

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ciencias Sociales y Humanísticas

Análisis de viabilidad de plan de tratamiento de residuos sólidos
orgánicos para la ciudad de Guayaquil

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Economía

Presentado por:

Pier Paolo Perona Cruz

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2023

DEDICATORIA

A mis padres, las personas más honradas y trabajadoras que conozco. Me hacen sentir muy afortunado. Gracias por creer en mí y en mis sueños. Este logro es en gran parte gracias a ustedes.

A mi hermana, mi compañera de aventuras. Luz en mis días grises y brisa fresca en mis días calurosos. Gracias por ser mi confidente, mi consejera y mi amiga.

A mis profesores, héroes desconocidos. Porque nada, en verdad, puede reemplazar a un verdadero maestro. Quienes no se limitan a las lecciones del aula, sino también a las lecciones de la vida. Gracias por inspirarme a dar lo mejor de mí. No tengo palabras que alcancen, siempre guardaré sus lecciones como a un preciado tesoro.

A todos ustedes, gracias por ser parte de mi historia y por acompañarme en este viaje de aprendizaje y crecimiento.

AGRADECIMIENTOS

Quiero darles las gracias a mis amigos y compañeros, que me brindaron su apoyo y colaboración desinteresada, poniendo de su tiempo y recursos para realizar la investigación de mercado.

Agradezco también a los recicladores, vecinos, padres de familia, profesores y empresarios, por haberme brindado asesoría y colaboración durante todo el proceso de entrevistas, en muchas ocasiones a un perfecto extraño. En verdad, gracias. Sus conocimientos han sido muy valiosos y sin duda, han enriquecido este trabajo en gran medida.

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, me corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Pier Paolo Perona Cruz* doy mi consentimiento para que la ESPOC realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

A handwritten signature in black ink that reads "Pier Perona". The signature is written in a cursive style with a large initial 'P' and 'P'.

Pier Paolo Perona Cruz

EVALUADORES

.....
Andrea Isabel Molina Vera

PROFESOR DE LA MATERIA

.....
Andrea Isabel Molina Vera

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

Los desechos orgánicos representan aproximadamente el 60% de la totalidad de los residuos producidos en las áreas urbanas y su excesiva acumulación no solo dificulta la gestión y disposición adecuada de residuos, sino que también contribuyen a la contaminación ambiental. Por tal motivo en el presente proyecto se analiza la viabilidad de implementar un servicio de recolección y tratamiento de residuos sólidos orgánicos en la ciudad de Guayaquil con el fin facilitar los esfuerzos de reciclaje y promover un modelo de economía circular.

Para el planteamiento del servicio de aprovechamiento de RSO se realizó entrevistas a profundidad a los diferentes actores involucrados y se consultaron también manuales de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos. Por otra parte, se realizó un estudio de valoración contingente (VC) para estimar como los ciudadanos valoran la provisión de este servicio y con estos resultados se evaluó la viabilidad del proyecto mediante un análisis financiero.

En los resultados se obtuvo que el 37,22% de los encuestados estaría dispuesto a pagar la suscripción por el servicio propuesto, con una disposición a pagar promedio de \$14,07. De estos participantes, en promedio estuvieron dispuestos a pagar más aquellos interesados en actividades de jardinería y horticultura.

En conclusión, los resultados de la investigación exploratoria en conjunto con la investigación de mercado dieron resultados favorables para la implementación de un servicio de gestión de residuos sólidos orgánicos en la ciudad. Así mismo, el análisis financiero proyectado en un horizonte de 5 años considera que el proyecto es económicamente rentable y factible.

Palabras Clave: economía circular, reciclaje, residuos orgánicos, valoración contingente, desarrollo sostenible.

ABSTRACT

Organic waste represents approximately 60% of all the waste produced in urban areas and its excessive accumulation not only hinders proper waste management and disposal, but also contributes to environmental pollution. Hence, this project analyzes the feasibility of implementing an organic solid waste collection and treatment service in the city of Guayaquil in order to facilitate recycling efforts and promote a circular economy.

To establish the service, in-depth interviews were conducted with the various stakeholders involved and organic solid waste management manuals were also consulted. On the other hand, a contingent valuation (VC) study was carried out to estimate how citizens value the provision of this service and with these results, the feasibility of the project was evaluated through a financial analysis.

The results showed that 37.22% of the survey participants would be willing to pay for the proposed subscription service, with an average willingness to pay of \$14.07. Of these participants, those interested in gardening and horticulture activities were, on average, willing to pay more.

In conclusion, the results of the exploratory research along with the market research provided favorable results for the implementation of an organic solid waste management service in the city. Furthermore, the projected financial analysis over a 5-year horizon considers the project economically viable and feasible.

Keywords: *circular economy, recycling, organic waste, contingent valuation, sustainable development.*

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
<i>ABSTRACT</i>	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS	VI
SIMBOLOGÍA	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	IX
CAPÍTULO 1	1
1. Introducción	1
1.1 Descripción del problema	1
1.2 Justificación del problema.....	2
1.3 Objetivos.....	4
1.3.1 Objetivo General	4
1.3.2 Objetivos Específicos	4
1.4 Marco teórico	4
CAPÍTULO 2.....	7
2. Metodología	7
2.1 Metodología de investigación exploratoria.....	7
2.1.1 Investigación de fuentes secundarias	7
2.1.2 Investigación cualitativa: entrevistas a profundidad	13
2.2 Metodología de investigación concluyente	14
2.2.1 Problema de investigación de mercado	14
2.2.2 Objetivos de la investigación de mercado	14
2.2.3 Formulación del diseño de investigación.....	15

2.2.4	Diseño muestral	16
2.3	Metodología del Análisis Financiero	18
2.3.1	Valor Actual Neto (VAN).....	18
2.3.2	Tasa Interna de Retorno (TIR)	18
2.3.3	Payback	18
2.3.4	Análisis de sensibilidad	18
CAPÍTULO 3.....		19
3.	Resultados Y ANÁLISIS.....	19
3.1	Resultados de la investigación exploratoria.....	19
3.1.1	Descripción del servicio.....	19
3.1.2	Características del cliente relevante.....	20
3.1.3	Estrategias de promoción y comercialización del servicio.....	20
3.2	Resultado de la investigación concluyente	21
3.2.1	Caracterización de las variables de interés.....	21
3.2.2	Caracterización del DAP	23
3.3	Resultados financieros del proyecto	26
3.3.1	Inversión y Estructura de Costos.....	26
3.3.2	Demanda proyectada e Ingresos	26
3.3.3	Punto de equilibrio.....	26
3.3.4	Flujo de caja.....	27
3.3.5	Análisis de viabilidad (VNA, TIR, PAYBACK).....	28
3.3.6	Análisis de sensibilidad	28
CAPÍTULO 4.....		29
4.	Conclusiones Y Recomendaciones.....	29
4.1	Conclusiones	30
4.2	Recomendaciones	31

BIBLIOGRAFÍA	32
APÉNDICES	35
Apendice a: Análisis cualitativo	35
Apendice B: FORMATO DE ENCUESTA	37
Apendice C: Tabulaciones adicionales	41
Apendice D: Inversión, COSTOS e IMPACTO.....	43

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
VAN	Valor Actual Neto
TIR	Tasa Interna de Retorno
TMAR	Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento
CAPM	Capital Asset Pricing Model
VC	Valoración Contingente
DAP	Disposición A Pagar
ONU	Organización de Naciones Unidas
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
GAD	Gobierno Autónomo Descentralizado
MAE	Ministerio del Ambiente Ecuatoriano
PNGIDS	Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos
AEISA	Asociación Ecuatoriana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental
RSM	Residuos Sólidos Municipales
RSO	Residuos Sólidos Orgánicos
IGES	Institute for Global Environmental Strategies
COOTAD	Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización

SIMBOLOGÍA

Ton	Tonelada
Lt	Litro
pH	Potencial de hidrogeno
C/N	Relación carbono-nitrógeno
TCO ₂	Toneladas métricas de CO ₂
m ³	metros cúbicos

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Proceso para implementación del plan de reciclaje de RSO	8
Figura 2.2 Alternativas de aprovechamiento de RSO	11
Figura 3.1 Storyboard del servicio	19
Figura 3.2 Perfil del cliente relevante	20
Figura 3.3 Modelo de negocios de gestión de RSO.....	21
Figura 3.4 Distribución de características de interés	22
Figura 3.5 Distribución de Máxima DAP por variables socioeconómicas	24
Figura 3.6 Distribución de Máxima DAP por variables de interés	24
Figura 3.7 Motivos de rechazo de pago	25

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Control de humedad.....	9
Tabla 2.2 Control de aireación.....	9
Tabla 3.1 Variables de interés	21
Tabla 3.2 DAP.....	23
Tabla 3.3 Estadísticos de la Máxima DAP.....	25
Tabla 3.4 Proyección de demanda	26
Tabla 3.5 Modelo CAPM.....	27
Tabla 3.6 Flujo de Caja Anual.....	27
Tabla 3.7 Análisis de sensibilidad	28

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

La gestión de los residuos sólidos se ha convertido en una de las principales preocupaciones en las sociedades modernas a nivel mundial. El rápido crecimiento urbano y los hábitos de consumo masivo han agravado el problema ya que muchos países no cuentan con sistemas eficientes para su correcta gestión y tratamiento. Esto no solo representa una oportunidad desaprovechada de recuperar los recursos en cuestión, sino que también pueden tener graves consecuencias en el medio ambiente y la salud pública. La ONU en su agenda 2030, que incluye los 17 objetivos de desarrollo sostenible (ODS) hace hincapié en la importancia reducir el impacto ambiental negativo de las ciudades con énfasis en la gestión de residuos. Es por esto que se deben promover alternativas que permitan gestionar los residuos de forma más eficiente reduciendo el impacto negativo de las ciudades, facilitando la recuperación recursos valiosos y fomentando el desarrollo sostenible.

1.1 Descripción del problema

El problema con la gestión de residuos sólidos urbanos en la ciudad de Guayaquil es multidimensional. Por una parte, los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) son los responsables del manejo de residuos sólidos, sin embargo, en la región los planes de gestión efectuados por las autoridades han sido objeto de críticas a través de los años por ser considerados inadecuados al cumplir con las necesidades de la ciudadanía e ineficientes desde el punto de vista ambiental.

Y es que, de acuerdo con cifras publicadas en el 2020 por el Registro de Gestión Integral de Residuos Sólidos, la provincia Guayas es la que más residuos genera en el país con una magnitud aproximada de 4200 ton. recogidas diariamente mientras que a nivel nacional esta cifra asciende hasta las 12600 ton. lo que es alarmante. De la misma forma, del total de estos residuos aproximadamente el 36% es depositado en rellenos sanitarios, 20% en celdas emergentes y resto en botaderos de cielo abierto. Y aunque estas alternativas pueden representar una solución en el corto plazo, hay expertos que afirman que no es un remedio al problema, ya que son una

fuentes de contaminación y un riesgo sanitario latente. Por otra parte, también se argumenta que parte del problema está en la población por una falta generalizada de conciencia ambiental. Karla Aguas (2019), vocera de Puerto Limpio expone que “los guayaquileños irrespetan los horarios, los lugares y la frecuencia de recolección de basura. La depositan en parterres centrales, en sitios cercanos a escuelas o solares vacíos.” De cualquier forma, el sistema vigente fomenta la formación de “mini botaderos” a lo largo de las avenidas y sectores residenciales de la ciudad.

Además, a pesar de que la industria de reciclaje se enfoca en materiales de alto valor económico; como chatarra, plástico, vidrio, papel y cartón, el 57% de los residuos en la provincia son de origen orgánico. Sin embargo, el reciclaje de estos residuos orgánicos también puede generar un gran valor económico y tener un impacto positivo en el medio ambiente. Al reciclar los residuos orgánicos, se pueden producir compost y otros abonos orgánicos, que pueden ser vendidos y generar ingresos para la industria. También, el reciclaje de estos residuos reduce la cantidad de residuos en vertederos, lo que a su vez disminuye la emisión de gases de efecto invernadero y reduce costos públicos.

