



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Estudios de Postgrado
Maestría en Ingeniería para el Desarrollo Municipal

**INCIDENCIA EN LA ECONOMÍA LOCAL CON LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA
DE COMPOSTAJE EN EL MUNICIPIO DE FLORES, DEPARTAMENTO DE PETÉN,
GUATEMALA**

Ing. Rafael Antonio Lara Vásquez

Asesorado por el MSc. Ing. Pablo César Saravia Solares

Guatemala, octubre de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**INCIDENCIA EN LA ECONOMÍA LOCAL CON LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA DE
COMPOSTAJE EN EL MUNICIPIO DE FLORES, DEPARTAMENTO DE PETÉN,
GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
POR

ING. RAFAEL ANTONIO LARA VÁSQUEZ

ASESORADO POR EL MSC. ING. PABLO CÉSAR SARAVIA SOLARES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**MAESTRO EN ARTES EN INGENIERÍA PARA EL DESARROLLO
MUNICIPAL**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ LA DEFENSA DE TESIS

DECANA	Mtra. Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
DIRECTOR	Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
COORDINADOR	Mtro. Ing. Juan Carlos Fuentes Montepeque
EXAMINADOR	Mtro. Ing. Marvin Eduardo Mérida Cano
SECRETARIO	Mtro. Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**INCIDENCIA EN LA ECONOMÍA LOCAL CON LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA DE
COMPOSTAJE EN EL MUNICIPIO DE FLORES, DEPARTAMENTO DE PETÉN,
GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado con fecha 5 de febrero de 2020.

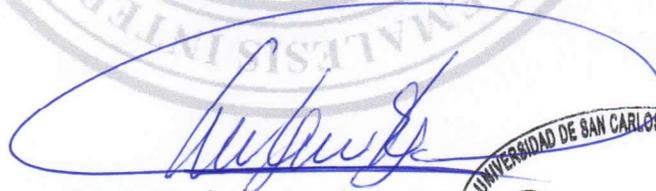
Ing. Rafael Antonio Lara Vásquez



DTG. 572.2021.

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, al Trabajo de Graduación titulado: **INCIDENCIA EN LA ECONOMÍA LOCAL CON LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA DE COMPOSTAJE EN EL MUNICIPIO DE FLORES, DEPARTAMENTO DE PETÉN, GUATEMALA**, presentado por el Ingeniero **Rafael Antonio Lara Vásquez**, estudiante de la **Maestría en Artes en Ingeniería para el Desarrollo Municipal** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, octubre de 2021.

AACE/cc



Guatemala, octubre de 2021

LNG.EEP.OI.068.2021

En mi calidad de Director de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor, verificar la aprobación del Coordinador de Maestría y la aprobación del Área de Lingüística al trabajo de graduación titulado:

“INCIDENCIA EN LA ECONOMÍA LOCAL CON LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA DE COMPOSTAJE EN EL MUNICIPIO DE FLORES, DEPARTAMENTO DE PETÉN, GUATEMALA”

presentado por **Rafael Antonio Lara Vásquez** quien se identifica con carné **200915373** correspondiente al programa de **Maestría en artes en Ingeniería para el desarrollo municipal**; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería





Guatemala, 09 de enero de 2021

M.Sc. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Presente

M.Sc. Ingeniero Álvarez Cotí:

Por este medio informo que he revisado y aprobado el **INFORME FINAL** de trabajo de graduación titulado "INCIDENCIA EN LA ECONOMÍA LOCAL CON LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA DE COMPOSTAJE EN EL MUNICIPIO DE FLORES, DEPARTAMENTO DE PETÉN, GUATEMALA" del estudiante Rafael Antonio Lara Vásquez, quien se identifica con número de carné 200915373 del programa de **Maestría en Ingeniería para el Desarrollo Municipal**.

Con base en la evaluación realizada hago constar que he evaluado la calidad, validez, pertinencia y coherencia de los resultados obtenidos en el trabajo presentado y según lo establecido en el **Normativo de Tesis y Trabajos de Graduación aprobado por Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería Punto Sexto inciso 6.10 del Acta 04-2014 de sesión celebrada el 04 de febrero de 2014**. Por lo cual el trabajo evaluado cuenta con mi aprobación.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.

Atentamente,


M.Sc. Ing. Juan Carlos Fuentes Montepeque
Coordinador
Área de Desarrollo Socio Ambiental y Energético
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería USAC



Guatemala, 06 de enero de 2021

M.Sc. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Presente

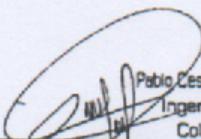
M.Sc. Ingeniero Álvarez Cotí:

Atentamente me dirijo a usted para informarle que he revisado y aprobado el **INFORME FINAL** de trabajo de graduación titulado "Incidencia en la Economía Local con la Implementación de una Planta de Compostaje en el Municipio de Flores, Departamento de Petén, Guatemala" del estudiante Rafael Antonio Lara Vásquez, quien se identifica con número de carné 200915373 del programa de **Maestría en Artes en Ingeniería para el Desarrollo Municipal.**

En tal sentido, en calidad de asesor doy mi anuencia para que el estudiante Lara Vásquez, continúe con los trámites correspondientes.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.

Atentamente,



Pablo César A. Saravia Solares
Ingeniero Industrial
Colegiado 10.924

M.Sc. Ing. Pablo César Aníbal Saravía Solares
Asesor
Colegiado No. 10,924

ACTO QUE DEDICO A:

A Petén	Por ser una inspiración en mi carrera y motivarme cada día a crecer en el ámbito profesional.
Mis padres	Rafael Antonio Lara Corzo y Magali Vásquez Reyes de Lara (q.d.e.p.), por su gran amor, ejemplo y apoyo incondicional.
Mi hermana	Julissa Lara Vásquez, por su cariño y apoyo en todo momento.
Mis abuelitos	Rafael Enrique Lara Zamora y María Elizabeth Corzo Márquez (q.d.e.p.), por su amor, apoyo incondicional, valores y enseñanzas transmitidas.
Mis tíos	Patricia, Flor, Aroldo y Mynor Lara, por sus consejos y valioso apoyo durante todo el proceso.
Licenciada	Mariana Valentina Contreras Paz, por su amor, cariño, paciencia, comprensión y apoyo incondicional durante toda la maestría.
Mis tíos, tías, primas, primos y amigos	Por su cariño y apoyo.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser una importante influencia en mi carrera, dotarme de valores y conocimientos.
Facultad de Ingeniería	Por ser parte importante de mi formación, experiencia y conocimientos.
Escuela de Postgrado	En especial al director, el coordinador y los catedráticos de la Maestría en Ingeniería para el Desarrollo Municipal por su apoyo y los conocimientos transmitidos.
MSc. Ing. Pablo Saravia	Por su asesoría, los conocimientos y el apoyo incondicional en la realización de este trabajo de graduación.
Construgrup	En especial, a los ingenieros Guillermo Anzueto y Mario Meléndez, por la oportunidad laboral, los consejos, el conocimiento y el apoyo en todo momento.
Toda mi familia	Por su cariño y apoyo.
Mis amigos y compañeros	Por su amistad, sus conocimientos y su aprecio.

2.1.1.	Incidencia económica local	15
2.2.	Residuos sólidos	16
2.2.1.	Desecho	16
2.2.2.	Residuo	16
2.3.	Clasificación de los residuos sólidos	17
2.3.1.	Por su estado	17
2.3.2.	Por su composición química.....	17
2.3.2.1.	Orgánicos	17
2.3.2.2.	Inorgánicos.....	18
2.3.3.	Por su utilidad o punto de vista económico	18
2.3.3.1.	Reciclables	18
2.3.3.2.	No reciclables	18
2.3.4.	Por su origen	18
2.3.4.1.	Domiciliares	19
2.3.4.2.	Comerciales.....	19
2.3.4.3.	Constructivos.....	19
2.3.4.4.	Industriales	19
2.3.4.5.	Agrícolas.....	20
2.3.5.	Por los potenciales efectos derivados del manejo...20	
2.3.5.1.	Residuos peligrosos	20
2.3.5.2.	Residuos no peligrosos	20
2.3.5.3.	Residuos inertes.....	21
2.4.	Importancia del manejo integral de los residuos sólidos urbanos	21
2.5.	Sistema de manejo de residuos sólidos urbanos	22
2.5.1.	Recolección y transporte	22
2.5.2.	Separación	22
2.5.3.	Tratamiento	23
2.5.4.	Reciclaje.....	23

	2.5.4.1.	Tipos de reciclaje	23
2.5.5.		Compostaje.....	24
	2.5.5.1.	Método natural	24
	2.5.5.2.	Método acelerado	25
2.5.6.		Disposición final.....	25
	2.5.6.1.	Relleno sanitario	25
	2.5.6.2.	Vertedero controlado	26
2.6.		El compostaje como método exitoso en el tratamiento de los residuos sólidos orgánicos	26
2.6.1.		Definición de compost	27
2.6.2.		Orígenes del compost.....	27
2.6.3.		Proceso de compostaje	27
2.6.4.		Etapas del compostaje aeróbico.....	28
	2.6.4.1.	Etapa de latencia	28
	2.6.4.2.	Etapa mesotérmica 1	28
	2.6.4.3.	Etapa termogénica.....	29
	2.6.4.4.	Etapa mesotérmica 2	29
2.6.5.		Parámetros a considerar en residuos sólidos orgánicos a compostar	29
	2.6.5.1.	Humedad	30
	2.6.5.2.	Densidad.....	30
	2.6.5.3.	Poder calorífico	31
	2.6.5.4.	Relación carbono/nitrógeno (C/N).....	31
	2.6.5.5.	Tamaño.....	32
	2.6.5.6.	Potencial de hidrógeno (pH)	32
	2.6.5.7.	Contenido de aire.....	33
	2.6.5.8.	Temperatura	33
2.7.		Planta de compostaje	33
2.7.1.		Trituración de residuos	33

2.7.2.	Compostaje en pilas	34
2.7.3.	Mezcla, revuelta y movimiento.....	34
2.7.4.	Aireación.....	34
2.7.5.	Humedecimiento.....	34
2.7.6.	Separación de materiales inadecuados.....	35
2.7.7.	Clasificación del producto	35
2.7.8.	Tratamiento del aire.....	35
2.7.9.	Tratamiento de lixiviados	36
2.7.10.	Comercialización del producto.....	36
2.7.11.	Importancia de la preclasificación domiciliaria	37
3.	MARCO METODOLÓGICO	39
3.1.	Universo	39
3.2.	Variables	39
3.3.	Muestreo	40
3.4.	Tipo y diseño de la investigación	41
3.5.	Unidad de análisis.....	42
3.5.1.	Unidad de análisis de muestreo.....	42
3.5.2.	Unidad de información.....	42
3.6.	Selección de los sujetos de estudio	43
3.6.1.	Criterios de inclusión	43
3.6.2.	Criterios de exclusión	43
3.7.	Técnicas, procesos e instrumentos de recolección de datos ...	43
3.8.	Procesamiento y análisis de datos.....	44
3.9.	Límites de la investigación	44
3.9.1.	Obstáculos (riesgos y dificultades)	44
3.10.	Aspectos éticos de la investigación.....	45
3.10.1.	Aspectos éticos generales.....	45
3.10.1.1.	Beneficencia y no maleficencia	45

