad de suceder que otros, aun así, en algunas ocasiones se ha catalogado absurdo general probabilidades, pero realmente la probabilidad de ocurrencia permite que sea más fácil en el ámbito tecnológico predecir el futuro, gracias a los fuertes avances científicos. El campo deseable es uno de los más pequeños y este suele surgir a través de un consenso de todos los aspectos y partes involucradas. (zenilma,2014).



**Figura 43.** Clasificación de escenarios. Autoría propia.

De acuerdo con la figura anterior se clasificaron los 12 escenarios que podrían ocurrir, en escenarios posibles, escenarios deseables y escenarios probables, a continuación, se realizará una especificación de cada escenario y se procede dar un punto de vista sobre el mismo.

## 6.7 Evaluación y clasificación previa para la selección de cuatro escenarios factibles

### 6.7.1 Escenarios posibles.

Los escenarios posibles se evidenciarán y explicarán a continuación.

**6.7.1.1 Escenario 1.** El escenario uno es la combinación entre el In situ I, el transporte I y el compostaje tradicional como se muestra a continuación.



**Figura 44.** Combinación de escenarios 1. Autoría propia.

A pesar de que el escenario uno, es uno de los escenarios más utilizados en la actualidad, este escenario no es óptimo ya que al transportar el material orgánico al vertedero y este ser mezclado con diversos tipos de residuos, se hace muy compleja la labor de separar los residuos en el vertedero además de ello, en este escenario el instrumento de recolección (pala) requiere de bolsas para desechar las heces y estas bolsas generalmente no son orgánicas, lo que conlleva a que se genere mayor contaminación.

**6.7.1.2 Escenario 2.** El escenario dos es la combinación entre el In situ I, el transporte I y el





**Figura 48.** Combinación de escenarios 6. Autoría propia.

Este escenario no es el más favorable puesto que a pesar de que la recolección se realiza a través de bolsas biodegradables, estas bolsas son recogidas por entidades encargadas de transportar los residuos fisiológicos al vertedero, lo que conlleva a que sea difícil la obtención de estos para el compostaje ya que son mezclados con otro tipo de desechos, a pesar de que el compostaje sea en este caso el mejorado esta opción no es la más adecuada.

**6.7.1.6 Escenario 9.** El escenario nueve es la combinación entre el In situ III, el transporte I y el compostaje tradicional o como se muestra a continuación.



**Figura 49.** Combinación de escenarios 9. Autoría propia.

Nuevamente como en anteriores casos este escenario por tener el transporte tipo I no es el más idóneo, ya que en el transporte I, la materia prima para el compostaje (heces caninas), se mezcla con otros tipos de residuos y esto hace que sea muy complejo hacer la separación, lo que conlleva a la pérdida de mucha materia prima.

**6.7.1.7 Escenario 10.** El escenario diez es la combinación entre el In situ III, el transporte I y el compostaje mejorado como se evidencia en la siguiente imagen.



**Figura 50.** Combinación de escenarios 10. Autoría propia.

El escenario diez a pesar de que utiliza la herramienta tecnológica que seca y tritura la heces para la recolección de los residuos fisiológicos, no es óptimo gracias al tipo de transporte que se emplea ya que igual que el escenario nueve, no es eficiente llevar las heces al vertedero junto a los demás desechos. Ya que para realizar el compostaje se dificulta la obtención de materia prima en esta situación.

**6.7.1.8 Escenario 11.** El escenario once es la combinación entre el In situ III, el transporte II y el compostaje tradicional como se evidencia en la siguiente figura.



**Figura 51.** Combinación de escenarios 11. Autoría propia.

El escenario once uno de los escenarios con probabilidad de ser el óptimo ya que en cada una de las fases hay un buen manejo y tratamiento de la materia prima desde la fase de in situ, hasta la fase realización del compostaje, sin embargo, el compostaje tradicional hace que este escenario pueda ser cuestionado por temas de optimización, relacionados con el tiempo.

### 6.7.2 Escenarios deseables.

Los escenarios deseables son aquellos se catalogan como escenarios ideales que podrían suceder. A continuación, se especifican cada uno de ellos.

**6.7.2.1 Escenario 3.** El escenario tres es la combinación entre el In situ I, el transporte II y el compostaje tradicional como se muestra en la siguiente imagen.



**Figura 52.** Combinación de escenarios 3. Autoría propia.

El escenario tres podría ser una buena alternativa ya que se recogen los residuos fisiológicos con pala y estos son recogidos y transportados por una empresa especializada a un lugar especializado para realizar el compostaje y finalmente estos residuos son empleados en el proceso de fabricación de compostaje tradicional.

**6.7.2.2 Escenario 7.** El escenario siete es la combinación entre el In situ II, el transporte II y el compostaje tradicional como se muestra a continuación respectivamente.



**Figura 53.** Combinación de escenarios 7. Autoría propia.

Este escenario es uno de los escenarios factibles ya que el proceso de recolección se realiza con una bolsa plástica, posteriormente el transporte de los residuos se lleva a cabo a través de un camión especializado y aun lugar donde se hará el respectivo compostaje en este caso en específico, compostaje por medio del proceso tradicional.

**6.7.2.3 Escenario 12.** El escenario doce es la combinación entre el In situ III, el transporte II y

el compostaje mejorado como se evidencia en la siguiente figura.



**Figura 54.** Combinación de escenarios 12. Autoría propia.

Por último, encontramos el escenario número doce que es uno de los escenarios más ideales, sin embargo, el punto crítico en este escenario podría ser el costo en el que se incurriría al adquirir la herramienta tecnológica, sin tener este aspecto en cuenta podría decirse que este escenario permite realizar el proceso de forma rápida, cómoda y siendo el proceso más eficiente.

### 6.7.3 Escenarios probables.

El escenario probable es aquel que tiene mayor probabilidad de ocurrir. En el siguiente párrafo que especificara las características del escenario probable.

**6.7.3.1 Escenario 8:** El escenario ocho es la combinación entre el In situ II, el transporte II y el compostaje mejorado como se podrá observar en la siguiente imagen.



**Figura 55.** Combinación de escenarios 8. Autoría propia.

El escenario ocho es un escenario factible puesto que en cada una de las fases todos sus procesos son óptimos y adecuados ya que en este escenario para la recolección se hace uso de bolsas plásticas, además de ello se utiliza un transporte especial para transportar el material fecal desde el lugar de in situ hasta el lugar donde se realizará el debido procesamiento de la heces para ser convertido en compostaje, el proceso de compostaje empleado en este escenario es el que menos tiempo conlleva en su elaboración (compostaje mejorado).

## 6.8 Evaluación de escenarios

Con base a los escenarios anteriores se decidió seleccionar 4 de ellos que se consideraron como opciones deseables en el punto anterior, específicamente se seleccionó el escenario 3,7,8 y 12. Posteriormente para su respectiva selección se decidió evaluar varios criterios en cada uno de los escenarios, la evaluación se realizó otorgando una calificación a cada criterio de 1 a 5, siendo 1 “malo” y 5 “muy bueno”, como se muestra en la siguiente tabla.