Finalmente, en la región no existe un esquema que fomente la recolección diferenciada de los residuos. La recolección actual se gestiona en forma de “mini botaderos” que no solo dificultan las iniciativas de separación y recolección de materias primas en cuestión, sino que también promueven la proliferación de plagas como los roedores y otros animales que esparcen los residuos que además de ser un riesgo sanitario latente (foco de bacterias y enfermedades), con las lluvias afectan también a los sistemas de alcantarillado.

1.2 Justificación del problema

Con estos antecedentes el proyecto propone crear un servicio de gestión de residuos orgánicos que sea amigable con la ciudadanía y con el medio ambiente. Es conveniente enfocarse en el reciclaje de residuos orgánicos dado a que es un proceso relativamente fácil y económico de implementar y gestionar. Además, la separación de residuos orgánicos de los inorgánicos sería el primer paso hacia un

modelo de economía circular ya que facilita y aumenta la eficiencia del reciclaje de otro tipo de residuos.

Desde el punto de vista ambiental, estos residuos al ser reciclados en lugar de enterrados reducen la necesidad de vertederos por lo que se ahorra espacio y a su vez ayuda a conservar los suelos. Además, al reducir la cantidad de material orgánico en descomposición en conjunto con otros residuos se reduce de forma considerable la emisión de metano, un potente gas de efecto invernadero que se genera a través de los lixiviados.

Desde el punto de vista económico, implementar un servicio de gestión y tratamiento de residuos puede generar empleos y oportunidades de negocios en la industria del reciclaje. Al reciclar los residuos orgánicos, se pueden crear productos valiosos como compost y otros abonos orgánicos, lo que puede aumentar la oferta de bienes y servicios en el mercado y estimular la economía local. Además, al tener un servicio eficiente de gestión de residuos, se puede reducir la cantidad de residuos depositados en vertederos, lo que a su vez disminuiría los costos asociados a la disposición de residuos y mejorará la calidad de vida de los habitantes. Por último, de resultar rentable esta actividad tendría el potencial para atraer inversión a la ciudad, lo que impulsaría aún más la economía local.

Desde el punto de vista social, la implementación y difusión de este servicio podría ser un instrumento para educar y sensibilizar a la población sobre temas como el reciclaje y la protección del medio ambiente. También, al fomentar una cultura de reciclaje, se puede promover una ciudad más verde y productiva, con una comunidad más consciente y responsable en cuanto a la gestión de residuos. Esto puede mejorar la calidad de vida de los ciudadanos al reducir la cantidad de residuos en las calles y mejorar la limpieza y salubridad en la ciudad.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Determinar la viabilidad económica y financiera de un servicio de recolección y tratamiento de residuos sólidos orgánicos en la ciudad de Guayaquil.

1.3.2 Objetivos Específicos

- I. Realizar una investigación exploratoria para definir las técnicas, modelos y condiciones del mercado relevantes para establecer el servicio de reciclaje de residuos orgánicos en Guayaquil.
- II. Estimar la demanda potencial del servicio de reciclaje de residuos orgánicos mediante un análisis de valoración contingente, con el fin de determinar la rentabilidad y atractivo del servicio para los clientes potenciales.
- III. Evaluar la viabilidad del proyecto mediante un análisis financiero estableciendo su factibilidad económica e impacto ambiental.

1.4 Marco teórico

La noción de una economía circular está íntimamente relacionada con el uso racional de los recursos y es considerado un importante actor en la conservación del planeta. Sin embargo, muchas industrias en el mundo siguen el modelo lineal de consumo "hacer-usar-desechar", lo que va en contra de la sostenibilidad y dificultan los procesos de gestión y aprovechamiento de recursos. Es por esto por lo que la gestión de residuos sólidos es un tema de gran importancia a nivel mundial y el aprovechamiento de residuos orgánicos es una parte esencial de ella, especialmente en los países en vías de desarrollo.

El desarrollo de tecnologías de gestión de residuos que sean simples, prácticas y económicas es esencial para garantizar la salud pública y reducir la contaminación ambiental. Debido a la crisis energética actual y al hecho de que la producción de recursos naturales es uno de los mayores recursos en las zonas tropicales, donde se encuentran la mayoría de los países en desarrollo, el concepto de reciclaje de

residuos orgánicos en lugar de solo su tratamiento y disposición ha ganado una amplia atención (Chongrak Polprasert, 2007).

A nivel mundial, muchas ciudades están fomentando programas y estrategias para manejar y aprovechar los residuos sólidos orgánicos. Sin embargo, a pesar de haber muchos proyectos piloto, pocos han logrado reducir significativamente la generación de residuos a nivel municipal. Aunque también hay algunos ejemplos exitosos, como en Surabaya en 2004 donde según cifras de la Oficina de la ciudad japonesa Kitakyushu de IGES, la generación diaria de residuos se redujo de 1500 ton. al día en 2004 a 1150 ton. al día en 2008. Este éxito se logró a través de un modelo de control de residuos y la creación de centros de compostaje estratégicos ubicados en varios puntos de la ciudad.

En Ecuador, también hay creciente interés en programas de desarrollo sostenible. El Ministerio de Ambiente conmemora el Día del Reciclador Ecuatoriano el 17 de mayo y en 2010 creó el Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos (PNGIDS) para impulsar la gestión de residuos sólidos en los municipios del país. Además, el Manual de Aprovechamiento de Residuos Orgánicos Municipales publicado en 2020 muestra los esfuerzos conjuntos de la comunidad y la colaboración entre el gobierno y la Unión Europea y otras instituciones regionales para asistir a las empresas públicas y privadas a cargo de las actividades de aprovechamiento de la fracción orgánica de los residuos sólidos.

Para contextualizar esto, a nivel nacional la población ha aumentado considerablemente en los últimos años, generando una gran cantidad de residuos sólidos, alrededor de 4.9 millones de toneladas por año. Que según cifras del PNGIDS en 2020, el 55.69% de estos residuos son de tipo orgánico y el 44.31% es de tipo inorgánico. En la región Costa, sin embargo, la proporción de residuos orgánicos asciende el 61,18%, lo que hace evidente que la fracción orgánica es dominante en la composición de los residuos y de ahí la importancia de su aprovechamiento a través de técnicas como el compostaje.

Un proyecto de compostaje, por ejemplo, busca hacer uso efectivo de estos residuos desaprovechados mediante técnicas de estabilización y fermentación. La degradación de la materia orgánica se realiza mediante un proceso que elimina patógenos y crea un producto estable que puede beneficiar a las plantas y organismos que viven en los suelos. Además, la producción del compost brinda otros beneficios como la reducción de los RSM facilitando la clasificación de otros residuos y mejorando la higiene de los barrios y comunidades.

Cabe destacar que, según cifras del INEC en el país únicamente se reciclan apenas entre el 4% y 6% de los residuos que generamos, con una proporción mucho más pequeña para residuos orgánicos. Y muchos consideran que dado a que la industria del reciclaje en el país aún se encuentra poco desarrollada esto puede representar una oportunidad de negocio. Marco Hermida (2022), gerente de Reciclar argumenta que “el reciclaje ha demostrado ser un negocio sostenible que coadyuva al uso racional de los recursos y al ser la parte más importante de la economía circular será sin duda un importante actor como negocio del futuro y conservación del planeta.”

Dicho escenario ha sido contemplado por emprendedores que han apostado por este rubro para empezar sus negocios. EcoHome es un ejemplo de ello. Samantha Reyes Mori y Carol Jara Pincay, propietaria y copropietaria, respectivamente, brindan servicio de recolección y transporte de papel, cartón, plásticos, metal, vidrio y tetrapak, para hogares y empresas de todo tipo. (El Universo, 2022). Además, también hay empresas privadas en Quito que se especializan en la gestión y transformación de residuos orgánicos, como ANUNA y Biocompost, que brindan opciones para una recolección diferenciada a los habitantes de la ciudad.

En base a lo anterior expuesto nace la propuesta de crear un plan de gestión de residuos sólidos orgánicos en la ciudad de Guayaquil, que sea amigable con sus habitantes, financieramente viable y que ayude al medio ambiente, reduciendo la cantidad de RSM y mejorando la calidad de vida de los ciudadanos.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

2.1 Metodología de investigación exploratoria

La metodología de investigación exploratoria es una técnica que se utiliza para investigar y comprender un fenómeno, problema o cuestión por primera vez. Es una forma inicial de investigación, en la que se busca reunir información sobre un tema, sin tener una hipótesis clara. La metodología exploratoria utiliza diversas técnicas de recopilación de datos, como encuestas, entrevistas, análisis de documentos, grupos focales, etc.

La investigación exploratoria se distingue por su capacidad de adaptarse y su versatilidad en cuanto a los métodos empleados. No sigue protocolos estrictos ni requiere la aplicación de técnicas de investigación formales, como cuestionarios estructurados, grandes muestras o muestreo probabilístico. En cambio, los investigadores están alerta a las nuevas ideas y conocimientos que surgen durante el proceso y pueden reorientar su investigación hacia ellos, explorándolos hasta agotar sus posibilidades o encontrar otras. Por esta razón, el enfoque de la investigación puede cambiar frecuentemente a medida que se descubren nuevos hallazgos. La creatividad e ingenuidad del investigador son esenciales en la investigación exploratoria. (Naresh K. Malhotra, 2008).

Para este caso el objetivo de la investigación exploratoria es definir las técnicas, modelos y condiciones del mercado relevantes para establecer el servicio de reciclaje de residuos orgánicos en Guayaquil. Con este propósito se utilizaron los métodos de investigación de fuentes secundarias como análisis de datos y estudio de casos e investigación cualitativa (entrevistas a profundidad).

2.1.1 Investigación de fuentes secundarias

La investigación de fuentes secundarias es una técnica de investigación exploratoria en la cual se recopilan y analizan datos previamente recogidos por otras fuentes con

el fin de explorar un tema de estudio. Estas fuentes pueden incluir registros gubernamentales, informes, estadísticas, publicaciones científicas y otros documentos relevantes. Para obtener más información sobre las técnicas, modelos y condiciones del mercado necesarias para establecer un sistema de aprovechamiento de RSO se consultaron fuentes expertas, incluyendo manuales, libros y estudios de casos enfocados. Antes de elegir una técnica para el aprovechamiento, se recomienda determinar primero características como la cantidad de residuos orgánicos a procesar y la composición y características fisicoquímicas de los mismos.

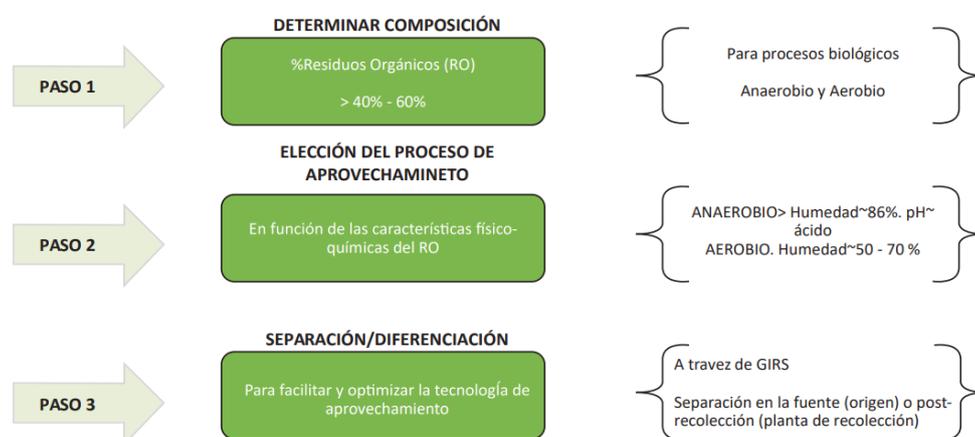


Figura 2.1 Proceso para implementación del plan de reciclaje de RSO

Obtenido de Manual de Aprovechamiento de Residuos Orgánicos. MAE, 2020.