	3.10.1.2. Autonomía	46
	3.10.1.3. Respeto por las personas	46
3.11.	Categorías de riesgo de la investigación	46
	3.11.1. Categoría I (sin riesgo).....	47
4.	ESTUDIO TÉCNICO	49
4.1.	Descripción del área en estudio	49
	4.1.1. Entorno físico	50
	4.1.2. Entorno económico	52
	4.1.3. Entorno social	55
	4.1.4. Entorno político	57
	4.1.5. Entorno cultural	58
	4.1.6. Entorno ambiental	59
4.2.	Misión del área en estudio.....	61
4.3.	Visión del área en estudio	61
4.4.	Organización del talento humano del área en estudio.....	61
4.5.	Áreas de atención del área en estudio	62
4.6.	Recursos físicos y tecnológicos del área u objeto en estudio..	62
	4.6.1. Recursos físicos del área u objeto en estudio.....	62
	4.6.2. Recursos tecnológicos del área u objeto en estudio	62
4.7.	Estudio de mercado del área u objeto en estudio.....	63
	4.7.1. Capacidad.....	63
	4.7.2. Demanda	63
	4.7.3. Infraestructura del área en estudio.....	64
5.	MARCO LEGAL	65
5.1.	Constitución Política de la República de Guatemala	65

5.2.	Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente (Decreto 68-86)	66
5.3.	Código de Salud (Decreto 90-97).....	67
5.4.	Código Municipal (Decreto 12-2002).....	69
5.5.	Acuerdos y convenios suscritos	70
6.	PROPUESTA DE SOLUCIÓN	73
7.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	79
8.	ANÁLISIS FINANCIERO.....	115
8.1.	Costo del estudio	115
8.2.	Presupuesto de mejora	118
8.3.	Análisis financiero	120
8.4.	Análisis financiero de costo-beneficio	123
8.5.	Propuesta económica de proyecto	125
9.	EVALUACIÓN DE FACTIBILIDAD DE LA PROPUESTA	127
9.1.	Factibilidad técnica de la propuesta	127
9.2.	Factibilidad económica de la propuesta	129
9.3.	Factibilidad social de la propuesta	129
9.4.	Factibilidad ambiental de la propuesta	130
	CONCLUSIONES.....	131
	RECOMENDACIONES	133
	REFERENCIAS	135
	APÉNDICES.....	143

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Esquema de solución de necesidades	11
2.	Ubicación del área de estudio	12
3.	Localización del área de estudio	13
4.	Diagrama de propuesta de solución.....	74
5.	Genero de la población en estudio.....	81
6.	Rango de edad de la población en estudio	82
7.	Escolaridad de la población en estudio	83
8.	Cantidad de personas que habitan por vivienda	84
9.	Condición de ocupación de la vivienda	85
10.	Sector del casco urbano en donde se encuentra la vivienda	86
11.	Situación laboral actual	87
12.	Cantidad de personas que contribuyen al sostenimiento del núcleo familiar.....	88
13.	Actividad económica	89
14.	Otros servicios con los que cuenta la vivienda.....	90
15.	Otros métodos que se utilizan para eliminar los residuos sólidos de la vivienda	91
16.	Calificación del servicio de recolección de residuos	92
17.	Precio de la tarifa del servicio	93
18.	Frecuencia con la que pasa el vehículo recolector	94
19.	Cantidad aproximada de residuos sólidos que son generados por vivienda	95

20.	¿Conoce el procedimiento que realiza la empresa que recolecta los residuos?	96
21.	¿Sabe a qué lugar son llevados los residuos sólidos como punto de disposición final?.....	97
22.	¿Ha recibido información por parte de la municipalidad sobre el manejo de los residuos sólidos?	98
23.	¿Quién considera que presta el servicio de recolección de residuos sólidos?.....	99
24.	¿Sabe qué es el reciclaje?.....	100
25.	¿Ha reciclado?.....	101
26.	¿Sabe qué es el compostaje?	102
27.	¿Sabe qué es una planta de compostaje?.....	103
28.	¿Ha realizado compostaje?	104
29.	¿Estaría dispuesto a reaprovechar los residuos sólidos orgánicos en beneficio propio?.....	105
30.	¿Entregaría los residuos para su procesamiento, si en el municipio existiera una planta de compostaje?.....	106
31.	¿Estaría de acuerdo con la construcción de una planta de compostaje con fondos municipales?	107
32.	¿Consumiría los productos resultantes de una planta de compostaje?	108
33.	¿Cree que con la implementación de una planta de compostaje ayudaría a mejorar la situación económica y ambiental?	109
34.	¿Estaría en la disposición de pagar una cuota extra por un mejor servicio de recolección de residuos sólidos?	110
35.	¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un servicio más completo de recolección de residuos sólidos?	111
36.	¿Estaría dispuesto a realizar una preclasificación de los residuos sólidos?.....	112

37.	¿Cuál cree que es la causa principal por la que no se da un adecuado manejo de los residuos sólidos?	113
38.	Según lo que ha podido observar, ¿Cómo cree que ha afectado la pandemia del Covid-19 en la generación de residuos?.....	114

TABLAS

I.	Variables del estudio	40
II.	Valores k y niveles de confianza	41
III.	Determinación de la fracción orgánica por día, mes y año.....	80
IV.	Costos del estudio.....	116
V.	Costos de infraestructura del proyecto.....	117
VI.	Presupuesto de mejora	118
VII.	Costos mensuales de operación del proyecto.....	121
VIII.	Costos e ingresos del proyecto	123

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
C	Carbono
SH₂	Dihidruro de azufre
CO₂	Dióxido de carbono
gal	Galón
°	Grados
°C	Grados Celsius
kg	Kilogramo
kg/hab/día	Kilogramo habitante día
km	Kilómetros
km²	Kilómetros cuadrados
kWh	Kilowatt hora
Hg	Mercurio
m³	Metro cúbico
m	Metros
m.s.n.m	Metros sobre el nivel del mar
mm	Milímetros
'	Minutos
N	Nitrógeno
%	Porcentaje
pH	Potencial de hidrógeno
Q	Quetzal
“	Segundos
ton	Tonelada

GLOSARIO

Biodegradable	Que puede descomponerse en elementos químicos naturales por la acción de agentes biológicos, como el sol, el agua, las bacterias, las plantas o los animales.
Compost	Es un producto obtenido a partir de diferentes materiales de origen orgánico, los cuales son sometidos a un proceso biológico controlado de oxidación denominado compostaje.
Conurbado	Es un conjunto de varios núcleos urbanos inicialmente independientes y contiguos por sus límites, que al crecer acaban formando una unidad funcional.
Desecho sólido	Es un grupo de residuos producidos por el ser humano derivado de sus actividades cotidianas y los cuales se caracterizan por presentar un estado sólido.
Dirección Municipal de Planificación (DMP)	Es la oficina responsable de producir la información precisa y de calidad requerida para

la formulación y gestión de las políticas públicas municipales.

Empresa Nacional de Fomento y Desarrollo Económico de Petén (FYDEP)

Empresa nacional que se dedicaba a implementar las políticas de Estado cuyo objetivo era colonizar el departamento de Petén y generar el desarrollo agropecuario.

Gases de efecto invernadero (GEI)

Son los gases que forman parte de la atmósfera natural y antropogénica (emitidos por la actividad humana), cuya presencia contribuye al efecto invernadero.

Objetivos de desarrollo sostenible (ODS)

Son una iniciativa impulsada por las Naciones Unidas para dar continuidad a la agenda de desarrollo tras los objetivos de desarrollo del milenio.

Organización no gubernamental (ONG)

Se utiliza para identificar a organizaciones que no son parte de las esferas gubernamentales o empresas cuyo fin fundamental es el lucro.

Putrescible

Que se pudre o puede pudrirse con facilidad con dependencia de las condiciones en las que se encuentre.

Relleno sanitario

Se denomina relleno sanitario al espacio donde se depositan los residuos sólidos de una ciudad

después de haber recibido determinados tratamientos.

Residuos sólidos urbanos (RSU)

Son aquellos residuos, basura, desperdicio o desechos que se generan en los núcleos urbanos o en sus zonas de influencia.

Unidad de Gestión Ambiental Municipal (UGAM)

Dependencia que se encarga de formular, ejecutar y evaluar proyectos que se relacionan con el campo ambiental de un municipio.

RESUMEN

Debido al crecimiento poblacional desproporcionado que se dio en los últimos años en el departamento de Petén, derivado de las fuertes migraciones producto de la política implementada por la Empresa Nacional de Fomento y Desarrollo Económico del Petén (FYDEP) entre los años 1960 y 1990, lo que elevó la población del departamento de 26 mil en 1964 a más de 700 mil personas hoy en día y lo que ha llevado a los municipios a tener serios problemas con el ordenamiento territorial especialmente en el manejo y la disposición final de los residuos sólidos.

Esto sumado a la baja capacidad de la gestión municipal principalmente en el municipio de Flores Petén, que es el centro económico del departamento, lo que determina las migraciones constantes y la mayor actividad en comparación al resto de municipios. Además, cuenta con una gran extensión de áreas protegidas bajo su administración, así como cobertura forestal en casi el 90 % de su territorio también alberga numerosas especies de flora, fauna y el 48 % de la Cuenca del Lago Petén Itzá.

Esta riqueza cultural y natural del municipio de Flores Petén, además de tener al turismo como motor económico principal exige como una necesidad la implementación de programas o proyectos para reducir la contaminación del territorio y generar conciencia ambiental en la población, en el gobierno y otras instituciones para que de manera conjunta contribuyan al desarrollo sostenible del área.

Se ha observado que los residuos sólidos de origen orgánico representan un alto porcentaje del total dentro del casco urbano del municipio además, su disposición final genera complicaciones como la reducción del espacio en el relleno sanitario de la localidad.

Por lo tanto, con la implementación de un proceso de tratamiento para este tipo de residuos se podría contribuir significativamente en el ambiente y la economía del municipio para que genere fuentes de empleo, embellezca el territorio, promueva la actividad turística, se comercialice el producto resultante y contribuya con la reducción de la carga en el relleno sanitario del lugar.

Se propone el compostaje como método de tratamiento para los residuos sólidos orgánicos por ser un proceso relativamente sencillo de implementar por parte de la municipalidad además, no se necesita una gran inversión para su desarrollo y para impactar en la economía local en sus diferentes entornos.

Se analizó la incidencia en la economía local con la implementación de una planta de compostaje en el municipio de Flores, departamento de Petén ya que del total de las personas encuestadas, el 93 % manifiesta que se encuentra en la disposición de consumir productos resultantes de la planta lo que contribuye a generar ingresos propios a la municipalidad, además de coadyuvar a la creación de 48 fuentes de empleo directas y 150 indirectas e inversión en el mercado local.

También se determinó la capacidad de procesamiento de la planta de compostaje que cumple con las necesidades de la población en función de la cantidad de residuos sólidos que son generados en el municipio y mediante la verificación en estudios previos de caracterización se logró encontrar que la fracción orgánica es del 28 %, lo que permite realizar el cálculo de la materia prima para la implementación del proyecto.

El presupuesto de mejora se consiguió al adecuar dentro del vertedero municipal la planta de compostaje, con lo que se evita la compra del terreno que asciende a Q. 1,000,000.00, y queda en Q. 598,000.00. La relación de C/B que se obtuvo es de 1.59, al ser mayor a 1 indica que los beneficios superan a los costos y el proyecto es viable.