Escenarios Deseables								
Criterios a evaluar	Escenario 3		Escenario 7		Escenario 8		Escenario 12	
Descripción	<i>In situ I (Pala recolectora)/ Transporte II/Compostaje tradicional</i>	Calificación	<i>In situ II (Bolsa biodegradable)/ Transporte II/Compostaje tradicional</i>	Calificación	<i>In situ II (Bolsa biodegradable)/ Transporte II/Compostaje mejorado</i>	Calificación	<i>In situ III (Herramienta tecnológica)/ Transporte II/Compostaje mejorado</i>	Calificación
Higiene in situ	La estructura se puede ensuciar en el área de las pinzas de materia fecal	2	Poca probabilidad de tocar la hece de forma directa con la mano	4	Poca probabilidad de tocar la hece de forma directa con la mano	4	Posibilidad de residuos de heces en el mecanismo	3,8
Precio in situ	Bajo costo	5	Bajo costo y compra recurrente	4	Bajo costo y compra recurrente	4	Alto costo por ser un aparato tecnológico	2
Practicidad	Dificultad en la recolección de las heces, debido al diseño de la pala	3	Facil recolección de las heces	5	Facil recolección de las heces	5	Facil recolección de las heces	5
Tiempo de compostaje	Tiempo prolongado de producción	2	Tiempo prolongado de producción	2	Menor tiempo de producción, sin comprometer la calidad	5	Menor tiempo de producción, sin comprometer la calidad	5
<b>Total</b>		<b>12</b>		<b>15</b>		<b>18</b>		<b>15,8</b>

**Figura 56.** Calificación de los escenarios según criterio a evaluar. Autoría propia

Se realizó una evaluación de los escenarios de acuerdo con los siguientes criterios: Higiene in situ, Precio in situ, practicidad y tiempo de compostaje, con respecto al criterio higiene el escenario que tuvo la menor puntuación fue el tres, debido a que el instrumento de recolección (pala recolectora), es propensa a untarse con gran facilidad de material fecal y coger malos olores, el que mejor puntuación tuvo en este criterio fue bolsa biodegradable con una puntuación de 4 seguida por la herramienta tecnológica con 3,8.

Referente al segundo criterio denominado precio in situ que hace énfasis en el precio de adquisición del producto para realizar la recolección, el escenario que mayor puntuación obtuvo fue el escenario tres con la pala recolectora, ya que esta se compra una única vez y se utiliza el tiempo que se desee, los segundo escenario con la calificación más alta fueron el escenario siete y ocho, los cuales realizan la recolección con bolsas plásticas biodegradables, su puntuación fue de 4 ya que este producto es de compra recurrente y por último encontramos el escenario 12 con la menor calificación, ya que al ser un producto tecnológico su precio es más elevado a comparación del resto.

El siguiente criterio para evaluar fue la practicidad del producto, para el cual el escenario tres fue el que tuvo la menor puntuación, ya que la recolección de las heces con ayuda de la pala recolectora a veces es un poco compleja gracias a su diseño poco práctico y ergonómico, los escenarios siete, ocho y doce tuvieron una puntuación de 5 ya que tanto las bolsas biodegradables como la herramienta tecnológica son prácticos al momento de su uso.

Por último, se evaluó el tiempo del compostaje, en este criterio los escenarios que tenían dentro

de su proceso el compostaje tradicional tuvieron la menor calificación, con una puntuación de 2, estos fueron los escenarios tres y siete mientras que los escenarios que tenía en su última fase el proceso de compostaje mejorado recibieron una calificación de 5 ya que el compostaje mejorado permite optimizar el proceso en tiempo, estos escenarios fueron el ocho y el doce.

### 6.8.1 Escenario óptimo.

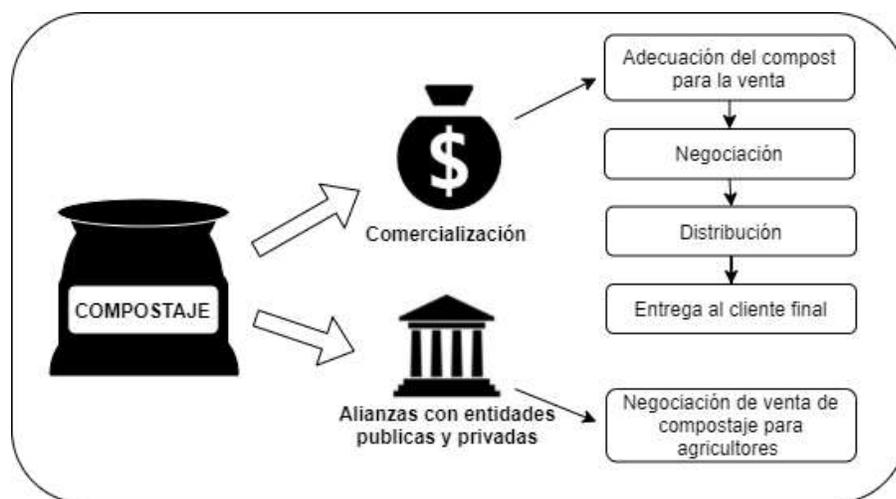
El escenario seleccionado como óptimo es el escenario número ocho, específicamente es el proceso en el cual la fase de in situ se realiza con bolsa biodegradable y la materia prima es transportada por medio de camiones especiales a el sitio especializado para realizar el compostaje y en dicho sitio se realiza el proceso de compostaje mejorado. Como se muestra en la siguiente figura.



**Figura 57.** Escenario óptimo. Autoría propia

## 6.9 Alternativas de uso para compostaje

Una vez elaborado el compostaje, surgen algunas interrogantes entre las cuales se encuentra la siguiente “¿en qué se empleará con el compostaje obtenido?”. Como respuesta a ello se propusieron dos posibles alternativas, como se evidencia en la imagen a continuación.



**Figura 58.** Usos del compostaje producido a partir del escenario óptimo. Autoría propia

Como ingenieras industriales nuestra propuesta es realizar la comercialización del producto, lo que conlleva a realizar el proceso de adecuación del producto para la venta, posteriormente se

realizaría una negociación con los clientes potenciales, una vez negociado el producto se procede a realizar el proceso de distribución con el fin de que este llegue a las manos del consumidor final.

La segunda alternativa es realizar alianzas con entidades públicas y privadas con el fin de que nuestro producto sea empleado en el sector agropecuario, ya que es uno de los sectores más relevantes en la economía de este país. Representando este sector aproximadamente el 7% del PIB según la especialista en finanzas Yaneth Romero. (Romero, s.f).