Existen diversas opciones de sistemas de compostaje, desde sistemas domésticos hasta sofisticados que nos permiten manejar una gran cantidad de residuos orgánicos. La selección del sistema de compostaje dependerá del tiempo de procesamiento, la capacidad, el uso de energía y la higiene de la planta de compostaje. El objetivo es elegir un sistema que brinde resultados de alta calidad en un tiempo razonable y sin patógenos.

2.1.1.1 Parámetros del compostaje

Para garantizar la eficacia del proceso de compostaje, es necesario monitorear su progreso a través de diversos parámetros. Estos incluyen la humedad, la aireación, el pH, la temperatura, y la relación carbono nitrógeno (C/N).

Humedad: La humedad es un aspecto crucial en el proceso de compostaje, ya que los microorganismos necesitan agua para sus funciones y también como medio para transportar sustancias solubles que sirven como alimento para las células. La humedad en la mezcla de compostaje debe ser controlada para permitir la oxigenación adecuada, lo que se logra manteniendo un nivel de humedad comprendida entre el 40% y 60%. Una humedad inferior al 40% disminuye la actividad microbiana, mientras que, si la humedad supera el 60%, se obstaculiza la correcta oxigenación.

Tabla 2.1 Control de humedad

Nivel de Humedad	Problema	Recomendación
<40%	Problemas fisiológicos de microorganismos asociados al poco acceso de agua.	Añadir agua o RSO húmedos.
>60%	Problemas fisiológicos de microorganismos asociados al poco acceso de oxígeno.	Agregar material seco alto en carbono como hojas secas o paja.

Elaboración propia. Obtenido del Instituto de Estrategias del Medio Ambiente, 2010.

Oxigenación y tamaño de partículas: Para que el compostaje se lleve a cabo de manera efectiva, es importante mantener una correcta aireación, ya que los microorganismos que participan en el proceso son aeróbicos. Si la ventilación es insuficiente, se formarán microorganismos anaerobios, lo que generará malos olores y producción de sulfuro de hidrógeno. Si la ventilación es excesiva puede bajar la temperatura de la pila y reducir la actividad microbiana, lo que a su vez afectará el tiempo de degradación de los residuos. Para mantener los niveles de oxígeno adecuados, es importante utilizar partículas de RSO de tamaño adecuado y realizar revueltos periódicos a la mezcla de compost.

Tabla 2.2 Control de aireación

Nivel de Oxígeno	Problema	Recomendación
Muy bajo	Exceso de humedad y malos olores.	Revolver el contenedor, voltear las pilas.
Muy alta	Temperatura baja y evaporación muy rápida del agua.	Añadir agua o RSO húmedos. Utilizar partículas de RSO más pequeños.

Elaboración propia. Obtenido del Instituto de Estrategias del Medio Ambiente, 2010.

pH: El pH es un factor importante en el proceso de compostaje, ya que afecta a la supervivencia de diferentes grupos de microorganismos. El pH inicia ácido, luego evoluciona a alcalino y finalmente se estabiliza. Es deseable mantener un pH neutral o ligeramente alcalino en la mayoría de los procesos de compostaje. Por esta razón, es fundamental controlar la mezcla de residuos para calcular los niveles de pH adecuados.

Temperatura: La temperatura es otro parámetro que tiene una amplia variación en el proceso de compostaje. El compostaje inicia a una temperatura ambiente y sube de temperatura conforme avanza el proceso. A mayor temperatura, más es la actividad de los microorganismos en la mezcla y por lo tanto existe una mayor degradación de los residuos. La temperatura puede llegar a un límite de 75 centígrados.

Relación C/N: La relación carbono nitrógeno va a estar determinada por los RSO utilizados para el proceso de compostaje. En la mayoría de casos se considera adecuada es aproximadamente de 15:35. De existir una mayor cantidad de carbono hace que el proceso se enfríe y se haga lento. De existir una mayor cantidad de nitrógeno hace que el compostaje se caliente excesivamente y se generen malos olores. Es importante por tanto mantener un control sobre el tipo de RSO para balancear la relación C/N.

2.1.1.2 Alternativas de aprovechamiento

Según la literatura revisada, existen varias opciones para la producción de abonos orgánicos. Cada uno de estos procesos tiene sus propios desafíos y beneficios únicos.

Compostaje tradicional	<ul style="list-style-type: none"> • Imita la descomposición natural, proceso que puede tomar hasta 3 meses. • Mejora las condiciones físicas, químicas y biológica de la tierra. Aporta minerales, macro y micronutrientes a corto, medio y largo plazo a diferencia de fertilizantes inorgánicos. • Permite el aprovechamiento de gran variedad de residuos orgánicos y estiércol (exceptuando perros y gatos), normalmente no se tratan residuos cárnicos como mariscos por dificultades adicionales en el proceso.
Lombricultura	<ul style="list-style-type: none"> • El vermicompostaje se beneficia del sistema digestivo de las lombrices para generar el vermicompost, proceso ligeramente más corto que el compostaje tradicional. • Es considerado por muchos como el mejor compost orgánico debido a sus extraordinarias propiedades químicas y regeneradoras de los suelos. • Permite el aprovechamiento de gran variedad de residuos exceptuando restos y estiércoles con altos niveles de acidez.
Bokashi	<ul style="list-style-type: none"> • Proceso en el que a los residuos orgánicos se fermentan en un ambiente hermético para que los microorganismos trabajen sin presencia de oxígeno. Es muy veloz, durando hasta menos de 3 semanas. • Es considerado por muchos como el proceso más eficiente para producir compost dado que permite el aprovechamiento de una mayor variedad de residuos orgánicos incluyendo restos cárnicos como mariscos.
Takakura	<ul style="list-style-type: none"> • Permite la producción de gran cantidad de compost en espacios pequeños a través del cultivo de microorganismo fermentativos, proceso con una duración de hasta 45 días. • Acepta todo tipo de residuos orgánicos exceptuando desechos muy duros como huesos y semillas. • Al igual que el Bokashi es un proceso bastante económico pues solo requiere una inversión inicial y el mismo compost sirve como semilla para cultivar los microorganismos.
Biodigestión	<ul style="list-style-type: none"> • La biodigestión es un proceso de degradación de materia orgánica cuyo objetivo es la obtención de biogás(principalmente formado por metano) y materia prima degradada que puede servir como compost orgánico. • Es un proceso considerablemente costoso que puede tener una duración de alrededor de 60 días, 21 para la producción de CSR(combustible sólido residual).

Figura 2.2 Alternativas de aprovechamiento de RSO

Elaboración propia. Obtenido de Manual de Aprovechamiento de Residuos Orgánicos. MAE, 2020.

En el contexto económico, las técnicas de Takakura y Bokashi representan alternativas atractivas dada su facilidad operacional, bajos costos de implementación y bajo tiempo de procesamiento. Sin embargo, ambos procesos aún requieren del control de ciertos factores como la temperatura, el nivel de humedad, además de una mezcla adecuada de los residuos orgánicos para mantener una relación adecuada de carbono/nitrógeno. Por otra parte, la vermicultura puede también resultar una alternativa viable dado que, si bien requiere un mayor costo de implementación y mantenimiento, a cambio ofrece un producto final de mayor calidad.

En el contexto ambiental, Guayaquil se encuentra en la costa del Ecuador, región intertropical. Siendo una ciudad cálida y húmeda, con una temperatura media anual de 25 grados Celsius, se recomienda utilizar técnicas que permitan una buena ventilación y drenaje para evitar problemas de anaerobiosis y malos olores. También es importante tener en cuenta que la humedad alta puede favorecer el crecimiento de hongos y la proliferación de plagas, por lo que es necesario utilizar técnicas que

permitan controlar estos factores. Es recomendado entonces utilizar una técnica de pilas de compostaje con sistemas de ventilación y drenaje, o también el uso de camas de bokashi o Takakura.

2.1.1.3 Mecanismos de captación de residuos

De acuerdo cifras del INEC, la ciudad de Guayaquil produce más de 2.2 toneladas de residuos sólidos orgánicos al día y la mayoría de los habitantes no separan sus residuos antes de desecharlos. Sin embargo, la recolección diferenciada es el punto de partida para el proceso de reciclaje y, por lo tanto, es esencial para lograr un sistema de gestión de residuos sostenible. (Janez Potočnik, 2002) y para esto es necesario proveer a los clientes de un recipiente que les permita realizar la separación de sus RSO.

Es además importante destacar que, debido a la poca perdurabilidad de estos residuos, se requiere llevar a cabo procesos de transporte y recolección de estos hasta una planta para su aprovechamiento. Una vez en la planta los RSO deben ser procesados mediante las técnicas correspondientes y transformados en abono orgánico. Este proceso debe ser iterativo y el compost procesado puede ser entregado a los clientes como forma de compensación por participar.

2.1.1.4 Marco legal y regulaciones

En Ecuador, el Ministerio de Ambiente es el encargado de regular y otorgar los permisos para la gestión de residuos sólidos no peligrosos, desde su momento de captación hasta su disposición final. Según la Ley de Residuos Sólidos del Ecuador, es necesario contar con un plan de manejo de residuos sólidos y un plan de emergencia ambiental. Además, es necesario cumplir con las normas y regulaciones establecidas por el Ministerio de Ambiente y la Agencia de Regulación y Control de los Servicios Públicos. Es necesario considerar también que en el año 2010 el municipio de Guayaquil promulgó estatutos que establecen requerimientos técnicos y normativas especiales para los negocios que se constituyan en la gestión de residuos sólidos no peligrosos.

2.1.2 Investigación cualitativa: entrevistas a profundidad

Las entrevistas a profundidad son un método en el que se realiza una conversación detallada y prolongada con una persona para obtener información subjetiva y enriquecedora sobre un tema de investigación. Estas entrevistas se caracterizan por ser abiertas y no estructuradas, lo que permite a los entrevistadores obtener una comprensión más profunda de la perspectiva de la persona entrevistada.

Para este caso se realizaron entrevistas para recopilar información referente a la elaboración de un servicio de gestión y aprovechamiento de RSO, para esto se hizo un acercamiento con los diferentes actores. Entre las opiniones más relevantes se tiene que:

Comunidad: Se conversó con diversos hogares ubicados en el norte de la ciudad. Se observó que en su mayoría no solo existía una falta de interés en reciclar sus residuos orgánicos, sino que también mucho desconocimiento acerca del compostaje, lo sencillo que es y el impacto positivo que puede tener. Algunos manifestaban que estarían más interesados si existieran incentivos como programas y ayudas gubernamentales por separar sus residuos. Otros expresaban que sería interesante porque les permitiría realizar proyecto de jardinería y horticultura en sus hogares.

Recicladores: Se entrevistó a personas que se dedicaban a separar y recoger residuos en las calles, que en su mayoría buscaban botellas cartones y chatarra. Estos manifestaban que es muy difícil ganarse la vida reciclando, que los centros de acopio pagan muy poco y que solo compran por kilo. Cuando se les preguntó acerca del reciclaje de residuos orgánicos comentaron que existen lugares donde recogían estos para compostar pero que no es una actividad de la que puedan ganarse la vida y que más bien lidiar con estos residuos al momento de hurgar en las fundas forma parte de los dolores de su trabajo.

Empresas recicladoras: Al contactar con las empresas recicladoras de RSO. Las organizaciones coincidieron en que esta actividad es la forma más orgánica de

combatir el cambio climático y que deberían existir más mecanismos de promoción y difusión para el aprovechamiento de los RSO. También se observó que la mayor parte de estas actividades que se realiza principalmente domésticamente y en comunas. Biocompost, una empresa que se enfoca en proveer un servicio de reciclaje urbano a través de un sistema de pagos ofreció importantes pautas para la elaboración del servicio como la recolección puerta a puerta y entrega del compost. También hizo recomendaciones respecto a las técnicas más adecuadas y lo importante que es empezar a promover al servicio a los hogares para crecer antes de comercializarlo con empresas. Para más detalles revítese el capítulo 3 apartado de descripción del servicio.