JUSTIFICACIÓN

Esta investigación surge de la necesidad de intervenir en el sector económico y ambiental del municipio de Flores departamento de Petén, a través de un estudio o plan para la implementación de una planta de compostaje, la cual busca el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos generados dentro del municipio y a los cuales no se les da un tratamiento adecuado, lo que activaría la economía local y beneficiaría a la población del municipio y las áreas aledañas.

El área urbana del municipio de Flores Petén, (Isla de Flores y Santa Elena de la Cruz) ha experimentado un crecimiento poblacional considerable en los últimos 20 años; esto ha generado que la cantidad de residuos producidos por la población supere la capacidad de recolección y disposición final de la municipalidad.

Con el tratamiento de este tipo de residuos se podría crear un impacto positivo en la economía local que generaría empleos, ingresos propios a la municipalidad derivados del cobro por recolección y tratamiento; además, los agricultores locales tendrían a su disposición un abono orgánico (compost) de mejor calidad a menor precio que podría incidir la producción agrícola.

Otro beneficio directo sería en el área ambiental al reducir los residuos que se depositan en las calles y lugares no adecuados, lo que impacta de manera negativa en la Cuenca del Lago Petén Itzá al ocasionar un desequilibrio del ecosistema.

OBJETIVOS

Objetivo general

Analizar la incidencia en la economía local con la implementación de una planta de compostaje en el municipio de Flores departamento de Petén, Guatemala.

Objetivos específicos

- Verificar si existe un estudio previo de caracterización de los residuos sólidos para determinar la fracción orgánica que cumple con las condiciones para ser procesada en una planta de compostaje en el municipio de Flores departamento de Petén, Guatemala.
- Identificar un terreno adecuado en donde se pueda construir una planta de compostaje y que cumpla con la normativa legal vigente en el municipio de Flores departamento de Petén, Guatemala.
- Determinar la capacidad de procesamiento de la planta de compostaje que cumple con las necesidades de la población en función de la cantidad de residuos sólidos que son generados en el municipio de Flores departamento de Petén, Guatemala.

- Calcular la cuota que se debería de cobrar a la población por el servicio de recolección, transporte, separación, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos orgánicos, con la finalidad de que el proyecto sea autofinanciable en el municipio de Flores departamento de Petén, Guatemala.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, existen diversos problemas ambientales en Guatemala que se tratan de resolver con la implementación de políticas y programas ecológicos y sostenibles. El Plan Nacional de Desarrollo (PND) K'atun 2032 y la Agenda 2030 para el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son algunos de los acuerdos impulsados por el gobierno para la reducción del impacto al ambiente debido a las actividades antropogénicas que contemplan un equilibrio entre el desarrollo social, económico y ambiental.

El área urbana del municipio de Flores, Petén, (Isla de Flores y Santa Elena de la Cruz) ha tenido un crecimiento poblacional desproporcionado en los últimos 20 años derivado de las migraciones. Esto ha generado que la cantidad de residuos sólidos producidos por la población exceda la capacidad de recolección, tratamiento y disposición final de la municipalidad; en especial, los residuos sólidos orgánicos que impactan de forma negativa en el equilibrio ambiental de la cuenca del lago Petén Itzá.

La municipalidad es la encargada de retirar los residuos domiciliarios e institucionales, la mantención de vías, los espacios públicos y todo aquello que esté bajo su jurisdicción. Pero dicha labor la presta una empresa privada que bajo concesión por parte de la municipalidad y sin ningún control ambiental dispone los desechos en el relleno sanitario que se encuentra en el municipio vecino: San Benito, el cual ya está próximo a superar su capacidad total.

El proceso de recolección de residuos sólidos solo se realiza en el casco urbano del municipio, por lo que el estudio se delimitará a las ciudades de Flores y Santa Elena de la Cruz, las cuales por su cercanía presentan características similares en los entornos físico, económico, social y ambiental.

Se ha estimado por parte de la municipalidad que, del total de residuos sólidos generados en el casco urbano del municipio, cerca del 30 % corresponden a residuos sólidos orgánicos. Ante esta problemática se propone la implementación de una planta de compostaje para darle tratamiento a los residuos que cumplan con las características establecidas y para disminuir el volumen que es depositado en el relleno sanitario.

El compost es un producto resultante del proceso de tratamiento de los residuos sólidos orgánicos y se presenta como una solución técnica para contrarrestar la problemática ambiental del municipio; permite su utilización como fertilizante y genera un valor económico. También beneficia en cuanto a extender la vida útil del relleno sanitario y reducir el impacto de las actividades humanas en la cuenca del lago Petén Itzá. Por lo tanto, el compost podría contribuir al cumplimiento de los planes y las metas que se tienen como país: generar desde lo local ciudades sustentables.

Derivado de lo anterior, se estudian la factibilidad técnica y la incidencia en la economía local de la implementación de una planta de compostaje en el municipio de Flores departamento de Petén, Guatemala.

1. INFORMACIÓN GENERAL

En el capítulo que se presenta a continuación se realiza una breve descripción de los datos generales del municipio de Flores Petén, así como se exponen los antecedentes y proyectos similares relacionados a la gestión y al adecuado manejo de los residuos sólidos que se han realizado en otras partes del mundo, Guatemala y en el municipio de Flores. También se realiza la definición, especificación y delimitación del problema, parte fundamental para entender la causa de la problemática generada y se exponen las preguntas de investigación que ayudarán a realizar un enfoque más específico del estudio y orientar en la búsqueda de posibles soluciones. Se concluye con la ubicación y localización del área en estudio.00

1.1. Aspectos generales

Se han realizado numerosas investigaciones a nivel internacional, nacional y municipal en el área del saneamiento ambiental y el manejo de desechos sólidos, ya que el desarrollo económico sostenible es uno de los objetivos priorizados del gobierno central para ejecutar el Plan Nacional de Desarrollo K'atun Nuestra Guatemala 2032 y la Agenda 2030 para el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), por mencionar algunos de los compromisos internacionales que Guatemala ha adquirido.

1.1.1. El municipio en estudio

El municipio de Flores se encuentra ubicado en el departamento de Petén a una distancia aproximada de 500 km de la Ciudad de Guatemala. La cabecera municipal se encuentra ubicada en la Isla de Flores y Santa Elena de la Cruz (SEGEPLAN, 2010, p. 11).

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística -INE- (2008), el municipio de Flores tiene una extensión territorial de 4,336 km², una población estimada para el año 2019 de 74,836 habitantes, de los cuales el 52 % corresponde a población urbana y un 48 % a población rural.

Según datos del Instituto Geográfico Nacional -IGN-, el monumento de elevación se encuentra frente a la Iglesia Nuestra Señora de los Remedios y San Pablo del Itzá en el parque central de la Isla de Flores a 127 m.s.n.m. con las coordenadas geográficas 16°56'00"N, 89°53'00"O. Limita al norte con México, al este con Melchor de Mencos, Petén, al sur con Santa Ana, San Francisco y Dolores, Petén y al oeste con los municipios de San José, San Benito y el Lago Petén Itzá.

SEGEPLAN (2010) indica que el idioma oficial es el español, pertenece a la región VIII y se encuentra dividido territorialmente en 29 centros poblados los cuales son: 18 aldeas, 10 caseríos y 1 ciudad.

1.1.2. Antecedentes del estudio

Entre los estudios internacionales que se han realizado, se puede mencionar el de Carolina Córdova (2006). *Estudio de factibilidad técnico-económica para instalar una planta de compostaje, utilizando desechos vegetales urbanos*. (tesis de licenciatura). Universidad de Chile, Facultad de Agronomía. Chile. La cual presenta una solución técnica para el tratamiento de los residuos sólidos orgánicos, con la que se propone generar un valor agregado de los mismos. Y a la vez reducir la cantidad de desechos dispuestos en vertederos, para ampliar su vida útil y contribuir a la vida en ciudades sustentables.

Sonia Romero (2012). *Estudio de factibilidad de implementación de una planta municipal de compostaje para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en UNE Cundinamarca*. (tesis de licenciatura). Universidad Santo Tomás de Bogotá, Facultad de Ingeniería. Colombia. Expone la importancia de realizar una evaluación de los aspectos social, técnico, ambiental y económico para la formulación de una propuesta a la municipalidad con la que se pueda implementar una planta de compostaje para el tratamiento y aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos.

En Guatemala se han desarrollado numerosos estudios en el área de la gestión de residuos sólidos urbanos, Sergio López (2010). *Gestión de los Residuos Sólidos en la Cabecera Municipal de Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez*. (tesis de maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. En la cual se busca una solución técnica y financieramente viable para el mal manejo de los residuos sólidos por parte de la municipalidad, especialmente por carecer de normas, planes y un marco legal débil. Por lo que se propone un modelo de gestión de los residuos sólidos para reducir la proliferación de botaderos clandestinos y la contaminación del ambiente.

Héctor Castillo (2012). *Diseño de una planta de tratamiento de desechos sólidos y plan de contingencia para el relleno sanitario El Choconal, municipio de la Antigua Guatemala, Sacatepéquez*. (tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. Expone la importancia de la clasificación y caracterización de los desechos sólidos para el diseño y la implementación de una planta de tratamiento como una herramienta para dar solución a la inadecuada disposición final de los residuos sólidos dentro del relleno sanitario, lo que reduciría el impacto negativo sobre el medio ambiente y los humanos.

Katya Palma (2012). *Tratamiento de residuos sólidos orgánicos, para la protección al medio ambiente, por medio de la producción de abono orgánico, en el municipio de Asunción Mita, departamento de Jutiapa*. (tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. Busca dar solución al tratamiento inadecuado de los desechos sólidos, en especial, a los residuos orgánicos, a través de la producción de abono orgánico por medio de un sistema autosostenible que logre generar beneficios sociales, económicos y ambientales que promueva el desarrollo de la comunidad y logre la reducción de la proliferación de enfermedades y vectores.

Gilmar Morales (2016). *Propuesta para un Tren de Aseo para Desechos Sólidos en el Casco Urbano del Municipio de Patzicía, Departamento de Chimaltenango*. (tesis de maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. Propone la implementación desde una perspectiva técnica de un tren de aseo que posibilite la solución para el problema del mal manejo de los desechos sólidos en las principales calles y avenidas del municipio de Patzicía y mitigar los daños en el ambiente, al estimular el comercio y turismo del municipio.

Karla Rodríguez (2016). *Propuesta de un Modelo Mínimo de Centro de Acopio para Desechos Sólidos, Caso Validado en el Mercado Municipal de Casillas, Santa Rosa*. (tesis de maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. En el cual se expone la importancia de contribuir a la disminución de la contaminación en el Mercado Municipal de Casillas provocado por el inadecuado funcionamiento administrativo en el manejo de los desechos sólidos que son generados a diario y que a través de métodos de reciclaje en un centro de acopio se podría reducir significativamente la problemática, al incidir directamente en la economía y ambiente del municipio.

Elizabeth Girón (2017). *Elaboración de un Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos para el Vertedero Controlado, Ubicado en el Km 22, Carretera al Pacífico, Villa Nueva, Guatemala*. (tesis de maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. Propone un modelo de proyecto a través de la separación, compostaje y coprocesamiento como proceso coadyuvante a la gestión de los residuos sólidos, como una alternativa valedera para disminuir considerablemente la carga diaria de residuos a enterrar en el vertedero y así aumentar su vida útil.

Henry Ramos (2018). *Gestión de los Desechos Sólidos en la Cabecera Municipal de Tejutla, Departamento de San Marcos*. (tesis de maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. Propone la implementación de un programa de gestión integral de desechos sólidos, con la finalidad de solucionar los problemas de salud, medio ambiente y calidad de vida en la población derivado del inadecuado manejo de los desechos sólidos residenciales en el municipio de Tejutla.