### 6.10 Aspectos financieros del proyecto

Existen diferentes etapas de un proyecto. realizar una estimación de costos consiste en el desarrollo de una aproximación de los recursos monetarios necesarios para completar las actividades del proyecto (Briggeri, 2018; Dusek, 2018). Al realizar la estimación de costos se basa en la información brindada en primera instancia, por lo tanto, se deberá documentar de forma detallada ya que esto conlleva a la estimación inicial de inversión del proyecto que tendrá un impacto positivo o negativo hacia el proyecto puesto que elaborar una buena medición de costos es la base para la toma de decisiones. “Las clases de estimados están ligadas al desarrollo de ingeniería y, por lo tanto, a la precisión que es posible alcanzar en cada fase del proyecto”. (Briggeri, 2018; Dusek, 2018). Cada proyecto se diferencia por su alcance para esto nace la clasificación de costos según el proyecto a ejecutar esto ayudará a tener mayor precisión, al aplicar esta clasificación se facilita la información los costos del proyecto logrando calcular hasta un 80% de los costos finales. Esto aportará a la posible disminución de costos en las siguientes etapas.

Clase de estimado	Nivel de definición de proyecto (expresado como % de definición completa)	Uso final/ etapa (finalidad típica del estimado)	Metodología (método típico de estimación)	Rango de precisión esperado (intervalos típicos en rangos mínimo y máximo)	Esfuerzo de preparación
Clase 5	0% a 2%	visualización	Factores de capacidad, modelos paramétricos o analogías.	Min: -20% a -50% Máx: +30% a 100%	1
Clase 4	1% a 15%	Estudios de factibilidad	Factorización de equipos o modelos paramétricos.	Min: -15% a -30% Máx: +20% a 50%	2 a 4
Clase 3	10% a 40%	Estimado, autorización o control	Unidades de costos semi detalladas	Min: -10% a -20% Máx: +10% a 30%	3 a 10
Clase 2	30% a 70%	Control u oferta	Unidades de costos detalladas con lista de materiales preliminar	Min: -5% a -15% Máx: +5% a +20%	4 a 20
Clase 1	50% a 100%	Chequeo de estimado u oferta	Unidades de costos detalladas con lista de materiales preliminar	Min: 3% a -10% Máx: +3% a +15%	5 a 100

Figura 59. Clases de costos. Briggeri y Dusek (2018)

En el presente proyecto se evaluarán costos de clase 5 es decir aquellos que están presentes en la primera fase del proyecto la información que se represente será de carácter preliminar. Para el nivel del proyecto de definición requerido se necesita un 0% a 2% de la definición completa del proyecto. La finalidad de los costos de clasificación 5 estará dirigido a un plan de negocio, sin embargo, no se tienen límites de un estudio de ventas, evaluación de esquemas alternativos, estudio de ubicación del proyecto, evaluación de viabilidad inicial, selección de proyectos, etc. Los métodos que más se emplean en dicha clasificación son métodos estocásticos como: factores de chilton, curvas de costo/capacidad, factores de escala de operación y otras técnicas de modelado. El rango de precisión del proyecto oscila en el lado bajo entre -20% a -50% y, en el lado alto entre +30% a 100%. Este valor varía dependiendo de la complejidad tecnológica que posee el proyecto.

### 6.10.1 Opciones de transporte.

Dado que existen diversas opciones para realizar el transporte de los residuos fisiológicos de perros, las cuales son: comprar el vehículo de transporte, tercerizar el transporte y hacer alianzas con las entidades públicas encargadas del transporte de residuos sólidos, se decidió establecer factores positivos y críticos de cada posibilidad, con el fin de determinar cuál podría ser la mejor opción, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 27.

*Opciones de transporte a utilizar*

	Opciones de transporte		
	Compra de transporte	Tercerización de transporte	Transporte de entidades pública (camión de basura)
Factores positivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Control y manejo del ciclo del compostaje desde la obtención de materia prima hasta el cliente final.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Enfoque en la actividad económica</li> <li>Reducción de costos de operación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Marco legal de transporte</li> </ul>
Factores críticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incremento de los costos de operación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Marco legal de transporte</li> <li>Diseño del equipo de transporte</li> <li>Cualificaciones del personal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inconvenientes en la separación y obtención de materia fecal perruna en el vertedero</li> </ul>

*Nota.* Autoría propia

Con base a los argumentos dados en la tabla anterior se decidió tercerizar la fase de transporte ya que proyecto se encuentra en una etapa de introducción, sin embargo, a futuro se contemplaría la compra de transporte propio.

### 6.10.2 Aspectos financieros de los escenarios.

A continuación, se presentarán los costos asociados en escenario deseable y en una de las etapas (in situ, transporte, compostajes).

Tabla 28.

*Costos asociados a cada alternativa deseable*

		Descripción	Costo	Beneficio	Factores Críticos	Inversión
Escenario 3	In Situ I	Pala recolectora (Nota: Asumido el dueño de la mascota)	\$15.400	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilita la recolección</li> <li>• Evita el contacto directo con la hece</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propenso a olores</li> <li>• Poca higiene</li> <li>• Las personas utilizan bolsas no biodegradables depositadas en el recolector</li> </ul>	\$294.900
		Caneca para residuos de perros (Nota: Asumido por conjunto residenciales o entidades gubernamentales)	\$294.900			
	Transporte II	Tercerización (contratación de un emprendimiento o encargado de la recolección de heces perrunas)	\$1.000.000	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de costos operativos logísticos</li> <li>• Disminución de tiempos en la distribución de los productos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marco legal de transporte</li> <li>• Diseño del equipo de transporte</li> <li>• Cualificaciones del personal</li> </ul>	\$1.000.000
Compostaje tradicional	Mano de obra (se requiere solamente una persona)	\$1.014.980	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fertilización de la tierra</li> <li>• Aprovechamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demoras en el proceso ocasionados por: el clima:</li> </ul>	\$1.159.980	

		Utensilios para elaboración de compost (Pala, Tanque)	\$145.000	nto de materia orgánica	humedad, temperatura ambiente. • El proceso es elaborado de forma manual	
	<b>Valor total</b>					<b>\$2.454.880</b>
<b>Escenario 7</b>	In Situ II	Campaña educativa fomentando el uso de bolsas biodegradables	\$1.000.000	• Facilidad de uso de la bolsa biodegradable • Evita contacto directo con la hece perruna	• Cultura ciudadana (dueños de mascotas) • Reglamentacion es al manual de convivencia	\$1.294.900
		Bolsa biodegradable (Nota: asumida por el dueño de la mascota)	\$5.900			
		Caneca para residuos de perros (Nota: Asumido por conjunto residenciales o entidades municipales)	\$294.900			
	Transporte II	Tercerización (contratación de un emprendimiento encargado de la recolección de heces perrunas) * Parámetros	\$1.000.000	• Reducción de costos operativos logísticos • Disminución de tiempos en la distribución de los productos	• Marco legal de transporte • Diseño del equipo de transporte • Cualificaciones del personal	\$1.000.000
	Compostaje tradicional I	Mano de obra (se requiere solamente una persona)	\$1.014.980	• Fertilización de la tierra • Aprovechamiento de materia orgánica	• Demoras en el proceso ocasionados por: el clima: humedad, temperatura ambiente. • El proceso es elaborado de forma manual	\$1.159.980
		Utensilios para elaboración de compost (Pala, Tanque)	\$145.000			