2.2 Metodología de investigación concluyente

2.2.1 Problema de investigación de mercado

2.2.1.1 Problema de Decisión Gerencial /Administrativo

¿Cuál es la viabilidad de introducir un servicio de compostaje por suscripción en la ciudad de Guayaquil?

2.2.1.2 Problema de Investigación de Mercados

Identificar y cuantificar el grado de aceptación de un servicio de compostaje por suscripción en la ciudad de Guayaquil con el fin de establecer la disposición de pago y analizar la viabilidad del proyecto.

2.2.2 Objetivos de la investigación de mercado

2.2.2.1 Componentes u objetivos generales

1. Determinar el nivel de conciencia ambiental de las personas, su percepción de los servicios municipales en materia de gestión de residuos y su interés en actividades relacionadas a la jardinería y agricultura en el hogar.
2. Conocer la disposición a pagar de las personas por un servicio de compostaje por suscripción en la ciudad de Guayaquil.

2.2.2.2 Objetivos específicos o preguntas de investigación

- Componente 1:
 - I. Conocer los hábitos en materia de reciclaje de las personas.
 - II. Identificar la percepción que tienen las personas sobre los servicios municipales de gestión de residuos.
 - III. Conocer la disposición y grado de interés de las personas en actividades asociadas al cultivo de hortalizas y jardinería en sus hogares.
- Componente 2:
 - I. Determinar la disposición a pagar de las personas por la suscripción del servicio.
 - II. Identificar los motivos de las personas en caso de rechazar adquirir el servicio.

2.2.3 Formulación del diseño de investigación

2.2.3.1 Descripción de la investigación concluyente

Para esta etapa, usamos la retroalimentación proporcionada por las personas entrevistadas para crear el cuestionario. La metodología empleada fue la Valoración Contingente (VC), una técnica de valoración económica que se utiliza para estimar el valor de productos o servicios que no se encuentran en el mercado. Por tanto, se realizó una simulación del mercado en la que los encuestados fueron puestos en una situación hipotética para que pudieran valorar coherentemente el producto o servicio y se pueda capturar su demanda potencial.

La valoración contingente es una herramienta versátil que se utiliza para evaluar diferentes aspectos, desde la evaluación de políticas gubernamentales hasta la determinación del valor social de los recursos naturales. Esta técnica también permite evaluar cómo factores específicos pueden afectar la forma en que las personas valoran los bienes. La valoración contingente es un método para medir la demanda en términos económicos que supone que el valor percibido por el consumidor depende de un conjunto de características del bien o servicio. Este enfoque ofrece una ventaja sobre otras técnicas de medición de demanda, ya que

permite capturar con precisión la percepción del valor y su influencia en las decisiones de compra de los consumidores.

Se desarrolló un total de 14 preguntas que en su mayoría eran de carácter dicotómico. La encuesta se distribuyó en 3 bloques:

Características de interés (5 preguntas): En este apartado se consideraron variables que estaban destinadas a determinar el nivel de conciencia ambiental de las personas, su percepción de los servicios municipales en materia de gestión de residuos y su interés en actividades relacionadas a la jardinería y agricultura en el hogar. Lo que se quiere observar es si estas variables afectan la disposición a pagar de los agentes.

Escenario de valoración económica (2 preguntas): A través del método de VC, se planteó una pregunta de valoración de tipo nominal donde se pregunta al encuestado si estaría dispuesto a pagar \$20 por la suscripción (precio referencial) al servicio bimestral (cada 2 meses). El escenario de valoración tomó en cuenta la descripción detallada del producto y su ilustración con imágenes para facilitar el proceso. Para más detalles revítese el cuestionario en el apéndice B. Posteriormente se le preguntó al encuestado en caso de aceptar el pago o de no aceptarlo, pero estar dispuesto a pagar menos, cuál sería su máxima disposición a pagar (DAP) y en caso de rechazar el producto, es decir tener una valoración \$0, cuál es el motivo por el que no pagaría nada por el servicio.

Perfil sociodemográfico del encuestado (7 preguntas): Esta sección comprendió preguntas sobre género, nivel de escolaridad, edad, ingreso mensual familiar, número de integrantes en la unidad familiar y cantón de residencia.

2.2.4 Diseño muestral

Definición de la población meta: El objeto de análisis son los hogares de la ciudad de Guayaquil. La población meta para este estudio son los habitantes de Guayaquil que pueden estar interesados en tener un servicio de reciclaje de residuos orgánicos en su hogar, incluyendo tanto a aquellos que ya reciclan como a aquellos que estarían dispuestos a hacerlo si el servicio les resultara conveniente.

Determinación del Marco Muestral: Para efectos del estudio son los hogares en la ciudad de Guayaquil. Es necesario por tanto que el informante pueda responder por las decisiones que toma su unidad familiar, es decir que sea un jefe de hogar y esto se tomó en consideración al momento de diseñar y distribuir la encuesta.

Selección de la Técnica de Muestreo: En esta investigación, se utilizó una técnica de muestreo no probabilístico; por conveniencia. Se envió la encuesta por correo a diferentes grupos universitarios como clubes, cursos y profesores de la facultad que eran accesibles y convenientes para el investigador por motivos de tiempo y costos. Sin embargo, es importante tener en cuenta que este tipo de muestreo puede ser sesgado y no representativo de la población.

Determinación del Tamaño de la Muestra:

$$\text{Nivel de confianza} = 95\%$$

$$\text{Nivel de significancia } (\alpha) = 5\%$$

$$Z_{\frac{\alpha}{2}} = 1,96$$

Para p =probabilidad de éxito y q =probabilidad de fracaso tenemos que:

$$n = \left(\frac{Z_{\frac{\alpha}{2}}}{Pr} \right)^2 p * q$$

Que para efectos prácticos p y q son tomados arbitrariamente entonces tenemos que:

$$n = \left(\frac{1,962}{5\%} \right)^2 0,5 * 0,5 = 385$$

Se toma en consideración una población infinita. Por esto se eligió una muestra de $n=385$ con un nivel de confianza del 95% y un error del 5%. No obstante, dada las circunstancias de presupuesto y dificultad para incrementar el índice de respuesta del proyecto solo se logró alcanzar 182 encuestas para el proceso de análisis de resultados.

2.3 Metodología del Análisis Financiero

El análisis financiero es esencial para evaluar la viabilidad y rentabilidad de un proyecto, esto es evaluar si el proyecto es capaz de generar suficientes ingresos para cubrir los costos de operación y proporcionar una ganancia razonable que sea atractiva para los inversionistas. Por medio de la investigación exploratoria y el estudio de mercado se recabaron datos que permitieran proyectar una demanda para un horizonte de 5 años. Esto permitirá utilizar otras herramientas que permitirán medir la viabilidad financiera del proyecto como VAN, TIR, entre otros.

2.3.1 Valor Actual Neto (VAN)

Es un indicador que permite medir la rentabilidad de un proyecto. Se calcula restando el valor actual de los flujos de caja futuros esperados del proyecto, al capital invertido.

2.3.2 Tasa Interna de Retorno (TIR)

Es una medida de la rentabilidad de un proyecto. Se calcula como el porcentaje de retorno esperado sobre la inversión.

2.3.3 Payback

Es el tiempo que se requiere para recuperar la inversión inicial en un proyecto. Una de las desventajas de este método es que no considera el valor del dinero en el tiempo.

2.3.4 Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad es una herramienta financiera que sirve para ilustrar diferentes escenarios para evaluar los riesgos de una inversión. Para este análisis financiero se plantearon dos escenarios además del planteado en la proyección inicial.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1 Resultados de la investigación exploratoria

3.1.1 Descripción del servicio

Esta iniciativa busca ofrecer a las familias locales alternativas que conduzcan a la ciudad hacia un modelo de economía circular en el que haciendo uso de tecnologías de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos transformen los residuos de los hogares en compost. El servicio se comercializa como un modelo de suscripción bimestral (cada 2 meses) en el que los hogares pagan una cuota para formar parte del programa. Los operarios proveerán al hogar con un recipiente especializado para almacenar los residuos sólidos orgánicos (de tal forma que mitigue los malos olores) para que la familia pueda realizar la recolección diferenciada. Después, un operario visitará el hogar una vez por semana para recolectar los residuos y le devolverá un nuevo recipiente limpio. Al cabo de 2 meses, la familia suscrita podrá hacerse acreedora de aproximadamente 7 kg de compost de alta calidad como resultado de la transformación de sus residuos (las cantidades pueden variar dependiendo de la cantidad de residuos). El programa además procura ofrecer servicios adicionales con recargos por motivos de orientación en jardinería y horticultura.



Figura 3.1 Storyboard del servicio

Elaboración propia.

3.1.2 Características del cliente relevante



- Le gusta la naturaleza
- Tiene entre 35 y 60 años
- Trabaja pero también tiene tiempo libre
- Es consciente de los problemas ambientales
- Tiene un jardín (o estaría interesado en tener uno)
- Le preocupa el aspecto de su hogar y vecindario
- No tiene problemas financieros
- Tiene un amplio patio o terraza

Figura 3.2 Perfil del cliente relevante

Elaboración propia.

3.1.3 Estrategias de promoción y comercialización del servicio

El objetivo principal de la empresa es establecer un servicio de reciclaje de residuos orgánicos para los habitantes de la ciudad de Guayaquil. Dicho proyecto no solo requiere del financiamiento para la construcción una planta de procesamiento de residuos, sino que también inquiera en costos de mantenimiento de la planta y personal para ponerla en marcha. Los residuos diferenciados deben ser captados y transportados hacia la planta y el compost a sus puntos de entrega y venta. Todos estos procesos deben ser financiados de alguna forma por los grupos beneficiarios del mismo; hogares, agricultores y empresas interesadas en materia de responsabilidad social. En este contexto, una buena forma de comercializar este producto puede ser en conjunción con servicios afines como la jardinería, los viveros y la horticultura, otra alternativa es un modelo de pagos que garantice la entrada de residuos orgánicos de las fuentes que pueden ser los hogares y empresas y ofrezca a cambio algún tipo de compensación a los mismos, además es posible también realizar ambas actividades al momento de poner en marcha la empresa.

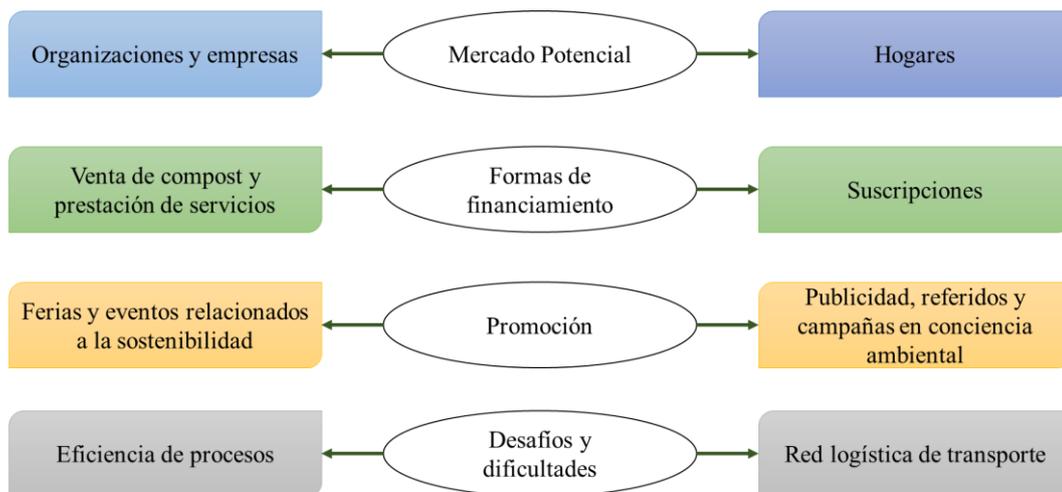


Figura 3.3 Modelo de negocios de gestión de RSO

Elaboración propia.