Lucía Flores (2018). *Modelo de Gestión para la Erradicación de Basureros Clandestinos, Estudio de dos Casos en el Municipio de Villa Nueva*. (tesis de maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. En la cual se describe el proceso de ubicación, localización y caracterización de los basureros clandestinos con la finalidad de determinar las principales causas de generación de estos y encontrar una solución para su erradicación a través del manejo integral de los residuos y desechos sólidos y el marco legal aplicable.

Nathalie Duarte (2018). *Propuesta técnica para la implementación de una planta de tratamiento de desechos sólidos en el municipio de San José Pinula*. (tesis de licenciatura). Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ingeniería. Guatemala. Expone que, con el buen manejo de la recolección, el transporte y la disposición final de los desechos sólidos generados por la actividad humana, se reducen las malas prácticas ambientales como la quema y los basureros clandestinos. La finalidad del estudio es realizar un análisis técnico de los desechos sólidos para reducir o eliminar el daño potencial con la ayuda de los procesos de reciclaje, la recuperación o reutilización de los residuos.

Erik Castañeda (2019). *Plan Municipal de Manejo de Desechos Sólidos en el Casco Urbano del Municipio de Puerto Barrios, Departamento de Izabal*. (tesis de maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. Realiza un análisis de la generación de los residuos sólidos derivado de la problemática causada por el crecimiento urbano acelerado, propone un plan de acción para el adecuado manejo de los residuos y desechos generados en el municipio y la infraestructura necesaria para solucionar el problema presentado.

1.2. Antecedentes del área en estudio

En el municipio de Flores, Petén, Pablo Zetina (2017). *Caracterización de Desechos Sólidos Domiciliarios en el Barrio Villa Concepción Santa Elena de la Cruz, Municipio de Flores, Petén.* (tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. Se enfoca en un estudio de caracterización de residuos sólidos como aporte para elaborar un mejor plan de manejo y el diseño de un relleno sanitario para la correcta disposición final de los desechos sólidos en el municipio de Flores y áreas aledañas.

1.3. Definición del problema

El problema por investigar es la incidencia en la economía local con la implementación de una planta de compostaje en el municipio de Flores departamento de Petén, Guatemala. Se ha observado que la municipalidad no cuenta con una adecuada infraestructura para la recolección, la separación, el tratamiento y la disposición final de los residuos sólidos; esto ha causado que los vecinos depositen los residuos en espacios no adecuados, lo que provoca la propagación de enfermedades y un impacto visual negativo para el turismo, principal motor económico del municipio.

También, la municipalidad ha dejado de percibir recursos económicos debido a la falta de aprovechamiento de esta materia prima, que es adecuada para la fabricación de compost. La reducción de este tipo de residuos ocasiona un impacto favorable sobre el ambiente, especialmente en la cuenca del Lago Petén Itzá.

1.3.1. Especificación del problema

Los residuos sólidos que son generados dentro del municipio de Flores provocan un daño significativo en el ambiente, especialmente los de origen orgánico que inciden negativamente sobre la Cuenca del Lago Petén Itzá y otros recursos naturales, cabe resaltar que dentro del municipio de Flores se encuentra cerca del 48 % del área total de la Cuenca. El turismo y otras actividades económicas relacionadas a este se ven afectados al no contar con una solución para dicha problemática por parte de la municipalidad.

También es importante señalar que no se han realizado estudios previos dentro del municipio de Flores, Petén, donde se evalúe la factibilidad técnico – económica para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos con la finalidad de reducir la cantidad de desechos que se depositan en el relleno sanitario de la localidad, concientizar a la población para que deposite los residuos en lugares adecuados y transformar esta materia prima en otros productos más elaborados (compost y biogás), se busca crear fuentes de empleo y la generación de ingresos propios para la municipalidad.

1.3.2. Delimitación del problema

La investigación se delimitará a los desechos sólidos orgánicos producidos en el área central del municipio de Flores, Petén (Isla de Flores y Santa Elena de la Cruz), mediante un estudio de factibilidad para determinar la viabilidad de la implementación de una planta de compostaje y el impacto en la economía local.

1.3.3. Pregunta principal de investigación

- ¿Cuál es la incidencia en la economía local con la implementación de una planta de compostaje en el municipio de Flores, departamento de Petén, Guatemala?

1.3.3.1. Preguntas complementarias de investigación

- ¿Existe algún estudio previo de clasificación de los residuos sólidos para determinar la fracción orgánica que cumple con las características para ser procesada en una planta de compostaje en el municipio de Flores, departamento de Petén, Guatemala?
- ¿Existe un terreno adecuado en donde pueda construirse una planta de compostaje que cumpla con la normativa legal vigente en el municipio de Flores, departamento de Petén, Guatemala?
- ¿Cuál es la capacidad de procesamiento de la planta de compostaje que cumple con las necesidades en función de la cantidad de desechos producidos por la población en el municipio de Flores, departamento de Petén, Guatemala?
- ¿Cuál es la cuota que se debería de cobrar a la población por el tratamiento de los residuos sólidos orgánicos, con la finalidad de que el proyecto sea autofinanciable en el municipio de Flores, departamento de Petén, Guatemala?

- ¿Cuál es la importancia de implementar una planta de compostaje para el desarrollo sostenible del municipio de Flores, departamento de Petén, Guatemala?

1.3.4. Necesidades a cubrir por la investigación

Este trabajo de investigación busca dar solución a la inadecuada disposición final que se les da en la actualidad a los residuos sólidos urbanos (RSU), especialmente, a los de origen orgánico dentro del casco urbano del municipio de Flores, Petén.

Se ha observado que más de un tercio de los residuos desechados por la población corresponden a materiales orgánicos, los cuales debido a sus propiedades y características se pueden aprovechar para el procesamiento en una planta de compostaje; lo que generaría un valor económico agregado y a la vez, alargaría el período de vida útil del relleno sanitario al reducir la cantidad de desechos vertidos.

Además, con la implementación de una planta de compostaje se busca generar fuentes de empleo desde los procesos de clasificación, recolección, transporte, hasta llegar al tratamiento final y la distribución del material resultante, lo que activaría la economía del lugar y las áreas aledañas. A la vez se crearía un impacto positivo en el sector agrícola y ganadero, al proveer de fertilizante a un costo menor que el promedio en el mercado.

También el sector turismo sería impactado positivamente con esta propuesta al transmitir una imagen ecológica y sostenible del municipio, que generaría mayor atracción e inversión de la cooperación internacional; así como un aumento en el número de visitantes nacionales y extranjeros que cada vez son más exigentes con las prácticas ambientalmente responsables.

Figura 1. Esquema de solución de necesidades

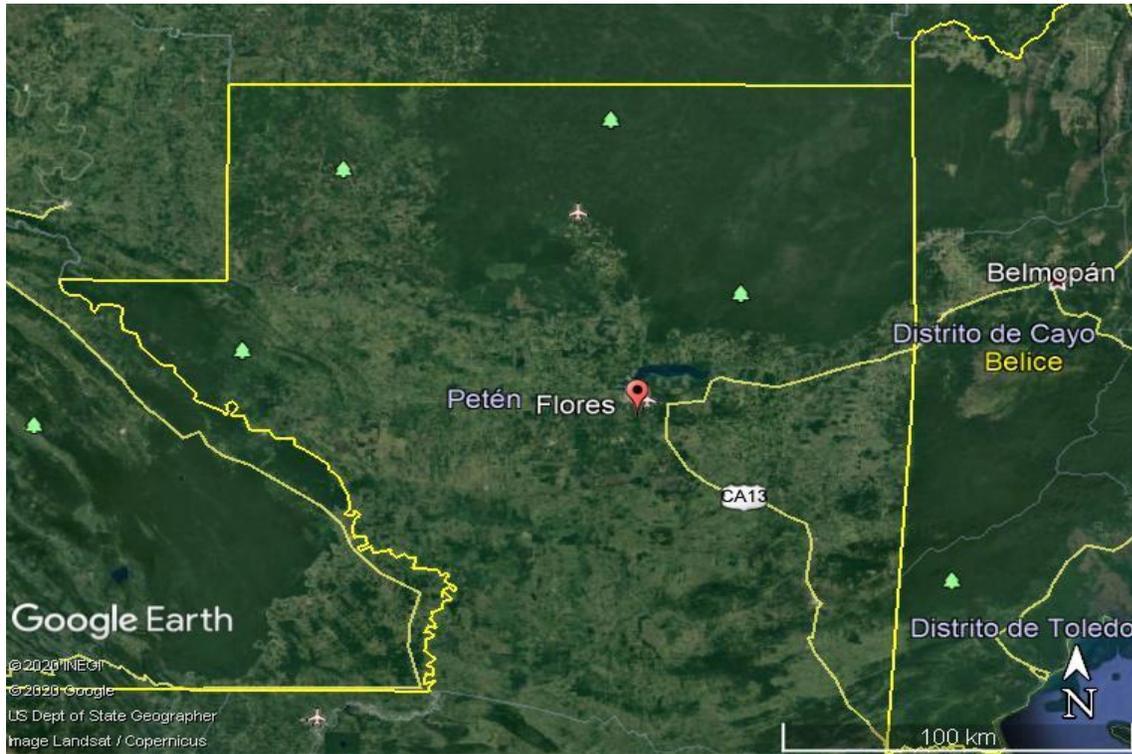


Fuente: elaboración propia.

1.4. Ubicación del área de estudio

A continuación, primero se presenta la ubicación del área de estudio; luego su localización.

Figura 2. **Ubicación del área de estudio**

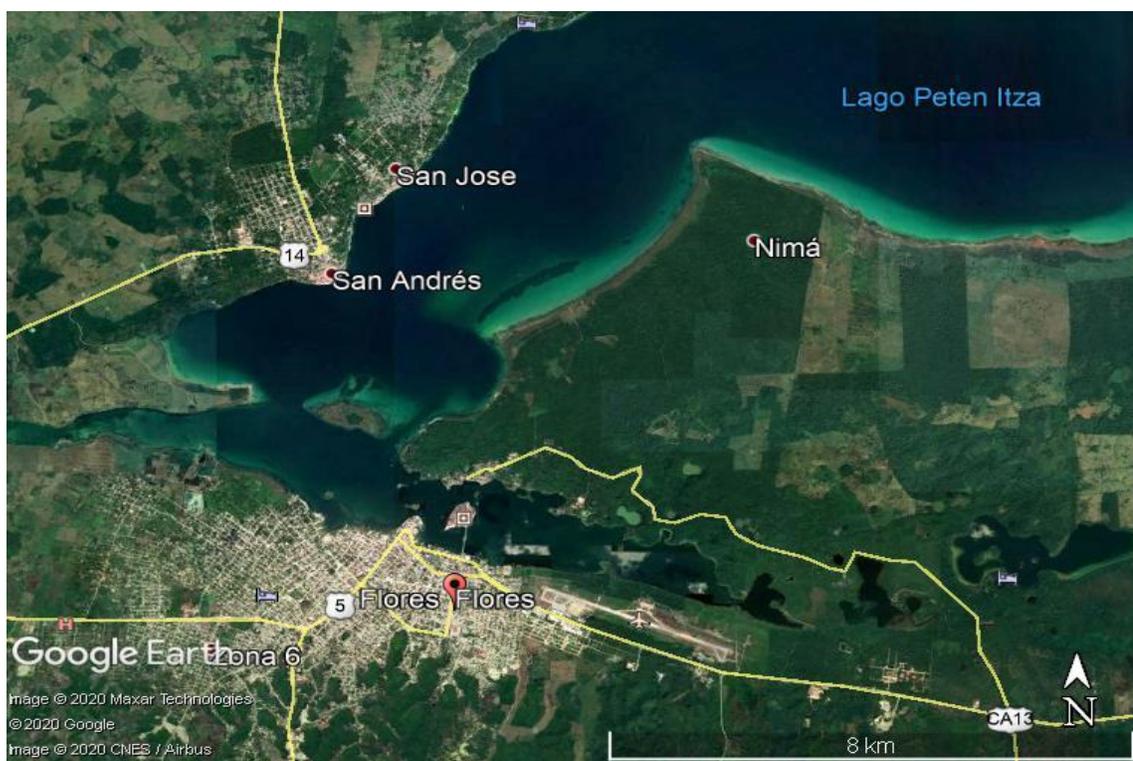


Fuente: Google Earth Pro (2020). Consultado el 4 de noviembre de 2020. Recuperado de
Lansat/Copernicus 2020 INEGI

1.5. Localización del área de estudio

El área en estudio se encuentra ubicada en el casco urbano del municipio de Flores, Petén (Isla de Flores y Santa Elena de la Cruz).