		Valor total				\$3.454.880
Escenario 8	In Situ II	Bolsa biodegradable (Nota: asumida por el dueño de la mascota)	\$5.900			
		Campaña educativa fomentando el uso de bolsas biodegradables	\$1.000.000	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilidad de uso y transporte</li> <li>• Evita contacto directo con la hece perruna</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cultura ciudadana (dueños de mascotas)</li> <li>• Reglamentaciones al manual de convivencia</li> </ul>	\$1.294.900
		Caneca para residuos de perros (Nota: Asumido por conjunto residenciales o entidades gubernamentales)	\$294.900			
	Transporte II	Tercerización (contratación de un emprendimiento o encargado de la recolección de heces perrunas)	\$1.000.000	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de costos operativos logísticos</li> <li>• Disminución de tiempos en la distribución de los productos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marco legal de transporte</li> <li>• Diseño del equipo de transporte</li> <li>• Cualificaciones del personal</li> </ul>	
	Compostaje mejorado	Motor de eje monofásico HP 1/3	\$1.026.000	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fertilización de la tierra</li> <li>• Aprovechamiento de materia orgánica</li> <li>• Obtención del compostaje en un tiempo reducido</li> <li>• Contribuir a un desarrollo sostenible amigable con el medio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requerimiento de inversión en equipo capital e implementación de tecnología</li> </ul>	\$8.729.820
		Aspas metálicas	\$120.000			
		Aspas plásticas	\$50.000			
		Motor eléctrico + bomba mecánica	\$1.400.000			
		RTD 100 o termocupla	\$35.000			
		Determinador de humedad	\$511.590			

		Tiras reactivas (pH)	\$8.000	ambiente • Contribuir más eficientemente		
		Control de temperatura	\$396.500			
		Contactores	\$60.000			
		Tablero eléctrico con accesorios	\$30.000			
		Tanque de acero inoxidable (1 m)	\$1.000.000			
		Mano de obra	\$2.500.000			
		Sistema de calefacción	\$1.592.730			
		<b>Valor total</b>				
<b>Escenario 12</b>	In Situ III	Herramienta tecnológica (Nota: Asumido el dueño de la mascota)	\$400.000	• Deshidratación y trituración de la materia fecal canina	• Incremento del costo incurrido por el dueño de la mascota • El subproducto generado por la tecnología requiere de un manejo adecuado (control de humedad)	\$294.900
		Caneca para residuos de perros (Nota: Asumido por conjunto residenciales o entidades gubernamentales)	\$294.900			
	Transporte II	Tercerización (contratación de un emprendimiento o encargado de la recolección de heces perrunas) * Parámetros	\$1.000.000	• Reducción de costos operativos logísticos • Disminución de tiempos en la distribución de los productos	• Marco legal de transporte • Diseño del equipo de transporte • Cualificaciones del personal	\$1.000.000

Compostaje mejorado	Motor de eje monofásico HP 1/3	\$1.026.000	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fertilización de la tierra</li> <li>• Aprovechamiento de materia orgánica</li> <li>• Obtención del compostaje en un tiempo reducido</li> <li>• Contribuir a un desarrollo sostenible amigable con el medio ambiente</li> <li>• Contribuir más eficientemente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requerimiento de inversión en equipo capital e implementación de tecnología</li> </ul>	\$8.729.820
	Aspas metálicas	\$120.000			
	Aspas plásticas	\$50.000			
	Motor eléctrico + bomba mecánica	\$1.400.000			
	RTD 100 o termocupla	\$35.000			
	Determinador de humedad	\$511.590			
	Tiras reactivas (pH)	\$8.000			
	Control de temperatura	\$396.500			
	Contactores	\$60.000			
	Tablero eléctrico con accesorios	\$30.000			
	Tanque de acero inoxidable (1 m)	\$1.000.000			
	Mano de obra	\$2.500.000			
	Sistema de calefacción	\$1.592.730			
<b>Valor total</b>					<b>\$10.024.720</b>

Nota. Autoría propia

### 6.10.3 Parámetros relacionados con los costos.

A continuación, se especificarán los parámetros con relación a los costos de cada una de las fases, las cuales son in situ, transporte y compostaje.

**6.10.3.1 In situ.** A continuación, se especificará los parámetros a tener en cuenta en la fase de in situ.

**6.10.3.1.1 In situ I.** No tiene parámetros asociados.

*6.10.3.1.2 In situ II.* La in situ II tiene costos asociados referente a campañas educativas con un valor de \$1.000.000 de pesos colombianos, este costo surge a partir de lo siguiente: se piensa contratar los servicios de un influenciador que cuente con alrededor de 200.000 a 500.000 seguidores en sus redes, el costo estimado es de 500.000 pesos y el excedente será destinado en campañas para concientizar sobre los beneficios que trae consigo el uso de bolsas biodegradables.

*6.10.3.1.3 In situ III.* No tiene parámetros asociados.

**6.10.3.2 Transporte.** En la fase de transporte se debe tener en cuenta los siguientes parámetros.

*6.10.3.2.1 Transporte II.* Para contratar el servicio de la tercerización se considera que se efectúe por medio de un emprendimiento responsable del transporte de los residuos fisiológicos el cual, realizará la recolección del material fecal semanalmente. Cabe resaltar que dicho emprendimiento debe estar reglamentado para trabajar con este tipo de residuos, así mismo debe contar con un vehículo apto para el transporte del material, se sugiere que este sea un camión de cabina baja abatible.

**6.10.3.3 Compostaje.** En la fase de compostaje es necesario tener presente los parámetros establecidos a continuación.

*6.10.3.3.1 Compostaje tradicional.* No tiene parámetros asociados.

*6.10.3.3.2 Compostaje mejorado.* No tiene parámetros asociados, ver anexo 5 para conocer un lugar recomendado por las autoras del trabajo donde se podrá realizar la elaboración del compostaje.

## Conclusiones

Con el análisis comparativo se determinaron los diferentes sistemas de recolección y las respectivas opiniones de los dueños de perros acerca de su experiencia con el producto.

A través de una encuesta realizada a los propietarios de perros en la ciudad de Bogotá se conoció que los amos en su mayoría presentan algún tipo de inconvenientes en la recolección de la materia fecal de sus perros

Gracias al estudio de vigilancia tecnología se halló que en el mundo existen tecnologías y diversas prácticas sobre el uso de compostaje, sin embargo, la sociedad no está familiarizada con estas tecnologías y prácticas

Se observa que la línea base para la elaboración del compostaje presenta factores críticos como lo son: las demoras en el proceso, afectaciones derivadas de las variables externas relacionadas con el clima y no se cuenta con estándares de calidad durante la obtención del compostaje.

De acuerdo con el análisis de los escenarios propuestos, se llegó a la siguiente conclusión: existen doce alternativas posibles para tratar el problema ocasionado por el manejo de heces perrunas, visualizando la existencia de cuatro deseables (más factibles).

Se identificó que el escenario ocho es el más recomendable puesto que mejoraría las condiciones del manejo de los residuos fisiológicos y contribuiría de manera positiva al ambiente. Adicionalmente a ellos propone la implantación de maquinaria que permitiría mejorar el proceso del compostaje optimó expresado por las autoras.

Se conocieron los costos clase v asociados con cada uno de los cuatro escenarios deseables y se evidencio el posible costo en el que se incurriría en cada una de las alternativas deseables.