3.2 Resultado de la investigación concluyente

3.2.1 Caracterización de las variables de interés

Tabla 3.1 Variables de interés

Variable	Escala de medición
Hábito de reciclaje en el hogar	Nominal Si No
Importancia del reciclaje en áreas urbanas	Nominal Si No
Buen desempeño de los servicios municipales en gestión de residuos	Nominal Si No
Presencia de jardín/huerto doméstico	Nominal Si No
Interés en tener jardín/huerto doméstico	Nominal Si No

Elaboración propia

Las variables de interés son un conjunto de características importantes para entender la cultura de reciclaje y que pueden influir en la disposición a participar en programas de reciclaje en el hogar. Esta información también puede ser utilizada para identificar

barreras y oportunidades para aumentar la participación en el reciclaje y para diseñar estrategias de promoción, concientización y educación adecuadas para el público objetivo. Por ejemplo, una de las razones por las cuales es importante conocer la frecuencia de reciclaje en los hogares es porque esta puede servir para indicar el nivel de conciencia ambiental de la población. Según un estudio publicado en el Journal of Environmental Psychology, las personas que tienen una mayor conciencia ambiental tienden a reciclar con más frecuencia y a tomar decisiones más sostenibles en general.

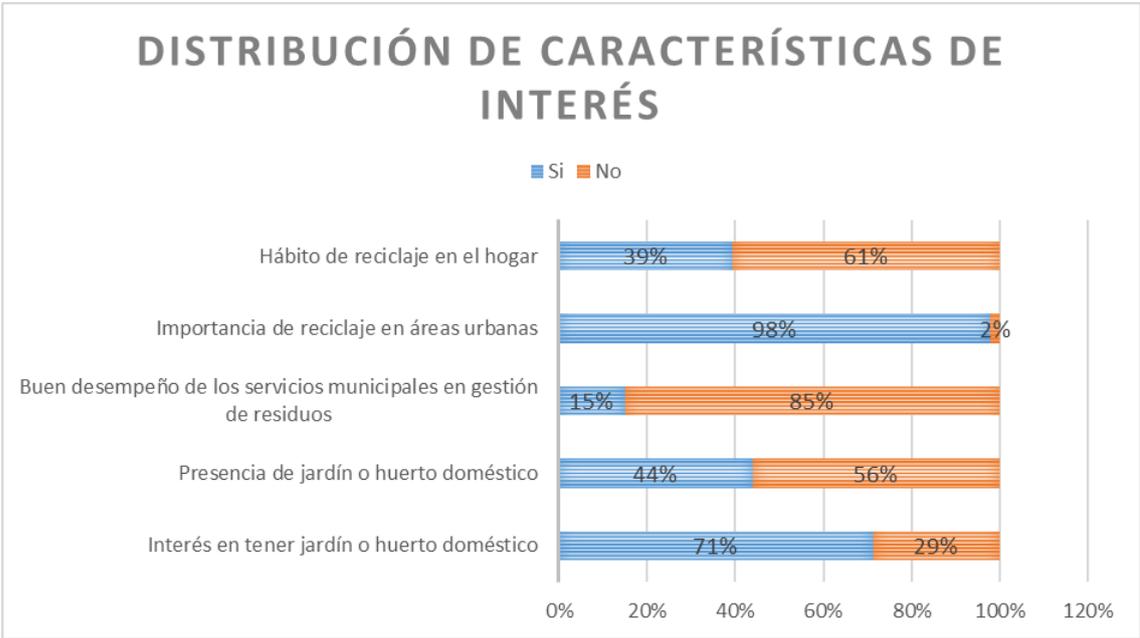


Figura 3.4 Distribución de características de interés

Elaboración propia.

La caracterización de los encuestados respecto a las variables de interés fue que apenas 39,44% de los informantes recicla algún tipo de residuo en su hogar, el 97,78% reconoce la importancia del reciclaje en áreas urbanas mientras que solo el 15% reconoce el buen desempeño del municipio en sus servicios de gestión de residuos. Respecto a la presencia de un jardín o huerto en el hogar tan solo un 44% dispone de uno y de este 56% que no tiene acceso, un 71,3% declaró tener interés en adquirir uno.

3.2.2 Caracterización del DAP

Tabla 3.2 DAP

Variable	Escala de medición
Aceptación del pago	Nominal Si No, pagaría menos No, para mí no tiene valor
Responde Si: Máxima disposición a pagar	Cuantitativa \$_____
Responde No, pagaría menos: Máxima disposición a pagar	Cuantitativa \$_____
No, para mí no tiene valor: Razón de rechazo de pago	Nominal No le interesa el servicio No tiene presupuesto No tiene tiempo Otras: _____

Elaboración propia

La captura de la demanda a través de encuestas se basa en la medición de las preferencias y disposición a pagar de los individuos por un producto o servicio. A través de estas encuestas, se puede obtener información valiosa sobre el mercado potencial para un producto o servicio, como el precio que los consumidores estarían dispuestos a pagar, las características del producto que son importantes para los consumidores, y la disposición a pagar de los consumidores por un producto o servicio.

En cuanto a la caracterización se busca conocer el efecto que pueden tener las variables interés, así como las características socioeconómicas como la edad, el género, el nivel de escolaridad y los ingresos sobre la disposición a pagar de los individuos. Pues conocer las preferencias de los diferentes grupos ayudaría a discriminar con mayor nuestra la población objetivo. La encuesta mostró que el grupo de mujeres tenía una mayor disposición a pagar y el grupo de edad entre 30 y 49 años tenía un precio de reserva más alto. Además, se encontró una tendencia positiva entre los niveles de educación e ingresos y el precio de reserva.

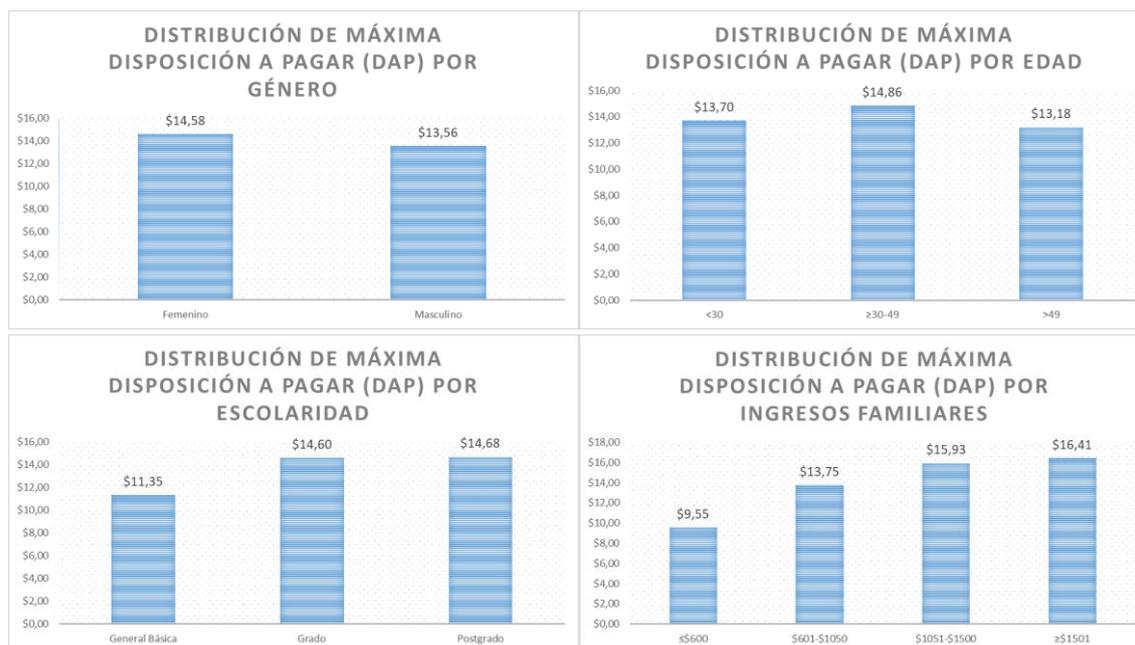


Figura 3.5 Distribución de Máxima DAP por variables socioeconómicas

Elaboración propia.

En los cruces de variables interés con máxima disposición a pagar nos encontramos que efectivamente el grupo que recicla tiene un mayor precio de reserva. Las personas con jardín tienen un precio de reserva \$0,49 más alto que las personas que no disponen de uno, mientras que del grupo de las personas que están interesados en tener uno tienen una disposición a pagar de \$16,65.

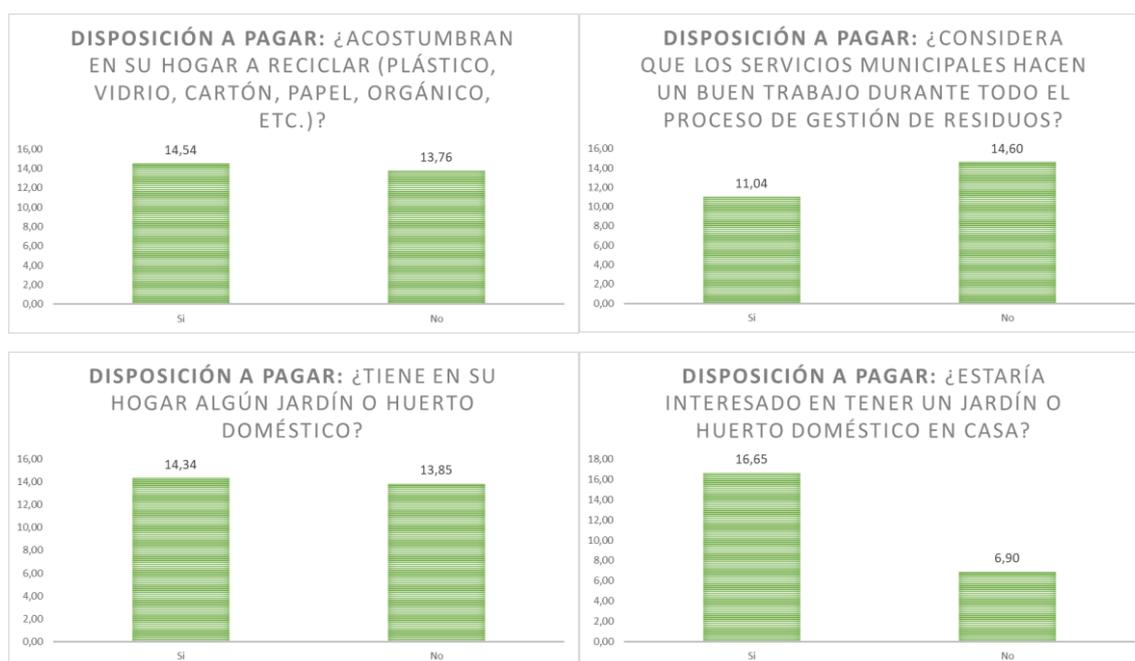


Figura 3.6 Distribución de Máxima DAP por variables de interés

Elaboración propia.

Tabla 3.3 Estadísticos de la Máxima DAP

	Media	Desviación estándar	Min	Max
Máxima disposición de pago	14,07	9,15	0,00	45,00

Elaboración propia.

Con respecto a los estadísticos de media, desviación estándar, mínimo y máximo. Tenemos una esperanza matemática de la máxima disposición a pagar en \$14,07 y una dispersión respecto a la media de \$9,15. Hay que tener en cuenta que esta media muestral del precio a pagar no debe ser considerado como la cuota más eficiente pues es importante tener en cuenta otros factores como los costos de producción y los márgenes de beneficio para determinar un precio óptimo.