Figura 3. Localización del área de estudio



Fuente: Google Earth Pro (2020). Consultado el 4 de noviembre de 2020. Recuperado de CNES/Airbus 2020 Maxar Technologies

2. MARCO TEÓRICO

En el siguiente capítulo se describen los conceptos para el análisis de la incidencia en la economía local con la implementación de una planta de compostaje, se abordan los temas de: residuos sólidos, su clasificación, la importancia del manejo integral, el sistema de manejo, el compostaje como método de tratamiento de los residuos sólidos orgánicos, la planta de compostaje y las características necesarias que debe tener para el aprovechamiento adecuado de la materia orgánica.

2.1. Incidencia económica

Es la influencia generada por la implementación de una innovación que se produce en el transcurso de una actividad y repercute en su desarrollo.

2.1.1. Incidencia económica local

¿Qué se entiende por incidencia económica local? al proceso concertado de construcción de capacidades y derechos ciudadanos en ámbitos territoriales y político-administrativos del nivel local (municipios = territorio) que deben construirse en unidades de planificación, de diseño de estrategias y proyectos de desarrollo con base a los recursos, necesidades e iniciativas locales. Este proceso incorpora las dinámicas del desarrollo sectorial, funcional y territorial, que se emprenden desde el Estado, las organizaciones sociales y la empresa privada en el territorio. (Rojas, 2005, p. 55)

2.2. Residuos sólidos

La definición de los términos: desecho y residuo han causado cierta confusión en la población al momento de ser utilizados para diferentes contextos.

Los residuos sólidos son el conjunto de elementos heterogéneos provenientes como saldos de las diferentes actividades humanas como: municipales, domiciliarias, comerciales, industriales y agrícolas. Una de las características principales de los residuos urbanos es haber sido un objeto con una utilidad concreta y haber perdido, de una u otra forma, su capacidad para ser utilizado. (Palma, 2012, p. 33)

2.2.1. Desecho

Los desechos son materiales, sustancias, objetos, cosas, etc., “que necesitan ser eliminados ya que no representan ningún uso. Más puntualmente se puede definir como: un material que ya no posee ningún valor económico o utilidad para el propietario” (Castañeda, 2019, p. 9).

2.2.2. Residuo

Los residuos son aquellos materiales que ya no tienen el mismo uso para el que fueron creados, “pero debido a sus características tienen la posibilidad de ser reciclados o aprovechados de otra forma, con la finalidad de reducir la carga negativa que provocan en el ambiente” (Blas, 2017, p. 35).

2.3. Clasificación de los residuos sólidos

Los residuos sólidos se clasifican según sus características: “por lo que existen diferentes maneras de clasificarlos en función de: su estado, composición, utilidad, origen y peligrosidad” (Duarte, 2018, p.3).

2.3.1. Por su estado

Los residuos son clasificados según el estado físico en el que se encuentran “por lo que se pueden mencionar los siguientes grupos: sólidos, semisólidos, líquidos y gaseosos. Cada uno posee diferentes formas de ser procesado para mejorar sus características y ser reutilizado” (Girón, 2017, p. 5).

2.3.2. Por su composición química

Los residuos sólidos se clasifican de acuerdo con su composición química en residuos orgánicos o biodegradables y residuos inorgánicos o no biodegradables.

2.3.2.1. Orgánicos

Son un conjunto de residuos de origen vegetal o animal susceptibles de degradarse por procesos biológicos: “se les denomina así a los desechos biodegradables que son putrescibles: restos alimenticios, desechos de jardinería, residuos agrícolas, animales muertos, huesos, otros biodegradables excepto la excreta humana y animal” (Palma, 2012, p. 7).

2.3.2.2. Inorgánicos

Girón (2017) expone que los residuos sólidos inorgánicos son los provenientes de fuentes minerales, los cuales no sufren degradación ni cambios químicos como: metales, vidrio, plásticos, cartones, entre otros.

2.3.3. Por su utilidad o punto de vista económico

Los residuos sólidos se clasifican en reciclables y no reciclables según las características y el proceso de transformación al que puedan ser sometidos para la generación de nuevos productos.

2.3.3.1. Reciclables

Son los que debido a su composición o propiedades se pueden recuperar, transformar o reutilizar como materia prima al ser incorporados en los procesos productivos de nuevos objetos.

2.3.3.2. No reciclables

Girón (2017) afirma que son todos aquellos residuos que, debido a sus características o la carencia de tecnología para poder ser transformados, no se pueden reutilizar para la creación de nuevos productos.

2.3.4. Por su origen

Derivado de su origen o procedencia, los residuos sólidos se clasifican en domiciliarios, comerciales, constructivos, industriales y agrícolas.

2.3.4.1. Domiciliares

Son todos aquellos residuos orgánicos e inorgánicos que se generan en las viviendas de un territorio producto de las actividades diarias de una población, están constituidos por restos de comida, de jardín, plástico, vidrio y papel principalmente.

2.3.4.2. Comerciales

Como expresa Zetina (2017), son los generados por las actividades comerciales y de servicios como: mercados, tiendas, restaurantes, hoteles, ferreterías, oficinas. Principalmente se caracterizan por ser restos de mercadería y otros productos sin valor económico.

2.3.4.3. Constructivos

Ramos (2018) refiere que son residuos procedentes de la construcción, ampliación y remodelación de edificaciones ya sea de la propiedad individual, jurídica o pública y consisten básicamente en restos de hormigón, block, grava, acero, alambre, material eléctrico y de fontanería.

2.3.4.4. Industriales

Girón (2017) expresa que este tipo de residuos son los más complejos, debido a que varían en función del tipo de industria del lugar, pueden ser de tipo metalúrgico, químico, aceites, cenizas y otro tipo de materias primas como resultado de los procesos de producción.

2.3.4.5. Agrícolas

Son los que se obtienen “derivado de las actividades de agricultura, ganadería, pesca, explotación forestal e industria alimenticia, consisten principalmente en restos de cultivos, árboles y escombros, son de tipo orgánico en su totalidad” (Ramos, 2018, p. 16).

2.3.5. Por los potenciales efectos derivados del manejo

Se pueden clasificar en residuos peligrosos, no peligrosos e inertes en función de los posibles efectos y cuidados de su manejo.

2.3.5.1. Residuos peligrosos

Son las sustancias o compuestos “que independientemente de su estado físico representan un riesgo para la salud de las personas que están en contacto con éstos, por sus características corrosivas, reactivas, inflamables, tóxicas, venenosas, ponen en riesgo grave el medio ambiente al no ser manejados adecuadamente” (Zetina, 2017, p. 17).

2.3.5.2. Residuos no peligrosos

Son los que no representan ningún riesgo para la salud de las personas que se encuentran en contacto con estos y para el medio ambiente, principalmente podemos identificar los residuos domiciliarios entre este grupo.

2.3.5.3. Residuos inertes

Tienen como característica principal “que son estables en el tiempo, no presentan transformaciones físicas, químicas y biológicas que afecten a otros materiales en contacto con estos” (Girón, 2017, p. 8).

2.4. Importancia del manejo integral de los residuos sólidos urbanos

Guatemala está en un proceso de desarrollo constante, donde las principales actividades productivas dejan un sin fin de subproductos que muchas veces ya no pueden ser reintroducidos en la cadena. Esto sumado a la pasividad del gobierno central y local para la gestión adecuada de los residuos sólidos, genera un impacto negativo en el medio ambiente.

La gestión integral de los residuos sólidos “se define como la selección y aplicación de técnicas, tecnología, políticas, planes y programas idóneos para alcanzar los objetivos y metas específicas propuestas” (Girón, 2017, p. 11).

Además, Castañeda (2019) manifiesta que la evolución en los procesos industriales ha traído la generación de nuevos materiales como los sintéticos, que son difíciles de degradar por medios naturales, lo que ha llevado a la necesidad de realizar una gestión correcta y un manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos.

2.5. Sistema de manejo de residuos sólidos urbanos

Hace referencia: “al conjunto de actividades de recolección, transporte, separación, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos, realizados en armonía con los principios de salud pública, economía, sanidad, medio ambiente y el paisaje” (Palma, 2012, p.7).

2.5.1. Recolección y transporte

Consiste en las actividades que realiza la entidad prestadora del servicio público para recoger y transferir los residuos sólidos desde su lugar de generación hasta llevarlos en vehículos adecuados al punto de tratamiento o de disposición final.

Y, además según López (2010) explica que el servicio de recolección y transporte puede ser prestado por la municipalidad, empresas municipales y empresas privadas bajo concesión; pero en todos los casos corresponderá a la municipalidad regularlos, determinar las tasas, contribuciones y emitir las ordenanzas y reglamentos respectivos como lo establece el Código Municipal en los artículos del 72 al 78.

2.5.2. Separación

De acuerdo con Ramos (2018) la separación de los residuos sólidos consiste en la clasificación o selección de materiales como: papel, cartón, metales, vidrio, restos orgánicos en el punto de generación o antes de su disposición final, que debido a sus características o propiedades pueden ser utilizados como materia prima para la fabricación de nuevos productos a través de técnicas de reciclaje o compostaje.

2.5.3. Tratamiento

Como señala Flores (2018), el tratamiento de los residuos y desechos sólidos consiste en la reducción del volumen, peso y mejoramiento de las propiedades de los materiales con la finalidad de minimizar los efectos adversos que provocan estos en el ambiente y en la salud de las personas que están en contacto, debido a los vectores, gases, lixiviados y bacterias que se generan en los lugares en donde no se les da una correcta disposición final a los mismos.

2.5.4. Reciclaje

El reciclaje se puede definir “como el proceso o acción de retornar al ciclo de consumo los materiales que ya fueron desechados y que son aptos para la elaboración de nuevos productos” (Girón, 2017, p. 13).

También Ramos (2018) agrega que el reciclaje es una actividad cuya función es volver a integrar al ciclo natural todos los desechos y desperdicios sólidos que son generados en un espacio territorial determinado, mediante procesos de transformación o recuperación para mejorar las propiedades de los residuos, al ayudar a conservar los recursos renovables y no renovables.