## Recomendaciones

Partiendo de que el presente proyecto se encuentra en la fase de visualización y definición este cuenta con un alcance el cual fue conocer las diferentes alternativas del manejo de los residuos fisiológicos de perros, se decidió establecer las siguientes recomendaciones para la fase posterior la cual será, la fase de desarrollo de la propuesta.

- Realizar el plan piloto con el fin de aumentar la maduración de la solución, una vez identificadas las alternativas por medio de un enfoque cualitativo. Como siguiente paso se aconseja a través del plan piloto evaluar riesgos, eliminando incertidumbres y posteriormente realizar un análisis de factibilidad.
- Diseñar un emprendimiento una vez cumplida la maduración de la solución.
- Referente a la máquina implementada en el proceso del compostaje mejorado, se aconseja hacer una simulación del funcionamiento de la máquina aplicando uno de los pilares de la industria 4.0 denominado Digital Twin.
- El proceso de compostaje presentado en el presente trabajo, puede ser adaptado en la realización de compostaje con materia prima proveniente de otras especies animales si se desea.
- Hacer una inteligencia de mercados sobre el equipamiento tecnológico y el proceso.

## Referencias

- Acosta, D., Castro, L. & Perez, J. (2017). Parásitos gastrointestinales zoonóticos asociados. *Biosalud*, 16(2). Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/biosa/v16n2/1657-9550-biosa-16-02-00034.pdf>.
- Allen, J (2011). Sistema y método de compostación de pilas aireadas cubiertas sin tornear. WO/2011/152997 Patente Europea. Recuperado de: [https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2011152997&\\_cid=P21-KUR9ZA-35348-1](https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2011152997&_cid=P21-KUR9ZA-35348-1)
- Aguirre, J. y Guillermo, L. (2015). El papel de la descripción en la investigación cualitativa. *Scielo*. Recuperado de: <https://www.scielo.cl/pdf/cmoebio/n53/ar06.pdf>
- Angulo, J. (2014). Trucos para conseguir compost en 2-3 semanas. *Agromatica*. Recuperado de <https://www.agromatica.es/compost-en-2-semanas/>
- Angulo, J. (2014). Compost comprobaciones de calidad. *Agromatica*. Recuperado de: <https://www.agromatica.es/compost-comprobaciones-calidad-test/>
- Artilab. (s.f.). Artilab. Recuperado de: <https://artilab.com.co/determinador-de-humedad-em120-hr/>
- Bancolombia (2021). Mercado de mascotas en Colombia: crecimiento durante 2021. Grupo Bancolombia. Recuperado de: <https://www.grupobancolombia.com/wps/portal/negocios/actualizate/tendencias/mercado-mascotas-2021>
- Becerra, Y. y Sánchez, B. (2020). *Aprovechamiento de material fecal de caninos como abono orgánico para la rehabilitación de suelos*. (Tesis de grado, Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas), Recuperado de: <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/25177/BecerraAvilaYuriBibiana2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Betancourt, D. (2016). Matriz de Vester para la priorización de problemas. Ingenio Empresa. Recuperado de: [www.ingenioempresa.com/matriz-de-vester](http://www.ingenioempresa.com/matriz-de-vester).
- Biggeri, M., Dusek, A. (2018). Desarrollo de estimados de costos de un proyecto. Congreso de Producción y Desarrollo de Reservas del IAPG. Recuperado de: <http://www.petrotecnica.com.ar/518/DesarrolloCostos.pdf>
- Bolívar, G. (2019). Condensación: concepto, proceso, ejemplos. Lidefer. Recuperado de: <https://www.lifeder.com/ejemplos-de-condensacion/>

- Bucci, P. (2008). Nuevas responsabilidades de los ingenieros. *Scielo*.12(9). Recuperado de: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-48212008000200009](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-48212008000200009)
- Cabrera, M. (2007). Mineralización y Nutrición: Procesos clave en el ciclo de nitrógeno. *Lacs*. Recuperado de: [http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/0a4bde5a32364e1d032579050074666e/\\$FILE/Cabrera-%20Simposio%202007.pdf](http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/0a4bde5a32364e1d032579050074666e/$FILE/Cabrera-%20Simposio%202007.pdf)
- CDC. (2016). Parásitos. Centros para el control y la prevención de enfermedades. Recuperado de: <https://www.cdc.gov/parasites/es/about.html>
- Cameron, D. (1994). Método y aparato para eliminación y tratamiento de residuos. EPO669903: Patente europea. Recuperado de: [http://www7.uc.cl/sibuc/dhi/citar/apa/n\\_apa\\_patente.html](http://www7.uc.cl/sibuc/dhi/citar/apa/n_apa_patente.html)
- Cantero, A. Bailón, R.M, Villanueva, R.A, Calixto, M.M, Robles, F,M (2020). Composta elaborada con residuos verdes como mejorador de un suelo urbano. *Scielo*, 8(2). Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/inagbi/v8n2/2007-4026-inagbi-8-02-71-es.pdf>
- Carrión, M. (2017). Prospectiva en la toma de decisiones dentro de un escenario crítico: crimen organizado global. *Scielo* 12-13(12-13) Recuperado de: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2255-33712017000100121](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2255-33712017000100121)
- Castellanos, S., López, S., Hernández, J. y Solano, E., (2009). La bibliometría: una herramienta eficaz para evaluar la actividad científica postgraduada. *Scielo*, 7(4). Recuperado de: <http://scielo.sld.cu/pdf/ms/v7n4/v7n4a745.pdf>
- DANE. (2018). ¿Cuántos somos? DANE información para todos. Recuperado de: <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/planes-desarrollo-territorial/110220-Info-Alcaldia-Bogota.pdf>
- Etecé, E. (2021). Ciclo del Nitrógeno. Concepto. Recuperado de: <https://concepto.de/ciclo-del-nitrogeno/>
- Etecé, E. (2021). Ciclo del Carbono. Concepto. Recuperado de: <https://concepto.de/ciclo-del-carbono/>
- FAO. (2013) Manual de compostaje del agricultor. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Fao. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/i3388s/i3388s.pdf>
- Flexbooks. (2021). El ciclo del carbono. flexbooks. Recuperado de:

<https://flexbooks.ck12.org/cbook/ck-12-conceptos-de-ciencias-de-la-vida-grados-6-8-en-espanol/section/12.21/primary/lesson/el-ciclo-del-carbono/>

Font, R. (2016). El impacto ambiental de las mascotas. Ecoavant. Recuperado de: [https://www.ecoavant.com/consumo/el-impacto-ambiental-de-las-mascotas\\_2649\\_102.html](https://www.ecoavant.com/consumo/el-impacto-ambiental-de-las-mascotas_2649_102.html)

Gallopín, G. (2003). *Sostenibilidad y desarrollo: un enfoque sistemático*. [e-book]. Recuperado de: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5763/S033120\\_es%20.pdf?sequen](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5763/S033120_es%20.pdf?sequen)