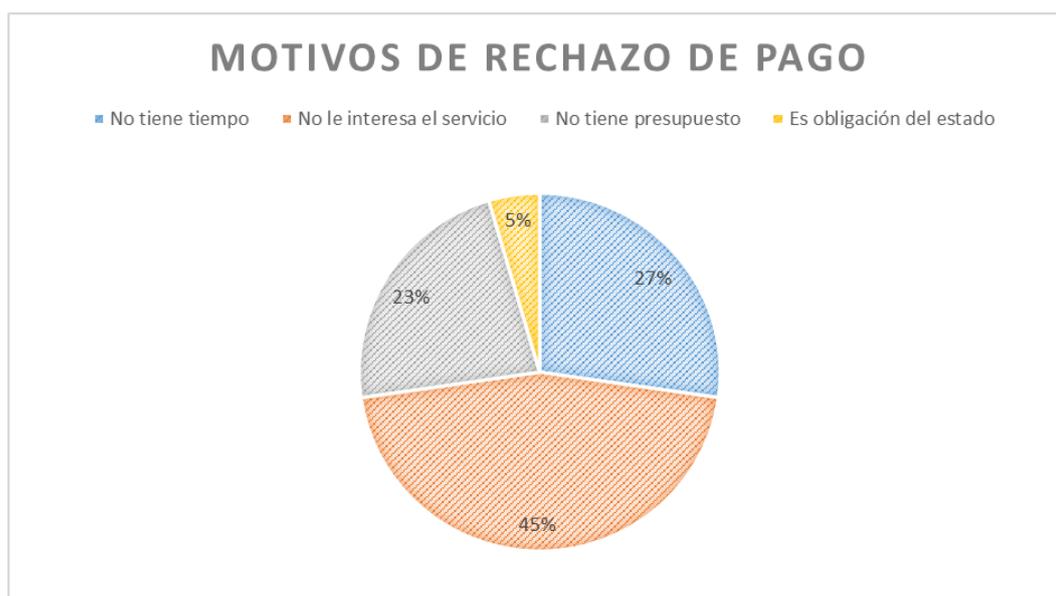


Figura 3.7 Motivos de rechazo de pago

Elaboración propia.

Finalmente, entre los motivos de rechazo al pago, es decir, para quienes valoraron el servicio en \$0 el mayor motivo de desestimación del pago se debe a falta de interés seguido por falta de tiempo.

3.3 Resultados financieros del proyecto

3.3.1 Inversión y Estructura de Costos

El proyecto de gestión de residuos sólidos orgánicos consiste en implementar un servicio de suscripción para la recolección y tratamiento de residuos orgánicos en la ciudad de Guayaquil. La inversión inicial se enfocará los costos de adquisición de equipos y maquinaria necesaria para el procesamiento de los residuos orgánicos, así como los costos de construcción y adecuación de instalaciones. Los costos operativos incluirán gastos de mano de obra, combustible, mantenimiento y reparación de equipos, entre otros. Se espera generar ingresos a través de las suscripciones de los clientes y la venta de abono orgánico producidos a través del proceso de tratamiento. Para ver en más detalle la inversión necesaria, así como la estructura de costos revisar Apéndice D.

3.3.2 Demanda proyectada e Ingresos

La demanda proyectada para el proyecto de gestión de residuos sólidos orgánicos se basa en la demanda experimentada por empresas composteras que ofrecen servicios similares, información recogida en la investigación exploratoria. Donde también se proyecta un crecimiento en la demanda en un periodo de 5 años.

Tabla 3.4 Proyección de demanda

Año	Clientes	Ingreso Anual por Cliente	Ingresos Proyectados
Año 1	340	\$120	\$40.800
Año 2	670	\$120	\$80.400
Año 3	930	\$120	\$111.600
Año 4	1250	\$120	\$150.000
Año 5	1520	\$120	\$182.400

Elaboración propia

3.3.3 Punto de equilibrio

El proyecto de gestión de residuos sólidos orgánicos se basa en un modelo de suscripción, con un costo de \$20 cada dos meses. Los ingresos se generarán a través de estas suscripciones y se utilizarán para cubrir los costos del proyecto. El

punto de equilibrio es el punto en el que los ingresos y los costos se igualan, y es esencial para garantizar la viabilidad financiera del proyecto. Para alcanzar el punto de equilibrio anual, se requieren 455 suscripciones.

3.3.4 Flujo de caja

Una vez estimada la demanda, se llevó a cabo un análisis financiero del proyecto mediante el cálculo del flujo de caja proyectado. Se realizaron proyecciones anuales para un periodo de 5 años, con el objetivo de determinar la viabilidad económica del mismo en ese horizonte temporal. Se utilizó el modelo de Capital Asset Pricing Model (CAPM) para calcular la Tasa Mínima Atractiva de Retorno (TMAR) y posteriormente la Tasa Interna de Retorno (TIR) del proyecto, lo cual permitió evaluar la rentabilidad esperada del proyecto. Para más detalles sobre los componentes revítese los Apéndice D.

Tabla 3.5 Modelo CAPM

Modelo CAPM	
Tasa Mercado R_m	11,30
Tasa libre de riesgo R_f	4,80
S. Ambientales y residuos β desapalancado	0,85
Empresas Composteras Razón D/E	0,50
β apalancado	1,17
$KPM=R_f+\beta(R_m-R_f)$	12,40

Elaboración propia

Tabla 3.6 Flujo de Caja Anual

FLUJO DE CAJA ANUAL						
Años	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Suscripciones		340	670	930	1250	1520
Ingresos		\$40.800,00	\$80.400,00	\$111.600,00	\$150.000,00	\$182.400,00
Costos de Operación		\$-52.800,00	\$-58.200,00	\$-63.600,00	\$-72.000,00	\$-77.400,00
Utilidad Bruta		\$-12.000,00	\$22.200,00	\$48.000,00	\$78.000,00	\$105.000,00
Depreciación		\$-8.431,67	\$-8.431,67	\$-8.431,67	\$-8.431,67	\$-8.431,67
Utilidad A.I.		\$-20.431,67	\$13.768,33	\$39.568,33	\$69.568,33	\$96.568,33
Impuestos (25%)		\$0,00	\$-3.442,08	\$-9.892,08	\$-17.392,08	\$-24.142,08
Utilidad D.I.		\$-20.431,67	\$10.326,25	\$29.676,25	\$52.176,25	\$72.426,25
Depreciación		\$8.431,67	\$8.431,67	\$8.431,67	\$8.431,67	\$8.431,67
Inversión	\$-105.100,00					
Flujo de caja neto	\$-105.100,00	\$-12.000,00	\$18.757,92	\$38.107,92	\$60.607,92	\$80.857,92

Elaboración propia

3.3.5 Análisis de viabilidad (VNA, TIR, PAYBACK)

El análisis VAN determinó que el proyecto tiene un valor actual neto de \$8.949,62, lo que indica que genera ganancias económicamente viables. La TIR del 14,62% supera la tasa de referencia para invertir (12,40%), lo que infiere una rentabilidad por encima del mercado para los inversionistas. El payback es de 3,99 años, lo que indica que los inversionistas recuperarán su inversión en un plazo de aproximadamente de 4 años. Estos resultados sugieren que el proyecto es financieramente viable.

3.3.6 Análisis de sensibilidad

En el análisis de sensibilidad se compararon tres escenarios; el escenario neutral o base donde se mantienen las suscripciones en el nivel proyectado, el escenario optimista donde el crecimiento de la demanda aumenta en un 15% y el escenario pesimista donde el crecimiento de la demanda disminuye un 15%. En el escenario base la demanda mantiene el crecimiento proyectado con un valor actual neto de \$8.949,62. En el escenario pesimista el VAN disminuyó en \$33.136,80 y el proyecto reportó pérdidas, mientras que en el escenario optimista el valor actual neto ascendió hasta los \$46.068,56 convirtiéndose en un proyecto mucho más atractivo.

Tabla 3.7 Análisis de sensibilidad

	Variación	VNA	TIR
Pesimista	-15%	-\$24.187,19	5,71%
Neutral	0%	\$8.949,62	14,62%
Optimista	+15%	\$46.068,56	22,76%

Elaboración propia

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el presente trabajo se presenta el problema de la acumulación de desechos en la ciudad y la necesidad de encontrar soluciones sostenibles para reducirlos. Es por esto por lo que se propone desarrollar un plan de reciclaje de residuos orgánicos en la ciudad de Guayaquil, elaborar una estrategia que se ajuste a las posibilidades tecnológicas y climáticas de la localidad y encontrar un mercado potencial para evaluar la viabilidad financiera del proyecto.

En el análisis de alternativas se realizó una investigación exploratoria a través de datos secundarios y entrevistas a profundidad para conocer las prácticas actuales de aprovechamiento de residuos, así como otras condiciones necesarias para implementar el plan de gestión de residuos sólidos orgánicos. Se identificó que la recolección diferenciada de los residuos es la mejor alternativa para poner en marcha el proyecto y que a través técnicas como Takakura se puede conseguir transformar los residuos en compost orgánico en cortos periodos de tiempo, técnicas que también resultan atractivas por su facilidad y bajos costos de implementación.

Basado en esta retroalimentación se realizó la investigación concluyente donde se utilizó la técnica de valoración contingente (VC) con el objetivo de identificar y cuantificar el grado de aceptación de un servicio de compostaje por suscripción en la ciudad de Guayaquil y con esta información encontrar un mercado relevante y analizar su viabilidad. En una encuesta de realizada a 182 hogares se obtuvo resultados relevantes que favorecieron la propuesta que se propone y finalmente para determinar la viabilidad económica del proyecto, se llevó a cabo un estudio financiero para evaluar si la inversión es rentable y viable.

4.1 Conclusiones

A través de la investigación de datos secundarios se pudieron conocer diversas técnicas de tratamientos de RSO, así como otros factores relevantes que permitieron desarrollar el servicio, además las entrevistas a profundidad ayudaron a validar y mejorar el producto. Entre ellas estaban las recomendaciones de empezar ofreciendo el servicio a los hogares de la ciudad a través de un modelo de suscripción en el que la entrega de compost y actividades relacionadas a la jardinería y horticultura ayudarían a promover el servicio en la ciudad.

Posteriormente en investigación concluyente, se presentó el escenario de valoración contingente (VC) en el que se les preguntó a los encuestados por su DAP por la provisión del servicio con un precio propuesto de \$20 por una suscripción bimestral. En los resultados se encontró que el 37,22% de los encuestados estuvo dispuesto a pagar la suscripción propuesta con una disposición a pagar (DAP) promedio de \$14,07. Además, los grupos con una mayor sensibilidad en temas ambientales así como también los interesados en actividades de jardinería y horticultura exhibieron en promedio una mayor disposición a pagar, lo que ayuda a validar el perfil del cliente relevante.

Por último, se obtuvo un resultado positivo en el que con una inversión inicial de aproximadamente \$105.100 enfocada en los costos de adquisición de equipos y maquinaria, así como en los costos de construcción y adecuación de instalaciones se necesitarían una cartera de suscriptores de 455 para el primer año para no obtener pérdidas. Para el análisis de viabilidad financiera se utilizó la metodología CAPM para estimar la tasa de interés referencial del proyecto, en un horizonte temporal de 5 años se proyectó un valor actual neto (VAN) en \$8.949,62, una tasa interna de retorno (TIR) en 14,62% y un payback en 3,99 años para recuperar la inversión inicial.

Finalmente, se concluye que el proyecto es viable y se puede implementar en la ciudad de Guayaquil, pues existe un mercado potencial relevante. Sin

embargo, deben existir estrategias para dar a conocer el servicio y promover una mayor conciencia ambiental entre sus habitantes.

4.2 Recomendaciones

Se plantean las siguientes recomendaciones:

- Desarrollar y mejorar constantemente los métodos de transformación de residuos sólidos orgánicos en compost para aumentar la eficiencia del proceso, lo que a su vez permitiría reducir costos y mejoraría la calidad del compost resultante.
- Cumplir a cabalidad con las regulaciones y normativas ambientales aplicables a la gestión de residuos sólidos orgánicos. Además, mantenerse informados de los potenciales riesgos y oportunidades de posibles cambios en la normativa vigente.
- Buscar establecer una marca de gestión de residuos sólidos orgánicos en el mercado con el fin crear un producto que pueda ser reconocido y facilite su difusión y fidelización en el mercado.
- Realizar periódicamente estudios para tener conocimiento actualizado y preciso sobre el mercado y el grado de satisfacción de los clientes, lo que a su vez permitiría ayudar a mejorar la eficiencia, la calidad y la rentabilidad del proyecto.
- Diseñar estrategias de marketing para dar a conocer el servicio, poniendo énfasis en iniciativas que permitan educar y vincular activamente a la población en materia de separación de residuos y posterior reciclaje.
- Evaluar oportunidades de crecimiento, alternativas de financiamiento, creación de infraestructura y expansión del servicio a otras comunidades.