2.5.4.1. Tipos de reciclaje

Girón (2017) afirma que el reciclaje primario o de tipo cerrado es aquel que tiene por finalidad la transformación de los materiales de desecho para la creación de nuevos productos de la misma clase, a diferencia del anterior el reciclaje secundario o de tipo abierto permite la utilización de la materia prima para la fabricación de productos con características diferentes.

2.5.5. Compostaje

El compostaje es un método de tratamiento de los residuos sólidos orgánicos:

Es un proceso biológico aeróbico, mediante el cual los microorganismos actúan sobre la materia biodegradable rápidamente (residuos municipales, domiciliarios, comerciales, industriales, agrícolas, entre otros). Lo que permite obtener compost, que resulta ser un excelente abono para la agricultura. El compost es un nutriente para el suelo que mejora la estructura y ayuda a reducir la erosión, la absorción de agua y nutrientes por parte de las plantas. (Palma, 2012, p. 32)

Asimismo, Ramos (2018) afirma que es el proceso biológico más utilizado para la conversión de la fracción orgánica de los residuos sólidos a un material húmico estable conocido como compost. El proceso se efectúa mediante el control de humedad, temperatura y aireación con el objetivo de lograr la fermentación con la ayuda de bacterias, hongos y actinomicetos.

2.5.5.1. Método natural

En este método de compostaje, la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos es trasladada hacia un patio para su tratamiento:

En el cual es colocada en diferentes pilas, las cuales necesitan que se les den volteos periódicos para generar la aireación necesaria para el desarrollo del proceso de descomposición biológica. El tiempo para que concluya dicho proceso es de aproximadamente tres o cuatro meses. (Girón, 2017, p. 14)

2.5.5.2. Método acelerado

En el método de compostaje acelerado, el proceso de aireación es realizado mediante tuberías perforadas o reactores rotatorios:

Las pilas de la fracción orgánica son colocadas sobre las tuberías perforadas en el sentido contrario a la corriente del aire, los que posteriormente se apilan de la misma forma que en el método natural. El tiempo de aireación es de aproximadamente cuatro días y el tiempo total del compostaje acelerado de dos o tres meses. (Girón, 2017, p. 15)

2.5.6. Disposición final

Consiste en la última etapa del proceso de gestión de los residuos sólidos urbanos y es el espacio físico donde son depositados de forma controlada todos aquellos materiales que ya no cuentan con ningún uso o valor económico, coloquialmente se les llama basureros, que pueden ser relleno sanitario o vertedero controlado.

2.5.6.1. Relleno sanitario

Como expresa Ramos (2018), es una técnica que emplea principios de ingeniería y que debe de cumplir con cierto diseño y especificaciones, en la cual a diario son mezclados los desechos sólidos con la finalidad de obtener la homogenización, luego son esparcidos con la ayuda de maquinaria en delgadas capas para su posterior compactación, sobre la cual es colocada otra capa de suelo y así sucesivamente hasta alcanzar la altura que permita la topografía del terreno.

El relleno sanitario es esencialmente el aprovechamiento de un desnivel o una excavación en el suelo para el depósito de los materiales que ya no son utilizados por la población, la cual debe de ser impermeabilizada en todas sus superficies con plástico o arcilla para evitar la infiltración de lixiviados en el subsuelo y la contaminación de acuíferos.

2.5.6.2. Vertedero controlado

Según Zetina (2017) es un orificio donde se depositan los desechos sólidos, en el cual se debe de tener el cuidado de que tanto los laterales como el fondo estén previamente impermeabilizados. En este tipo de sistema de disposición final, los materiales de desecho son colocados por capas y cubiertos con tierra para evitar la proliferación de vectores, malos olores y el riesgo de incendios. El vertedero al llegar a su capacidad máxima se debe de recubrir adecuadamente y dejar el terreno lo más integro y adaptado al paisaje.

2.6. El compostaje como método exitoso en el tratamiento de los residuos sólidos orgánicos

El compostaje es un proceso aeróbico mediante el cual los microorganismos actúan de forma inmediata sobre la materia orgánica lo que provoca su degradación y la formación de un nuevo material denominado compost el cual por sus características tiene un uso favorable en la agricultura y el mejoramiento de los suelos. Este proceso es bastante sencillo de implementar a nivel local y alcanza un porcentaje muy alto de eficiencia en relación con la inversión y la cantidad de residuos sólidos tratados.

2.6.1. Definición de compost

Se define el compost como el producto resultante del proceso de compostaje:

Es decir, el proceso en el que, al someter los residuos sólidos orgánicos a descomposición microbiológica en condiciones controladas de aireación, humedad y temperatura, se transforma en una mezcla estable, lo más homogénea posible y sanitariamente neutra; lo que reduce la cantidad de desechos sólidos a depositar en el relleno sanitario o vertedero y se obtiene un producto valorizable y aplicable para mejorar las propiedades de los suelos. (Hernández, 2004, p. 15)

2.6.2. Orígenes del compost

Hernández (2004) señala que el compostaje es una técnica utilizada desde la antigüedad por diversas civilizaciones, pero fue en la India donde se perfeccionó al combinar los conocimientos científicos del inglés Albert Howard con los empíricos de los campesinos a inicios del siglo XX. Inicialmente se llamó método Indore y se basaba en la fermentación de una mezcla de desechos vegetales con excrementos animales en constante humedad y volteo.

2.6.3. Proceso de compostaje

El compostaje practicado en la actualidad es un proceso aeróbico que combina fases mesofílicas y termofílicas con la finalidad de transformar los desechos sólidos en otro producto con características más deseables:

El cual puede ser aplicado al suelo para mejorar las propiedades, la estabilización de la materia orgánica se consigue por medio de la oxidación de las moléculas complejas, que se transforman en otras más sencillas y estables. Durante el proceso se genera calor que, al elevar la temperatura de la masa, produce la esterilización y la eliminación de agentes patógenos. La intervención humana favorece a facilitar las condiciones aptas para alcanzar la máxima eficiencia y eficacia. (Hernández, 2004, p. 16-17)

2.6.4. Etapas del compostaje aeróbico

Se puede diferenciar las etapas del proceso de compostaje, se utiliza como criterio las temperaturas alcanzadas en el núcleo, entre las cuales están: etapa de latencia, mesotérmica 1, termogénica y mesotérmica 2.

2.6.4.1. Etapa de latencia

Como afirma Hernández (2004), esta etapa está comprendida desde el ingreso de los residuos frescos a la planta de compostaje, hasta la observación de incrementos de temperatura en las pilas de materiales. La duración es variable y depende de diversos factores, aunque se estima entre 24 y 72 horas.

2.6.4.2. Etapa mesotérmica 1

Esta fase se desarrolla entre los 12 y 40 °C, “se destaca por las fermentaciones facultativas de la microflora mesófila, al mismo tiempo con oxidaciones aeróbicas, la aparición de hongos se da al inicio y final de esta etapa, la actividad metabólica incrementa considerablemente la temperatura” (Hernández, 2004, p. 18).

2.6.4.3. Etapa termogénica

La etapa termogénica se da entre los 40 y 70 °C, “se puede observar la sustitución de la microflora mesófila por la termófila; normalmente durante esta fase se eliminan todos los patógenos, hongos, esporas, semillas y elementos biológicos indeseables, la concentración de CO₂ alcanzada resulta letal para las larvas de insectos” (Hernández, 2004, p.19).

2.6.4.4. Etapa mesotérmica 2

Hernández (2004) afirma que esta etapa inicia con la disminución de la temperatura, el agotamiento de los nutrientes y la desaparición de los termófilos. Al llegar a temperaturas inferiores a los 40 °C vuelven a aparecer microorganismos mesófilos que utilizarán como nutrientes los materiales más resistentes a la biodegradación, la temperatura descenderá gradualmente hasta alcanzar valores muy cercanos al ambiente, en ese momento se dice que el material es estable y el proceso ha concluido.

2.6.5. Parámetros a considerar en residuos sólidos orgánicos a compostar

Es importante controlar diversos factores como: humedad, densidad, poder calorífico, relación carbono/nitrógeno, tamaño de partículas, potencial de hidrógeno, aireación y temperatura en la fracción orgánica a compostar; ya que la eficiencia y eficacia alcanzada en el proceso dependerá directamente de la selección de la materia prima y las técnicas utilizadas para la estabilización de la materia orgánica.

2.6.5.1. Humedad

La presencia de agua es promotora de las reacciones químicas y biológicas que se generan en el medio:

El contenido de humedad de los residuos sólidos urbanos varía según la composición de estos y las condiciones climáticas en que se encuentren, por lo que es importante determinar y controlar la humedad de los materiales y disponer de las obras necesarias para el tratamiento de los lixiviados y gases generados. (Girón, 2017, p. 10)

Respecto a los residuos sólidos orgánicos, “la humedad idónea para alcanzar la biodegradación está entre 15 y 35 %, humedades superiores a los valores indicados producirían un desplazamiento de aire entre las partículas de materia orgánica con lo que el medio se volvería anaerobio” (Hernández, 2004, p. 21-22).

2.6.5.2. Densidad

De acuerdo con Girón (2017) es importante conocer la densidad de los residuos sólidos, ya que este parámetro influye sobre los medios de recogida y las posibilidades de tratamiento, de allí que se seleccionen medios de transporte más idóneos según las dimensiones del volumen de recogida y el grado de compactación al que puedan ser sometidos los residuos. La densidad promedio de los residuos sólidos orgánicos es de 200 kg/m³.

2.6.5.3. Poder calorífico

Como dice Girón (2017), es un parámetro fundamental para decidir sobre el sistema de tratamiento a emplear en los residuos sólidos, especialmente si es factible o no la utilización del proceso de incineración, conocer los valores ayuda a evaluar la generación de energía eléctrica a partir de éstos.

2.6.5.4. Relación carbono/nitrógeno (C/N)

Depende de la proporción en que se encuentren el carbono y nitrógeno en los residuos, “así serán sus propiedades ácidas o básicas, lo cual definirá la calidad del compost que se produzca y su potencial uso en los requerimientos del tipo de suelo o cultivo a tratar” (Girón, 2017, p. 11). Además del carbono necesario para que los microorganismos de una pila de compostaje crezcan, una parte se dedica a la obtención de energía metabólica, dando como resultado la emisión de CO₂. Así es muy importante tanto la cantidad de carbono y su relación con el nitrógeno como su naturaleza química, ya que en función de esto habrá más o menos crecimiento y actividad metabólica (calor).

También Hernández (2004) expresa que es necesario realizar el procedimiento de balance de nutrientes cuando la relación C/N que presenten los residuos sólidos orgánicos de forma inicial no sea la adecuada para su compostaje. Uno de los parámetros más importantes para que una pila de compostaje funcione correctamente es la relación inicial entre el carbono y el nitrógeno, de forma experimental se conoce que para que haya crecimiento microbiano, se necesita que esta relación este entre 20 y 30; es decir de 20 a 30 partes de carbono por cada parte de nitrógeno.

Si el compostaje almacena demasiada cantidad de elementos con contenido en carbono, se producirá una evacuación en forma de dióxido de carbono a la atmósfera. La fermentación en este caso será lenta, de temperatura baja y se tardará más tiempo en obtener el compost final. Por el contrario, en el caso de exceso en el contenido de nitrógeno, se producirá una evacuación de amoníaco a la atmósfera, emisión de olores desfavorables y temperaturas altas.