Galvis, D. (2018). *Conciencia social como posible solución a la problemática del abandono animal*. (Trabajo de grado, Repositorio Javeriana). Recuperado de: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/46794/TG-Galvis%2CDaniela%20Sof%C3%ADa.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Godet, M. (1993). *De la anticipación a la acción Manuel de prospectiva y estrategia*. [e-book]. Recuperado de: <https://administracion.uexternado.edu.co/matdi/clap/De%20la%20anticipación%20a%20la%20acción.pdf>

Guevara, L. (2019). Seis de cada 10 hogares del país tienen mascotas según Brandstrat. *La República*. Recuperado de: <https://www.larepublica.co/consumo/seis-de-cada-10-hogares-del-pais-tienen-mascota-segun-brandstrat>  
2829114#:~:text=Seis%20de%20cada%2010%20hogares%20en%20el%20pa%C3%ADs%20tienen%20una%20mascota.&text=Por%20ciudades%2C%20Bogot%C3%A1%2C%20Medell%C3%ADn%20y

Gruop, W. (s.f.). Latinoamérica: líder en el crecimiento poblacional de mascotas. White Mountain Gruop. Recuperado de: [https://wmg-pet.com/latinoamerica-lider-en-el-crecimiento-poblacional-de-mascotas/#:~:text=Del%20total%20de%20crecimiento%2C%20el,72%25%20\(115%20millones\).](https://wmg-pet.com/latinoamerica-lider-en-el-crecimiento-poblacional-de-mascotas/#:~:text=Del%20total%20de%20crecimiento%2C%20el,72%25%20(115%20millones).)

Heras, S. (2013). *Fluidos, bombas e instalaciones hidráulicas*. [e-book]. Recuperado de: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.3/36653/9788476538937.pdf>

Hemiculosa (s.f). Recuperado de: [https://www.infoagro.com/diccionario\\_agricola/traducir.asp?i=1&id=830&idt=1&palabra=hemicelulosa\\_\\_hemicelulosa\\_hemicelulosas\\_](https://www.infoagro.com/diccionario_agricola/traducir.asp?i=1&id=830&idt=1&palabra=hemicelulosa__hemicelulosa_hemicelulosas_)

- IQR. (2020). Que es la polimerización. IQR Ingeniería Química. Recuperado de:  
<https://www.ingenieriaquimicareviews.com/2020/11/que-es-la-polimerizacion.html>
- Jung, M. (2020). Aparatos de fabricación de abono y método de fabricación de abono utilizando abono de ganado y producto de abono fabricado a medida. KR102072456. Korea: Recuperado de:  
[https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=KR284271081&\\_cid=P21-KUR9ZA-35348-2](https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=KR284271081&_cid=P21-KUR9ZA-35348-2)
- Martínez, J. (2019). La economía alrededor de las mascotas en Bogotá. Observatorio de desarrollo económico. Recuperado de: <http://observatorio.desarrolloeconomico.gov.co/comercio-al-por-menor-industria-servicios/la-economia-alrededor-de-las-mascotas-en-bogota>
- Marroquín, R. (S.f). Confiabilidad y Validez de Instrumentos de investigación. Universidad Nacional de Educación Enrique guzmán y valle. Recuperado de:  
<http://www.une.edu.pe/Titulacion/2013/exposicion/SESION-4-Confiabilidad%20y%20Validez%20de%20Instrumentos%20de%20investigacion.pdf>
- Mejía, T, (2019). Investigación descriptiva: Características, técnicas, ejemplos. Lifeder. Recuperado de: <https://www.lifeder.com/investigacion-descriptiva/>
- Méndez, A., Robles, C, Vega, J. y Castañeda, E. (2018). Compostaje de residuos agroindustriales inoculados con hongos lignocelulósicos y modificación de la relación C/N. *SciELO*, 9(2). Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v9n2/2007-0934-remexca-9-02-271.pdf>
- Ministerio de comercio, industria y turismos de (6 de agosto de 2002). "Por el cual se reglamenta La ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos" [Decreto 1713]. Recuperado de: <https://www.mincit.gov.co/ministerio/normograma-sig/procesos-de-apoyo/gestion-de-recursos-fisicos/decretos/decreto-1713-de-2002.aspx>
- Ministerio de vivienda, ciudad y territorio (24 de diciembre de 2018). Por el cual se adiciona el capítulo 7, al título 2, de la parte 3, del libro 2, del Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y territorio, Decreto 1077 del 26 de mayo de 2015, que reglamenta parcialmente el artículo 88 de la Ley 1753 de 2015, en lo referente al incentivo al aprovechamiento de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones. [Decreto 2412].

- Recuperado de [https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma\\_pdf.php?i=89969](https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=89969)
- Murillo, G. (2020). Los ácidos húmicos y ácidos fúlvicos. Jisa. Recuperado de: <https://www.acidoshumicos.com/los-acidos-humicos-y-acidos-fulvicos/>
- Narváez, G. (2014). Enfoques de investigación. SlideShare. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/gambitguille/enfoques-de-investigacion-37890633>
- Omega Engineering INC. (2017). *Guía práctica de medición de temperatura* [e-book]. Recuperado de: <https://mx.omega.com/e-book/282090/ebook-temp.pdf>
- Otzen, T. & Manterola, C. (2017). Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *Scielo*, 35(1). Recuperado de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>
- Quiroa, M. (2021). Prospectiva estratégica. Economipedia. Recuperado de <https://economipedia.com/definiciones/prospectiva-estrategica.html>
- Pursell, S. (2021). ¿Qué es el benchmarking y que tipos existen? (incluye ejemplos). Hubspot. Recuperado de: <https://blog.hubspot.es/marketing/benchmarking>
- Ramirez, J. (2017). *Apoyo en el diseño de una propuesta para la gestión y disposición alternativa de excretas de perros en la localidad de Suba, Bogotá D.C.*. (Pasantía de pregrado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas). Recuperado de: <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/6627/Beltr%ElnRam%EDrezJuanDavid2016.pdf;jsessionid=A6876638D61B520C5A58FCE238B190E1?sequence=1>
- Romero, Y. (2011). Incidencia del PIB agropecuario en el PIB nacional Evolución y transformación. *Revista gestión y desarrollo*. Recuperado de: [https://www.usbcali.edu.co/sites/default/files/03\\_pib\\_agropecuario.pdf](https://www.usbcali.edu.co/sites/default/files/03_pib_agropecuario.pdf)
- Salamanca, L. (2011). Sobrepoblación canina y felina: tendencias y nuevas perspectivas. *Scielo* 58(1). Recuperado de: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-29522011000100005&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-29522011000100005&script=sci_arttext&tlng=pt)
- Saldivar, L., Vanessa, L. y Leiva, O. (2021). Sistema de gestión de residuos sólidos para la Universidad Nacional de Asunción, Paraguay. Periodo 2015-2019, *Scielo* 27(52). Recuperación de: <http://scielo.iics.una.py/pdf/pdfce/v27n52/2076-054x-pdfce-27-52-15.pdf>
- Serra, B. (2014). Muestreo de Bola de Nieve. Universo formulas. Recuperado de: <https://www.universoformulas.com/estadistica/inferencia/muestreo-bola-nieve/>