BIBLIOGRAFÍA

- Consejo Nacional de Competencias. (2019). *informe sobre mapeo de actores generadores de información a nivel territorial e identificación de fuentes de información de la competencia de desechos sólidos*. Obtenido de <http://www2.competencias.gob.ec/wp-content/uploads/2021/03/03-Manejo-desechos-solidos-2.pdf>
- El Comercio. (22 de diciembre de 2020). *Recolección de orgánicos se potencia en Quito*. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/tendencias/ambiente/recoleccion-organicos-potencia-quito-ambiente.html>
- El Expreso. (1 de abril de 2022). *El reciclaje de desperdicios orgánicos regresa en compost*. Obtenido de <https://www.expreso.ec/quito/reciclaje-desperdicios-organicos-regresa-compost-124720.html>
- El Universo. (12 de Mayo de 2022). *Contraloría detectó que municipios incumplieron normativa ambiental en gestión de residuos y desechos sólidos entre 2011 y 2020*. Obtenido de <https://www.eluniverso.com/noticias/politica/contraloria-detecto-que-municipios-incumplieron-normativa-ambiental-en-gestion-de-residuos-y-desechos-solidos-entre-2011-y-2020-nota/>
- El Universo. (17 de mayo de 2022). *Día Mundial del Reciclaje: Oportunidad de negocio en el manejo de desperdicios*. Obtenido de <https://www.eluniverso.com/larevista/ecologia/dia-mundial-del-reciclaje-oportunidad-de-negocio-en-el-manejo-de-desperdicios-nota/>
- INEC. (2021). *Ecuador en Cifras*. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/gad-municipales/#:~:text=El%20Censo%20de%20Informaci%C3%B3n%20Ambient al,de%20gesti%C3%B3n%20ambiental%2C%20manejo%20de>

- Instituto de Estrategias del Medio Ambiente Global. (2010). *Compostaje para la reducción de residuos*. Obtenido de Jica: https://www.jica.go.jp/kyushu/office/ku57pq000009v1mc-att/comp_kit_low.pdf
- López, J., Navarro, M., & Rad, M. (2011). *Compostaje de residuos orgánicos y seguridad medioambiental*. Burgos: Universidad de Burgos, Servicio de Publicaciones.
- Malhotra, N. K. (2020). *Investigación de mercados*. Ciudad de México: Pearson Education.
- Ministerio del Medio Ambiente y Agua. (2020). *Manual de aprovechamiento de residuos orgánicos municipales*. Obtenido de MAE: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/07/MANUAL-DE-APROVECHAMIENTO-DE-RESIDUOS-ORGANICOS-MUNICIPAL.pdf>
- NYU Stern School of Business. (2023). *Betas by Sector (US)*. Obtenido de https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html
- Ambito. (2018). Ecuador- Riesgo Pais. Obtenido de <https://www.ambito.com/contenidos/resultado.html?search=reisgo+pais+ecuador>
- Perez, N. (4 de agosto de 2022). *How can composting become a viable waste management solution?* Obtenido de greenbiz: <https://www.greenbiz.com/article/how-can-composting-become-viable-waste-management-solution>
- Polprasert, C. (2007). *Organic Waste Recycling Technology and Management*. Bangkok: IWA Publishing.
- Rashid, M., & Shahzad, K. (2021). *Food waste recycling for compost production and its economic and environmental assessment as circular economy indicators of solid waste management*. Journal of Cleaner Production, 317, 128467.
- Riera, P. (1994). *Manual de Valoración contingente*. Madrid: Ministerio de Hacienda. Centro de Publicaciones.
- Roman, P., Martínez, M., & Pantoja, A. (2013). *Manual de compostaje del agricultor*. Santiago de Chile: E-ISBN 978-92-5-307845-5.

Tapia, M. (2015). *Propuesta de gestión de residuos sólidos urbanos para la ciudad de Guayaquil*. Obtenido de Repositorio Universidad de Guayaquil: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/7515>

Xolocotzi, R. F. (2021). *Estimación del valor económico del servicio recreativo que presta un parque urbano mediante el método de valoración contingente*. El Periplo Sustentable: revista de turismo, desarrollo y competitividad, (40), 172-205.

APÉNDICES

APENDICE A: ANÁLISIS CUALITATIVO

Componente de investigación	Idea	Verbatim
Formas de aprovechamiento de RSO	La forma más sencilla de aprovechar los residuos sólidos orgánicos es a través de la producción de compost.	<p>“Es la manera más orgánica de combatir el cambio climático, no necesitas grandes cantidades de energía, no necesitas de gran espacio, lo único que necesitas es controlar temperatura y controlar el ambiente, de ahí el estructurante que es que la combinación carbono y nitrógeno tengan materia orgánica.”</p> <p>“No utilizamos otras alternativas como la producción de biogas ya que representaría muchas toneladas de residuos por muy poca cantidad de energía.”</p>
	Técnicas como el bokashi y takakura son más eficientes para transformar los RSO.	<p>“Yo estuve investigando mucho acerca de técnicas de compostaje, he ido aprendiendo mucho sobre las distintas formas en que puedes transformar los residuos a través de procesos químicos en material estable similar a la tierra. Están el sistema de bokashi que implementamos aquí en Ecuador y hemos desarrollado un método que nos ha permitido transformar estos residuos en compost en alrededor de 8 días.”</p> <p>“El takakura y la lombricultura definitivamente representan alternativas más atractivas que el compostaje tradicional. Son procesos algo más rápidos y se podría incluso argumentar que el producto final es de mejor calidad.”</p>
Métodos de financiamiento y promoción de las empresas de gestión de RSO	El sistema puerta a puerta y la venta de compost son alternativas viables para un negocio de RSO	<p>“Al principio trabajar con empresas no nos representaba económicamente la inversión de ir a ver y procesar los residuos. Con el modelo de suscripción de casa a casa esto resulto ser más viable económicamente, era más fácil pedirle a un hogar \$10 al mes que a una empresa \$400.”</p> <p>“Si ofrecemos servicios a empresas, les ofrecemos asesoría y también vendemos productos. Sin embargo, nuestro modelo de negocio está más enfocado en los sistemas de recolección, logística, capacitación y entrega de los hogares. Ahí es donde tuvimos éxito.”</p>

Mercado relevante	Las personas con un alto grado de conciencia ambiental se interesarían en adquirir servicios de gestión de RSO.	<p>“La mayoría de nuestros clientes son personas bastante corrientes, quizás una sus cualidades más distintivas sería su interés por la naturaleza y la importancia que le dan a los alimentos orgánicos”</p> <p>“A mí en lo personal me gusta el proyecto porque me permite transformar mis residuos y sacarles un provecho en el jardín y al mismo tiempo estoy ayudando al planeta.”</p>
	Las personas sin preocupaciones económicas y con un nivel de vida acomodado pueden mostrar mayor acogida al servicio.	<p>“Probablemente las personas mayores y que no tienen problemas económicos les encantaría esta idea. Las familias con niños también pueden ser una opción”</p> <p>“Una forma de venderme ese producto, es si lo consigo para ser Green pero añado, yo no tengo tiempo para cuidar mi jardín pero si me gustaría tener uno.”</p>
Dificultades y desafíos	Existen muchas mejoras que se pueden hacer tanto desde el punto de vista de eficiencia y rapidez de los procesos de transformación como la logística de la recolección y gestión de estos residuos.	<p>“Mejoras tenemos un montón para mejorar; hemos mejorado mucho la logística que antes nunca llegábamos a tiempo. También hemos mejorado la planta y los procesos en cuanto a tiempos de procesamiento. Siempre queda algo por mejorar.”</p> <p>“La parte de cumplir con los plazos siempre es un reto, creo que es lo primero que se tendría que poner en orden antes de iniciar actividades.”</p>

APENDICE B: FORMATO DE ENCUESTA

Cuestionario sobre gestión de residuos sólidos orgánicos

Saludos cordiales, me llamo Pier Paolo Perona Cruz, estudiante de la carrera de economía de la Escuela Superior Politécnica del Litoral. Estoy realizando un levantamiento de información para mi proyecto de materia integradora; particularmente, enfocado en el campo de gestión y reciclaje de residuos sólidos orgánicos. El objetivo de este estudio es conocer la disposición a pagar de las personas por servicios de gestión, tratamiento y transformación de residuos sólidos orgánicos originados en los hogares de la ciudad. Es de particular importancia que el presente cuestionario sea completado por el jefe de hogar o cónyuge o con la participación de alguno de ellos. De antemano, agradezco su colaboración y honestidad al responder las siguientes preguntas, cuyas respuestas serán anónimas, confidenciales y de uso estrictamente para el estudio mencionado. El cuestionario tiene una duración estimada de 4 minutos.

- 1. ¿Acostumbran en su hogar a reciclar (plástico, vidrio, cartón, papel, orgánico, etc.)?**
 - Si
 - No
- 2. ¿Cree que es importante el reciclaje de los residuos producidos en áreas urbanas?**
 - Si
 - No
- 3. ¿Considera Ud. jefe de hogar que los servicios municipales hacen un buen trabajo durante todo el proceso de recolección, transporte, transformación y disposición de residuos?**
 - Si
 - No
- 4. ¿Tiene en su hogar algún jardín o huerto doméstico?**
 - Si
 - No

5. ¿Estarían interesados en tener un jardín o huerto doméstico en casa?

- Si
- No

Descripción del servicio

Los desechos orgánicos representan aproximadamente el 60% de la totalidad de los residuos producidos en las áreas urbanas y el esquema actual de recolección de residuos fomenta la formación de “mini botaderos” a lo largo de las avenidas y sectores residenciales de la ciudad. Estos “mini botaderos” no solo dificultan las iniciativas de separación y recolección de materias primas en cuestión, sino que también promueven la proliferación de plagas como los roedores y otros animales que esparcen los residuos que además de ser un riesgo sanitario latente (foco de bacterias y enfermedades), con las lluvias afectan también a los sistemas de alcantarillado.

Esta iniciativa busca ofrecer a las familias locales alternativas que conduzcan a la ciudad hacia un modelo de economía circular en el que haciendo uso de tecnologías de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos transformen los residuos de los hogares en compost. El servicio pretende funcionar como un modelo de suscripción bimestral (cada 2 meses) en el que los hogares pagan una cuota para formar parte del programa. Los operarios proveerán al hogar con un recipiente especializado para almacenar los residuos sólidos orgánicos (de tal forma que mitigue los malos olores) para que la familia pueda realizar la recolección diferenciada. Después, un operario visitará el hogar una vez por semana para recolectar los residuos y le devolverá un nuevo recipiente limpio. Al cabo de 2 meses, la familia suscrita podrá hacerse acreedora de aproximadamente 7 kg de compost de alta calidad como resultado de la transformación de sus residuos (las cantidades pueden variar dependiendo de la cantidad de residuos). El programa además procura ofrecer servicios adicionales con recargos por motivos de orientación en jardinería y horticultura.

Plan de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos para la ciudad



6. La siguiente pregunta va dirigida al jefe de hogar (el cónyuge también puede ser reconocido como jefe de hogar): ¿Estaría Ud. (jefe de hogar) dispuesto a pagar la cantidad de \$20 bimestralmente (cada 2 meses) por formar parte de este proyecto?

- Si
- No, pagaría menos
- No, para mí no tiene valor

7. De responder Si: Teniendo en cuenta que pagaría como mínimo \$20 cada 2 meses. ¿Cuál sería la máxima disposición a pagar (para una suscripción de 2 meses) en dólares?