2.6.5.5. Tamaño

Hernández (2004) señala que es importante el control y la selección del tamaño de las partículas de los residuos sólidos a compostar, ya que algunos materiales pierden con facilidad su estructura física al ingresar al proceso de compostaje, otros son más resistentes como los materiales leñosos y las fibras vegetales. El diámetro medio máximo indicado para las partículas a compostar ronda entre los 10 y 20 mm, diámetros menores no se recomiendan ya que tienden a compactarse e impedir el intercambio gaseoso.

2.6.5.6. Potencial de hidrógeno (pH)

Hernández (2004) afirma que un pH entre 6.5 y 7.5 asegura el desarrollo favorable de los microorganismos. Valores inferiores (ácidos) o superiores (alcalinos) son agentes inhibidores del crecimiento.

2.6.5.7. Contenido de aire

Valores inferiores a la concentración normal en el aire (20 %), “producen condiciones favorables para el inicio de la fermentación y la fase anaerobia, esta situación se distingue por la aparición de olores putrefactos provocados por las respiraciones anaeróbicas y la generación de sulfuro de hidrógeno (H₂S)” (Hernández, 2004, p. 22).

2.6.5.8. Temperatura

Es el parámetro principal para controlar el desarrollo del proceso de compostaje, “debe de mantenerse en un rango entre 35 y 60 °C con la finalidad de asegurar que los elementos patógenos y semillas no deseadas sean eliminadas” (Hernández, 2004, p. 22).

2.7. Planta de compostaje

La planta de compostaje consiste en una instalación destinada para el tratamiento de los residuos sólidos orgánicos en diferentes etapas, mediante un proceso biológico con la finalidad de obtener un abono orgánico denominado compost.

2.7.1. Trituración de residuos

La trituración de los residuos sólidos orgánicos es muy importante, “ya que se aumenta la superficie específica y con ello la capacidad de retención de agua y aire; de esta forma se facilita el proceso de biodegradación realizado por los microorganismos” (Hernández, 2004, p. 42).

2.7.2. Compostaje en pilas

El manejo de los residuos sólidos a compostar se debe de realizar en pilas, “ya que de esta forma se facilita su manipulación, es importante verificar que la altura de las pilas no supere 1.5 m; ya que a mayor altura se impide la aireación natural y se generan condiciones anaeróbicas” (Hernández, 2004, p. 42-43).

2.7.3. Mezcla, revuelta y movimiento

Se debe de mezclar, revolver y mover con frecuencia los residuos sólidos “para evitar un proceso de biodegradación anaeróbica, un impacto positivo generado con esta operación es la circulación de aire y la homogenización de la temperatura en la masa a compostar” (Hernández, 2004, p. 44).

2.7.4. Aireación

Es importante agregar cierto porcentaje de material orgánico grueso “con el fin de asegurar una buena circulación de aire dentro de la masa de residuos sólidos biodegradables, dicho material grueso se puede aportar con una previa separación de la fracción orgánica antes del inicio del proceso” (Hernández, 2004, p. 45).

2.7.5. Humedecimiento

La humedad óptima del material a compostar ronda entre el 40 y 60 %, “este debe de ser humedecido dentro de los primeros 3 meses de iniciado el proceso, después de dicho período, el compost será maduro y no contendrá bacterias patógenas u otros materiales nocivos” (Hernández, 2004, p. 45).

2.7.6. Separación de materiales inadecuados

Existen materiales que son muy complicados de retirar en la separación que se realiza al inicio del proceso de compostaje, entre los que podemos encontrar trozos de plástico, vidrio o metal.

La separación de este tipo de materiales es necesario realizarla cuando el compost se encuentre terminado con partículas más finas y homogéneas.

2.7.7. Clasificación del producto

Al terminar el proceso de compostaje, es importante realizar la clasificación del producto con la ayuda de tamices o cribas previo a su utilización. La fracción fina tiene un buen desempeño como abono y para mejorar la estabilidad del suelo. La fracción gruesa se puede destinar como filtro biológico o para la cobertura del relleno sanitario.

2.7.8. Tratamiento del aire

De acuerdo con Hernández (2004), no es necesario realizar un tratamiento del aire en los procesos de compostaje, debido a que basta con cubrir las pilas con pasto, compost grueso u otro material apropiado con el fin de absorber las emisiones producidas.

2.7.9. Tratamiento de lixiviados

Como indica Ramos (2018), uno de los aspectos más importantes de implementar en una planta de compostaje es el tratamiento de los lixiviados, ya que estos líquidos presentan altos valores de Demanda Biológica de Oxígeno -DBO- y de Demanda Química de Oxígeno -DQO- los cuales son parámetros que miden la cantidad de dióxígeno consumido al degradar la materia orgánica de una muestra líquida y son nocivos para el ambiente.

Por lo que es necesario evitar que se infiltren en el subsuelo con la ayuda de piletas en donde son depositados dichos líquidos y degradados por medio de evaporación natural con la ayuda de la radiación solar.

2.7.10. Comercialización del producto

Para la comercialización del compost, es necesario realizar un estudio de mercado con el cual se pueda determinar la demanda actual y futura, así como la identificación de los posibles clientes para la ubicación de la planta y el trazo de las rutas para la distribución del producto. También es sustancial realizar un estudio técnico y financiero con la finalidad de verificar que la implementación de la planta de compostaje sea viable y sostenible en el tiempo.

2.7.11. Importancia de la preclasificación domiciliaria

Igualmente es conveniente implementar programas de información y capacitación para la población sobre la clasificación domiciliaria, ya que al tomar como base algunas experiencias de otros países, esta ha demostrado tener éxito a nivel local. Con lo que se podrían conseguir mejores resultados en la implementación de una planta de compostaje para alcanzar las metas y objetivos trazados.

3. MARCO METODOLÓGICO

Se describen los detalles técnicos de la investigación del estudio “Incidencia en la Economía Local con la Implementación de una Planta de Compostaje en el Municipio de Flores, Departamento de Petén, Guatemala”, como: universo, tipos de variables, técnicas de muestreo, tipo de investigación, unidad de análisis, planteamiento de hipótesis, selección de sujetos de estudio, técnicas de recolección de datos, procesamiento de datos y límites de la investigación, herramientas que ayudan a obtener resultados de forma confiable para posteriormente proponer la solución más eficiente al problema planteado.

3.1. Universo

Población del casco urbano del municipio de Flores, Petén (Isla de Flores y Santa Elena de la Cruz) que se encuentra en la disposición de colaborar con el estudio de investigación, que según las proyecciones del Instituto Nacional de Estadística -INE- (2008), para el año 2020 es de aproximadamente 38,601 habitantes.

3.2. Variables

Las variables independientes representan insumos o causas, es decir razones potenciales de variación; entre las identificadas durante el desarrollo de la investigación se tiene: ausencia de infraestructura para la gestión de los residuos sólidos y la falta de regulación municipal.

Las variables dependientes dependen de los valores que tomen las variables independientes, representan el producto o resultado cuya variación se está estudiando; se pudieron identificar: economía, turismo y medio ambiente.

Tabla I. **Variables del estudio**

Variables Independientes	Variables Dependientes
Ausencia de infraestructura para la gestión de los residuos sólidos	Economía
Falta de regulación municipal	Turismo
	Medio Ambiente

Fuente: elaboración propia.

3.3. Muestreo

Debido a que la población total del casco urbano es bastante alta, se calculará la muestra al aplicar un error del 10 %, una confianza del 90 %, las personas que accedieron a colaborar con la encuesta representan un 85 % y los que indican que no quieren colaborar o no cumplen condiciones para hacerlo un 15 %.

Fórmula de muestreo:

$$n = \frac{k^2 pqN}{e^2 (N - 1) + k^2 pq}$$

En donde:

- n: tamaño muestra a determinar
- p: variabilidad positiva = (0.85)
- q: variabilidad negativa = (0.15)
- N: tamaño de la población = (38,601)
- e: es el error muestral que se considera = (0.10)
- k: constante de nivel de confianza que indica la probabilidad de que los resultados del estudio sean ciertos o no. Los valores de k que más se utilizan y sus respectivos niveles de confianza son los que se muestran en la Tabla II

Tabla II. **Valores k y niveles de confianza**

Nivel de Confianza	75 %	80 %	85 %	90 %	95 %	97.5 %	99 %
Valores de k	1.15	1.28	1.44	1.65	1.96	2.24	2.58

Fuente: elaboración propia.

$$n = \frac{(1.65)^2 (0.85) (0.15) (38,601)}{(0.10)^2(38,601 - 1) + \{(1.65^2)(0.85) (0.15)\}} = \frac{13399.13}{386.35} = 34.68 \approx 35$$

3.4. Tipo y diseño de la investigación

Estudio explicativo transversal, no experimental. Explicativo debido a que trata de determinar y especificar las relaciones existentes entre las diferentes variables que influyen en el fenómeno. El estudio transversal se define como un tipo de investigación observacional que analiza datos de variables recopiladas en un período de tiempo sobre una población o muestra.

La investigación experimental es aquella que se realiza sin manipular deliberadamente las variables del estudio; se basa fundamentalmente en la observación del fenómeno tal y como se da en su contexto natural.

3.5. Unidad de análisis

Respuestas obtenidas por medio de encuesta elaborada a través de la aplicación Survey Heart® y compartida en redes sociales (WhatsApp, Facebook y correo electrónico) a personas que como condición vivan en el área central del municipio de Flores, Petén (Isla de Flores y Santa Elena de la Cruz) y que cuenten con el servicio de recolección de residuos sólidos.

3.5.1. Unidad de análisis de muestreo

Población que habita en el casco urbano del municipio de Flores, Petén, que no comparte la misma casa de habitación y que cuenta con servicio de recolección de residuos sólidos.

3.5.2. Unidad de información

Encuesta realizada a la población del casco urbano del municipio de Flores, Petén, que cumple con las condiciones planteadas y que se encuentra en la disposición de colaborar en el estudio.

3.6. Selección de los sujetos de estudio

La selección de los sujetos de estudio se realizó mediante los criterios de inclusión y exclusión que se describen a continuación.

3.6.1. Criterios de inclusión

- Personas residentes en el casco urbano del municipio de Flores, Petén, que aceptaron participar de forma voluntaria en el estudio de investigación y que cumplen con las condiciones para hacerlo.

3.6.2. Criterios de exclusión

- Personas residentes en el casco urbano del municipio de Flores, Petén, que no aceptaron participar en el estudio de investigación.
- Personas residentes en el casco urbano del municipio de Flores, Petén, que no cumplen con las condiciones para participar en el estudio de investigación.

3.7. Técnicas, procesos e instrumentos de recolección de datos

En la presente investigación se llevó a cabo la recolección de datos por medio de la consulta bibliográfica en estudios anteriores efectuados dentro del municipio de Flores, Petén y a través de la encuesta que se les realizó a los vecinos del casco urbano del municipio en condiciones de colaborar y que afirmaron contar con el servicio de recolección de residuos sólidos para posteriormente elaborar un análisis estadístico de las encuestas.

3.8. Procesamiento y análisis de datos

Luego de realizar el cálculo de la muestra del estudio, se procedió a la identificación de personas dentro del municipio de Flores, Petén, que cumplieran con las características solicitadas como: residir en el casco urbano del municipio, no compartir la misma casa de habitación con otro de los encuestados y contar con el servicio de recolección de residuos sólidos. Posteriormente se compartió la encuesta por medio de redes sociales. Al contar con todas las respuestas se procedió a tabular los datos en una hoja de Excel y presentar los resultados con tablas, gráficas y realizar una comparación con la literatura existente, que permita un mejor análisis de la situación para brindar una solución eficiente a la problemática planteada.