- Solís, L. (2019). Aplicaciones de serpentines en un sistema de refrigeración industrial. [Entrada de Blog]. Recuperado de: <https://blog.froztec.com/aplicaciones-de-serpentines-en-un-sistema-de-refrigeracion-industrial>
- Sosa, J. y Laines, J. (2020). Refinación de la fracción sólida de digestatos de excretas de ovejas proveniente de un digestor anaerobio. *Scielo*, 40(2). Recuperado de: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0120-56092020000200014&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0120-56092020000200014&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- SPS (s.f.). Recuperado de: [https://www.ivar-group.com/es\\_ES/Spain/products/Central-t-rmica-8527/Acumuladores-8588/SPS-9433](https://www.ivar-group.com/es_ES/Spain/products/Central-t-rmica-8527/Acumuladores-8588/SPS-9433)
- Universal. (2020). Diferencias entre desarrollo sostenible y sustentable. Universal. Recuperado de: [:https://www.universia.net/mx/actualidad/vida-universitaria/diferencias-entre-desarrollo-sostenible-sustentable-1136185.html](https://www.universia.net/mx/actualidad/vida-universitaria/diferencias-entre-desarrollo-sostenible-sustentable-1136185.html)
- Velez, L., Reyes, L., Rojas, D., Cakderin, M., Cruz, J. & Arcos, J(2014). Riesgo potencial de parásitos zoonóticos presentes en heces caninas en Puerto Escondido. *Scielo*, 56(6). Recuperado de: <https://www.scielosp.org/article/spm/2014.v56n6/625-630/es/>
- Videla, M. (2017). ¿qué es una mascota? objetos y miembros de la familia. *Scielo*, 15(1). Recuperado de: [http://www.scielo.org.bo/pdf/rap/v15n1/v15n1\\_a04.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/rap/v15n1/v15n1_a04.pdf)
- World Animal Protection. (S.f.). El manejo humanitario de la población canina. World animal protection. Recuperado de: [https://www.worldanimalprotection.cr/sites/default/files/media/cr\\_files/manejohumanitariopoblacioncanina.pdf](https://www.worldanimalprotection.cr/sites/default/files/media/cr_files/manejohumanitariopoblacioncanina.pdf)
- Zamorano, M. (1997). *Procedimiento de obtención de abono orgánico a partir de todo tipo de excremento animal*. WO 99/20580. Madrid: Patente Europea. Recuperado de: <https://patentimages.storage.googleapis.com/e1/75/56/a75c56437781b9/WO1999020580A1.pdf>
- Zenilma. (2014). Prospectiva Estratégica [Entrada de Blog]. Recuperado de: <https://zenilma.wordpress.com/2014/05/05/tipos-de-escenarios/>

## Anexos

### Anexo 1

Encuesta propuesta para el mejoramiento de la disposición y aprovechamiento de los residuos fisiológicos de perros.

1. ¿Cuál es su nombre?
2. ¿Cuál es su correo electrónico?
3. ¿Cuál es su edad?
4. ¿Cuántos canes viven en su hogar?

1	1
2	2
3	3
4	más de 4

5. ¿Ha realizado compras de productos especializados para sus mascotas?

1	Si
2	No

6. ¿Qué productos ha comprado?

1	Alimentos
2	Medicamentos
3	Accesorios (collares, camas, comedores, etc)
4	Juguetes
5	Productos para recoger las heces de las mascotas
6	Productos de aseo

7. Aproximadamente ¿Cada cuanto realiza la compra de productos especializados para la limpieza de su mascota?

1	Todos los días
2	Cada semana
3	cada 15 días
4	Cada mes
5	Cada 2 meses
6	Cada 3 meses

7	Cada 6 meses
8	Cada año
9	Mas de un año

8. De las siguientes herramientas o productos ¿Cuáles usas para recolectar las heces de tus mascotas?

1	Pala recoge heces
2	Bolsas de excrementos especiales para heces
3	Pala recoge heces automáticas
4	Recogedor de heces
5	Bolsa o plásticos reutilizado de otros productos (ej: bolsas de supermercado, tiendas, entre otros).
6	Herramienta recolectora

9. Mensualmente ¿Cuánto dinero gastas en los productos o herramientas para recolectar las heces de tus mascotas? (valor aproximado)

1	\$0
2	\$1.000 - \$5.000
3	\$6.000 - \$10.000
4	\$11.000 - \$15.000
5	\$16.000 - \$20.000
6	\$21.000-\$25.000
7	\$26.000-\$30.000
8	Mas de \$30.000

10. En tu experiencia usando productos o herramientas para la recolección de las heces de tu mascota, ¿Cuáles han sido los principales inconvenientes se le han presentado?

1	Ninguna
2	Mala calidad de las bolsas plásticas
3	Sensación de desagrado al recoger los desechos fisiológicos del perro
4	La herramienta utilizada para la recolección de las heces presente inconvenientes como: el mal olor, residuos de las heces en el utensilio
5	Desperdicio de bolsas plásticas al momento de sacar al perro
6	El diseño del producto genera dificultad en la recolección de los residuos de canes
7	La herramienta recolectora es de mala calidad

11. De 1 a 5 ¿Qué tan atractiva es la idea?

1	Nada atractiva
2	Poco atractiva
3	Algo atractiva
4	Atractiva
5	Muy atractiva

12. ¿Considera que la idea es viable?

1	Nada viable
2	poco viable
3	Algo viable
4	Viable
5	Muy viable

13. De 1 a 5 ¿Qué tan probable es que compre este producto en un futuro?

1	Nada probable
2	poco probable
3	Algo probable
4	Probable
5	Muy probable

14. De 1 a 5 ¿Qué tan importante es para usted la ergonomía de la herramienta?

1	Nada importante
2	poco importante
3	Algo importante
4	Importante
5	Muy importante

15. De 1 a 5 ¿Qué tan importante es para usted la calidad / precio del producto?

1	Nada importante
2	poco importante
3	Algo importante
4	Importante
5	Muy importante

16. De 1 a 5 ¿Qué tan importante es para usted tener un producto que le facilite la recolección de las heces?

1	Nada importante
2	poco importante
3	Algo importante
4	Importante
5	Muy importante

17. De 1 a 5 ¿Qué tan incómodo es para usted encontrar material fecal de canes en espacios públicos?

1	Nada incomodo
2	poco incomodo
3	Algo incomodo
4	Incomodo
5	Muy incomodo

## Anexo 2

**Hemicelulosa:** De acuerdo con infoAgro el término hemicelulosa hace referencia a aquellos “carbohidratos complejos, que en compañía de otros tipos de carbohidratos rodean las fibras de celulosa de las células vegetales.” (InfoAgro, sf).

**Helmintos:** Con base en un sitio web, los helmintos son organismos multicelulares, que suelen verse a simple vista cuando estos son grandes “adultos”. (cdc, 2016).

**Polimerización:** Según el sitio web ingeniería química, la polimerización se define como las reacciones que se presentan al interactuar entre sí moléculas diferentes o iguales simples, a través de esta interacción se generan moléculas que suelen ser mayores que el peso doble de las moléculas iniciales. (IQR,2020).