8. De responder No, pagaría menos: Teniendo en cuenta que pagaría menos que \$20 cada 2 meses. ¿Cuál sería la máxima disposición a pagar (para una suscripción de 2 meses) en dólares?

9. De responder No, para mí no tiene valor: ¿Cuál es el principal motivo por el que no estaría dispuesto a pagar?

- No le interesa el servicio
- No tiene presupuesto
- No tiene tiempo
- Otro ____

10. Género del encuestado

- Masculino
- Femenino

11. Edad del encuestado _____

12. Cantón en el que reside

- Guayaquil
- Durán
- Samborondón
- Daule
- Otro ____

13. Sector, barrio o urbanización de la ciudad en el que reside (ejemplo: La alborada, La joya, etc.)

14. Número de miembros que conforman su unidad familiar

15. Nivel de escolaridad del encuestado

- Educación inicial
- Educación general básica y bachillerato
- Educación técnica-tecnológico y universitaria de grado
- Educación de postgrado y superior

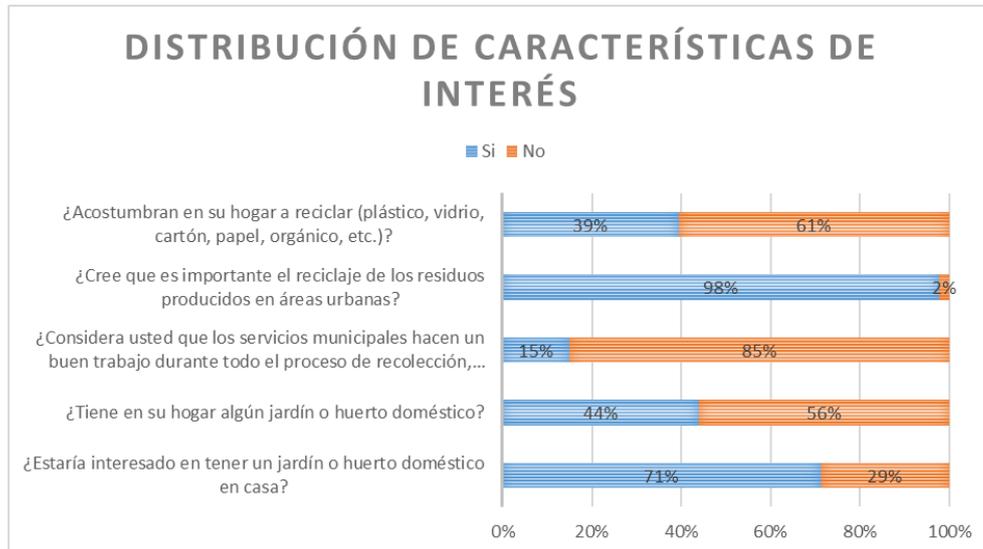
16. Rango de ingresos de la unidad familiar del encuestado

- ≤\$600
- \$601-\$1050
- \$1051-\$1500
- \$1501-\$1950
- \$1951-\$2400
- \$2401-\$2850
- ≥2851

APENDICE C: TABULACIONES ADICIONALES

Sección 1

Esta sección está orientada a conocer las variables de interés de los encuestados.

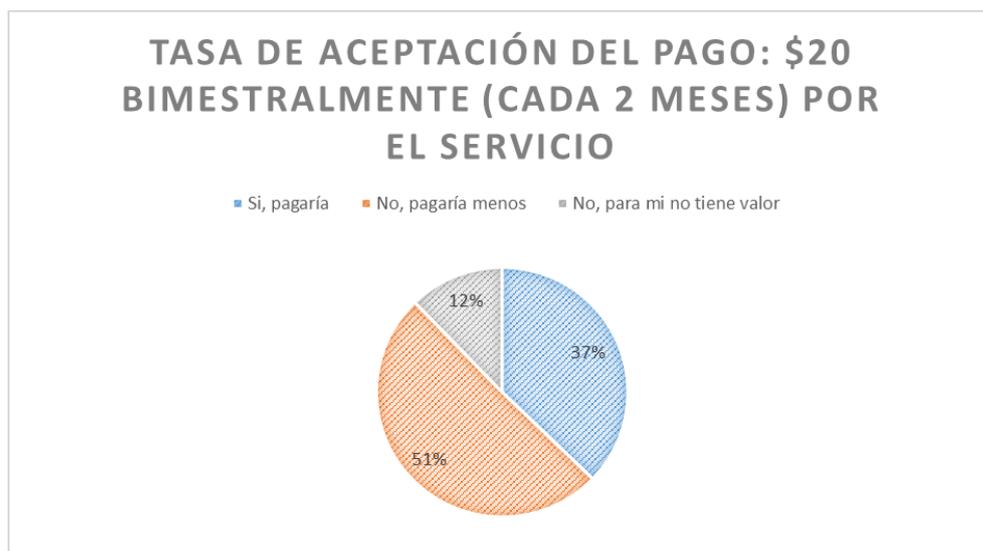


Elaboración propia.

Se encontró que solo el 39,44% de los participantes recicla en su hogar, aunque el 97,78% reconoce la importancia de este proceso en las áreas urbanas. Por otro lado, solo un 15% considera un buen papel del municipio en la gestión de residuos.

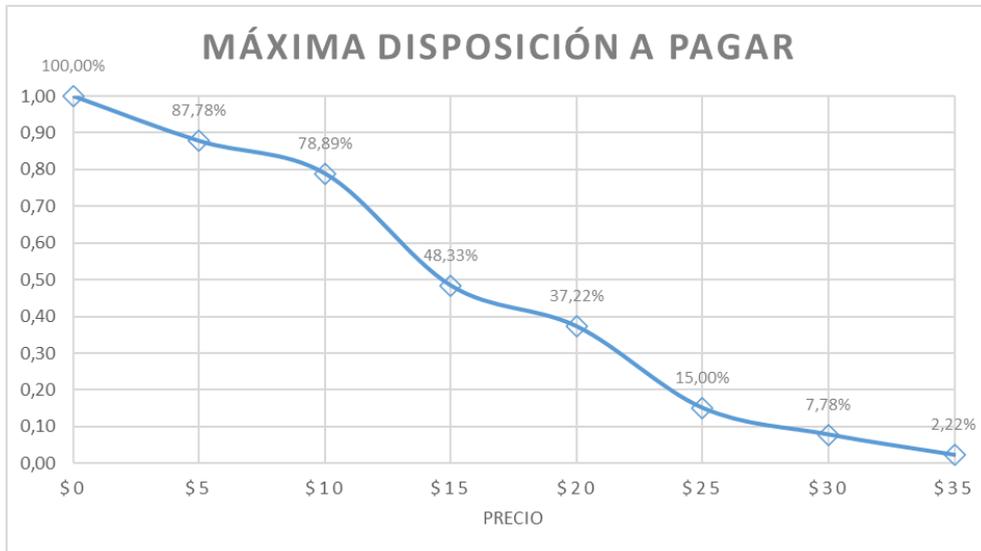
Sección 2

Esta sección está enfocada en conocer la DAP y Máxima DAP de los encuestados.



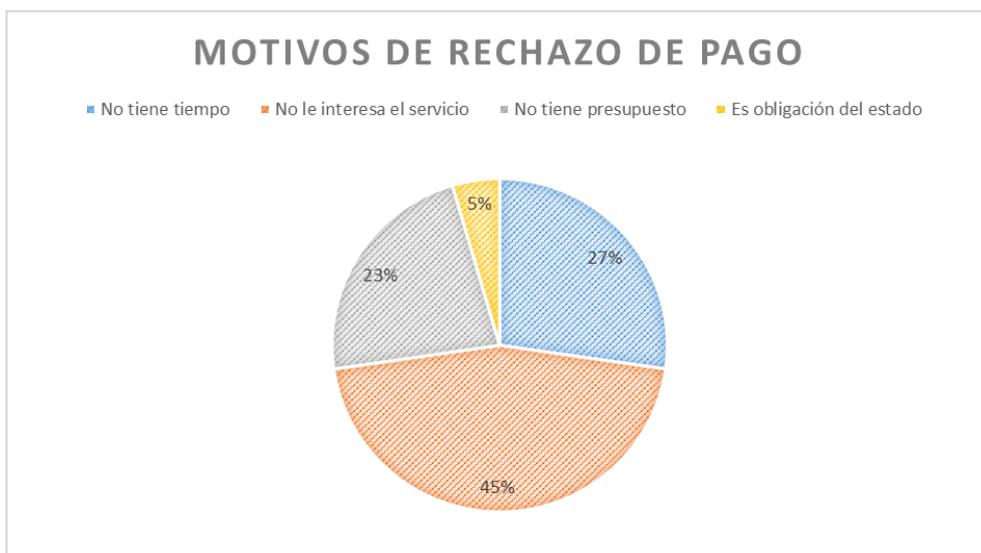
Elaboración propia.

La tasa de aceptación del pago se puede apreciar que el precio propuesto de \$20 aproximadamente el 37% estuvo dispuesto a pagarlo.



Elaboración propia.

La tasa de aceptación del pago se puede ver en relación con los precios ofrecidos a partir de los precios de reserva informados por la muestra. La tasa de aceptación aumenta a medida que el precio disminuye, lo que sugiere que la demanda agregada es más sensible a los cambios de precio en ciertos intervalos, como de \$10 a \$15 y de \$20 a \$25.



Elaboración propia.

Finalmente, entre los motivos de rechazo al pago, es decir, para quienes valoraron el servicio en \$0 el mayor motivo de desestimación del pago se debe a falta de interés seguido por falta de tiempo.

APENDICE D: INVERSIÓN, COSTOS E IMPACTO

1. Detalle de inversión:

Inversión		
Equipos	Unidades	Costo
Contenedores	400	\$28
Trituradora	1	\$3.600
Mezcladora	1	\$2.900
Herramientas	1	\$1.200
Equipos de monitoreo	1	\$3.000
Equipos de computo	2	\$600
Silos	2	\$5.000
Camiones de transporte	2	\$36.000
Total		\$105.100

Elaboración propia.

2. Depreciación:

Depreciación			
Equipos	Costo	Vida útil	Depreciación
Trituradora	\$3.600	20	\$180
Mezcladora	\$2.900	20	\$145
Equipos de cómputo (2)	\$1.200	5	\$240
Silos (2)	\$10.000	15	\$667
Camiones de transporte (2)	\$72.000	10	\$7.200
Total			\$8.432

Elaboración propia.

3. Detalles de costos:

Costos	Mensual	Anual
Sueldos Operarios	\$1.350	\$16.200
Sueldos Administradores	\$700	\$8.400
Arriendos	\$1.950	\$23.400
Mantenimiento Equipos	\$150	\$1.800
Servicios Básicos	\$250	\$3.000
Total	\$4.400	\$52.800

Elaboración propia.

4. Modelo CAPM:

$$\text{Formula: } KPM = Rf + \beta(Rm - Rf)$$

Rm: tasa de interés del mercado. Valor 11,30 obtenido de la tasa referencial del sector productivo Pymes (Banco Central del Ecuador, 2023)

Rf: tasa libre de riesgo. Valor que se representa en 4,80 (Ambito, 2018).

β desapalancado: indicador de volatilidad. Valor de 0,85 obtenido del sector de servicios de residuos y ambientales (Stern NYU, 2023)

Razón D/E: razón pasiva/patrimonio. Obtenido de valores referenciales de la industria de compostaje (Supercias, 2020)

β : representa la cantidad de riesgo de invertir en el sector. Calculado en 1,17.

5. Estimación de impacto:

Año	Producción Compost (Ton)	Ahorro Físico (m3)	Reducción CO2 (TCO2)	Suscripciones
0	0	0	0	0
1	67,84	678,39	1139,70	340
2	133,68	1336,83	2245,88	670
3	185,56	1855,60	3117,41	930
4	249,41	2494,09	4190,07	1250
5	303,28	3032,81	5095,13	1520
Efecto total	939,77	9397,73	15788,19	

Elaboración propia.