**Condensación:** Con base a lifeder la condensación es aquel cambio que sufre una sustancia al momento de pasar de un estado gaseoso a un estado líquido. (Bolívar, 2019).

**Ácidos fúlvicos:** Según un técnico agrícola Los ácidos fúlvicos están incluidos dentro de los ácidos húmicos, sin embargo, estos se diferencian gracias al comportamiento que estos tienen en el medio ácido y básico, los dos tipos de ácidos son solubles en el medio básico y en el medio ácido tienen comportamientos similares, pero de menor impacto a comparación con los húmicos. (Murillo,2020).

**Ácidos húmicos:** De acuerdo con Gregorio Murillo el ácido húmico se encuentra en los suelos, estos ácidos se componen de una mezcla de moléculas complejas de tipo orgánicas, así mismo estas

se componen de los procesos de descomposición y oxidación de la materia orgánica, los ácidos húmicos son considerados como el componente más activo de la materia. (Murillo, 2020).

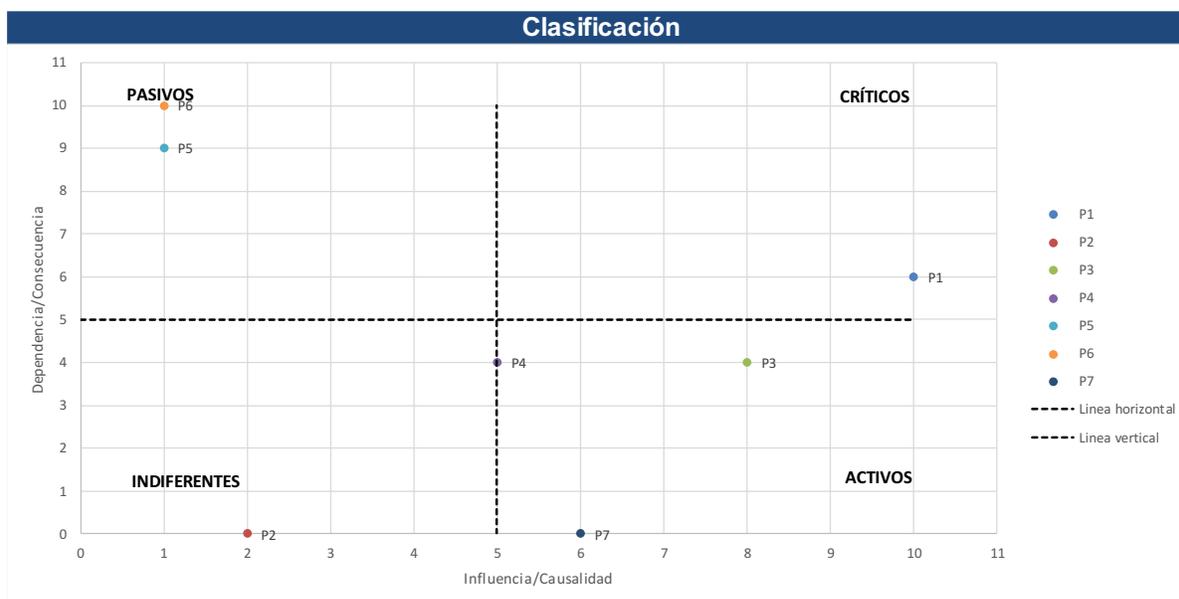
### Anexo 3

#### Matriz de Vester

Con el fin de realizar el árbol del problema se decidió realizar la matriz de Vester estableciendo variables y realizar una comparación entre ellas, este matiz es definido como una cantidad de columnas y filas que se enfocan en dar a conocer posibles causas de un problema o situación vertical y horizontalmente. (Betancourt,2016).

Al momento de realizar la comparación se realizó una calificación de 0 a 3, siendo 0 “el problema A no causa B” es decir no tiene relación alguna, la calificación 1 corresponde a “el problema A causa indirectamente B”, 2 hace referencia a “el problema A causa moderadamente B” y por último la calificación 3 corresponde a “el problema A causa directamente B”. A continuación, se representan las variables y se realiza la calificación correspondiente. (Betancourt,2016).

Situación problemática									
Contaminación ocasionada por los residuos fisiológicos provenientes de canes									
Código	Variable	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	INFLUENCIA
P1	Contaminación producida por excrementos de canes	0	0	3	3	2	2	0	10
P2	Falta de sistemas de recolección	0	0	0	0	1	1	0	2
P3	Falta de comportamientos sociales responsables de algunos ciudadanos en la recolección	2	0	0	1	2	3	0	8
P4	Abandono de perros	2	0	0	0	1	2	0	5
P5	Contaminación ambiental	0	0	0	0	0	1	0	1
P6	Enfermedades zoonóticas	0	0	0	0	1	0	0	1
P7	Desconocimiento del proceso de elaboración de compostaje	2	0	1	0	2	1	0	6
DEPENDENCIA		6	0	4	4	9	10	0	33



## Anexo 4

### Evidencia del proceso del compostaje tradicional

A continuación, se presentará la elaboración casera del compostaje el cual tarda un tiempo mínimo de 1 año en su proceso de transformación, valga aclarar que se realiza por el método de humus de lombriz el cual se efectúa por una técnica denominada vermicompostaje. Adicionalmente, el tiempo puede variar ya que dependerá mucho de aspectos como la lluvia y el sol.



En primera medida, se recolecta las cáscaras de frutas de la semana como se aprecia en la anterior figura se emplea cáscaras de frutas como: gulupa, mango, tomate etc.



Luego, se tritura manualmente la fruta logrando una textura consistente. A esta consistencia no es necesaria verterle agua.



Como se aprecia en la anterior figura el paso a seguir es cavar un hueco en el jardín en el cual va a realizar el compost.



En el hueco que se cavó en el jardín se le debe agregar las heces fecales perrunas y la mezcla de cáscaras de frutas ya trituradas. Después se vuelve a tapar el hueco con la tierra removida en el jardín.



Como se puede observar en la anterior imagen con el pasar de las semanas se va haciendo el proceso del compostaje tradicional en el cual están implícitas las lombrices encargadas de efectuar el proceso de bio-oxidación y estabilización de la materia orgánica.



Finalmente, después de haber pasado más de un año se observa que la tierra compostada presenta un aroma a bosque húmedo y un olor a marrón oscuro. Se puede apreciar en la anterior imagen que con la tierra compostada se sembró una papa semilla y con el pasar del tiempo nace un cultivo de papa.

### **Anexo 5**

El lugar recomendado para realizar el proceso de compostaje mejorado se ubica en el municipio de la calera en la entrada del pueblo la portada, muy cerca de la ciudad de Bogotá, este lote es ideal a su cercanía con la ciudad de Bogotá, el espacio cuenta con 698 metros cuadrados de zona verde y esta hay restricciones por olores ya que situado en una zona alejada a la ciudad y viviendas cercanas, este lote tiene un costo de 39.000.000 de pesos y es un estrato 2. A continuación se muestra la ubicación del lote sugerido.