3.9. Límites de la investigación

Dentro de los límites de la investigación se tienen los riesgos y dificultades que puedan incidir en la realización del estudio, así como en los resultados obtenidos.

3.9.1. Obstáculos (riesgos y dificultades)

La escasa colaboración de la población fue uno de los principales obstáculos que enfrentó la investigación, ya que muchas personas ven con desconfianza este tipo de estudio. Sobre todo, al estar relacionado con temas municipales pues piensan que la información será utilizada con fines políticos o partidistas.

Otro de los obstáculos encontrados fue el de las restricciones derivadas de la Pandemia del Covid-19, pues afectó la planificación del estudio al no permitir realizar la caracterización de los residuos sólidos y la encuesta de forma presencial en cada domicilio seleccionado.

3.10. Aspectos éticos de la investigación

Los aspectos éticos son muy importantes en la realización de una investigación, pues le dan validez y credibilidad al estudio. Es necesario velar por el beneficio social o científico sobre el interés particular.

3.10.1. Aspectos éticos generales

El reconocimiento de los derechos de autor es un aspecto ético muy importante, ya que siempre se deben de citar a los autores cuando se mencionan o discuten ideas expresadas por otras personas. También es esencial el respeto por la integridad de las personas, ya que no se debe de publicar información sensible o comprometedor.

3.10.1.1. Beneficencia y no maleficencia

En la investigación realizada se maximizaron los efectos benéficos al obtener información por medio de revisión bibliográfica de estudios anteriores y encuestas que se compartieron de forma electrónica, con lo que se evita poner en riesgo a la población.

Los datos proporcionados por los participantes fueron utilizados con exclusividad para la realización de la presente investigación; no se proporcionó a personas ajenas a la misma ni se lucró con la información. Tampoco se solicitaron datos personales, ni información sensible que comprometiera a los encuestados.

3.10.1.2. Autonomía

Para la realización de la investigación se tomaron en cuenta a las personas que contaban con las características descritas en los criterios de inclusión y que, además, se encontraban de acuerdo en participar. Se les indicó a los participantes que la información recopilada es confidencial, las encuestas son anónimas y se utilizarán con exclusividad en la elaboración del informe del estudio “Incidencia en la Economía Local con la Implementación de una Planta de Compostaje en el Municipio de Flores, Departamento de Petén, Guatemala”.

3.10.1.3. Respeto por las personas

Se aceptaron las diferentes opiniones y respuestas proporcionadas por los participantes de la encuesta, al evitar a toda costa juzgarles y discriminarles en cualquiera de sus expresiones (económica, social, cultural, étnica y de género). También se respetó el deseo de no participar de algunas personas, ya que consideraron que el fin de la investigación es ajeno a sus intereses.

3.11. Categorías de riesgo de la investigación

Debido a que la técnica utilizada para la recolección de datos fue la encuesta y la misma fue realizada de forma electrónica, se clasifica en la Categoría I (Sin riesgo).

3.11.1. Categoría I (sin riesgo)

Esta categoría abarca a los estudios que utilizan técnicas observacionales, es decir que no realizan ninguna intervención o modificación en las variables, así como no invaden la intimidad de los participantes.

4. ESTUDIO TÉCNICO

En el presente capítulo, se realiza una breve descripción del área en estudio desde los diferentes entornos del municipio, lo que nos permite comprender de mejor forma la problemática para buscar una solución eficiente y acorde a las necesidades del lugar. También se describen otros aspectos como la misión, visión, recursos, organización, estudio de mercado, capacidad, demanda y la infraestructura.

4.1. Descripción del área en estudio

El municipio de Flores, Petén ha sido muy importante históricamente debido a los principales acontecimientos y pueblos que se han asentado en su territorio desde la época prehispánica, colonial y las migraciones de la segunda mitad del siglo XX.

Su economía depende en gran parte del turismo, servicios, comercio, agricultura y ganadería. En el área central (Santa Elena de la Cruz e Isla de Flores), existe una infraestructura suficientemente desarrollada de hoteles, restaurantes, centros comerciales, terminales de buses, servicios y terminal aérea para el cumplimiento de sus objetivos y satisfacer las necesidades de la población. En el área rural la economía depende del turismo comunitario, la explotación de recursos forestales tanto maderables como no maderables.

En el área central se prestan todos los servicios básicos como agua potable, alcantarillado sanitario, recolección de basura y energía eléctrica. Cabe destacar que el servicio de agua es prestado por la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado -EMAPET-, la cual mediante convenio es administrada junto con la Municipalidad de San Benito y ha demostrado eficiencia y eficacia en la prestación del servicio.

El municipio por contar con más del 80 % de áreas cubiertas de bosque, principalmente dentro de la Reserva de la Biosfera Maya -RBM-, le da mucha importancia al tema ambiental, al promover el desarrollo de manera sostenible y la correcta utilización de los recursos.

4.1.1. Entorno físico

Cuenta con 64 kilómetros pavimentados de la Ruta CA-13 de Flores hacia Tikal, 30 kilómetros pavimentados de la Ruta CA-13 de la aldea Ixlú hacia el límite con el municipio de Melchor de Mencos, Petén y 8 kilómetros pavimentados de la ruta CA-13 de Santa Elena de la cruz hacia el límite con el municipio de Santa Ana, Petén. Además, el 80 % de las calles del casco urbano de Flores y Santa Elena de la cruz se encuentran pavimentadas. Cuenta con algunas carreteras de terracería importantes como la que une los sitios arqueológicos de Tikal y Uaxactún de 17 kilómetros aproximadamente y la carretera antigua de Santa Elena de la Cruz hacia Santa Ana de 10 kilómetros (Dirección General de Caminos; Zona Vial 10, Petén).

El clima en el municipio de Flores es tropical cálido húmedo, con época de lluvia marcada entre mayo y noviembre, época seca desarrollada entre los meses de diciembre y marzo. Según los datos obtenidos en el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología -INSIVUMEH- del período 2003-2015, la temperatura promedio del año es de 24.8 °C, con una temperatura absoluta máxima de 42 °C registrada en el mes de abril y mínima absoluta de 9 °C registrada durante el mes de diciembre. La precipitación promedio al año durante los meses secos es entre 20 y 70 mm, se registra el valor máximo durante los meses de julio y septiembre con un promedio de 215 mm.

La humedad relativa promedio es del 78 % y la presión atmosférica promedio de 749.4 mm. de Hg. Durante el invierno se cuenta con 12 horas de sol y 13 horas en el verano, los vientos predominantes son de norte a sur, con velocidades hasta de 10 nudos (INSIVUMEH, 2015).

El terreno del municipio de Flores es plano, con ligeras ondulaciones. Presenta la prolongación de algunas cordilleras pertenecientes a la Sierra de Chamá, ramal de la Sierra Madre. Las elevaciones más notables son los cerros El Miradero, Paxcamán, Santa Rosa, El Cahuí y San Clemente (Pinelo & Zetina, 2003, p. 4).

Según las estimaciones del Instituto Nacional de Estadística -INE- con base al Censo 2002, para el año 2019 la población del municipio es de 74,836 habitantes, de los cuales el 55 % son hombres y 45 % mujeres, lo que representa el 8.98 % del total de la población del departamento de Petén y el 31.34 % de la cuenca del Lago Petén Itzá. Su distribución espacial indica que el 52 % de la población se encuentra en el área urbana y 48 % en el área rural. El 48 % de la población es menor de 18 años y la densidad poblacional es de 17 habitantes por kilómetro cuadrado (INE, 2008, p. 5).

El municipio cuenta con una ciudad formada por la isla de Flores y Santa Elena de la Cruz, tiene 18 aldeas: San Miguel, El Remate, Tres Naciones, Uaxactún, Aguadas Nuevas, Paxcamán, El Naranjo, El Zapote, Mancanché, Salpetén, El Caoba, El Capulinar, Ixlú, El Porvenir, El Arroyo, El Limón, Socotzal y La Unión; y 10 caseríos: Dos Lagunas, El Arrozal, Buenos Aires, El Manantial, Caballo Muerto, Los Lagartos, Piedra Blanca, Ixpanpajul, El Zacatal y El Engaño (IGN, 2005).

4.1.2. Entorno económico

El municipio de Flores como centro de gobierno y económico del departamento de Petén, cuenta con una infraestructura suficientemente desarrollada para que las actividades económicas se ejecuten en función de satisfacer los requerimientos de oferta y demanda local y departamental. Cuenta con carreteras pavimentadas que lo conectan con los demás municipios del departamento y otros de la región, un aeropuerto internacional, transporte urbano y extraurbano, mercados cantonales, supermercados, centros comerciales, servicios de salud, centros educativos, servicios públicos básicos, bancos, universidades, cooperativas, ONG'S, instituciones públicas, restaurantes y hoteles.

Aunque la economía tradicional del municipio es básicamente agraria y forestal, a partir de la década de los 80 del siglo pasado, las actividades turísticas y comercial - industrial han crecido considerablemente hasta llegar a convertirse en las principales fuentes de ingreso de la población. La primera es bastante representativa en cuanto al ingreso y generación de empleo, ya que el municipio posee numerosos sitios arqueológicos, entre ellos Tikal que es el más visitado a nivel nacional. La segunda por otro lado es a consecuencia de la necesidad de satisfacer los productos y servicios de los pobladores.

El rápido crecimiento poblacional ha sido uno de los factores más influyentes en la estimulación de los sectores de servicios comerciales y personales de la región. Todo esto ha contribuido con el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible -ODS- del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD- 1 y 8 respectivamente al reducir la pobreza, generar empleo y crecimiento económico.

De acuerdo con el último Censo del INE 2002, la población del municipio de Flores, Petén, era de 30,897 habitantes y la Población Económicamente Activa -PEA- de 10,862, lo que representa un 35.16 % del total, de estos 8,377 son hombres (77.12 %) y 2,485 mujeres (22.88 %), los datos reflejan que la mayor parte de la PEA del municipio está conformada por hombres, esto concuerda con los resultados a nivel nacional, ya que gran parte de las mujeres realiza actividades domésticas no remuneradas.

El municipio de Flores tiene una población inmigrante de 15,404 personas, que representa un 49.85 % del total de la población, esto concuerda con la tendencia general en el departamento de Petén, ya que entre 1959 y 1990 que funcionó la Empresa Nacional de Fomento y Desarrollo Económico del Petén -FYDEP-, miles de migrantes de otras partes de Guatemala y Centroamérica, principalmente de Alta y Baja Verapaz, Jalapa, Jutiapa, Chiquimula, Izabal, Quiché, Zacapa, Quetzaltenango y El Salvador se establecieron en el departamento, al elevar la población de Petén de 26,000 en 1964 a más de 800,000 hoy en día (INE, 2003).

La emigración según el XI Censo de Población y VI de Habitación del INE, para el municipio de Flores es de 8,356 personas, que representa un 27.04 % del total de la población, esto puede obedecer a la tendencia del país en migración hacia los Estados Unidos de América, pero en el caso de Petén la emigración es un fenómeno más complejo ya que al estar bastante alejado de la Ciudad Capital y el resto del país, además de tener menor oferta laboral y de estudios (superiores principalmente), muchos profesionales y estudiantes emigran hacia otros lugares en busca de mejores oportunidades laborales y de estudio (Pinelo & Zetina, 2003, p. 11).

En el municipio de Flores se tiene como referencia en el tema de cooperativismo a la Asociación de Comunidades Forestales de Petén -ACOFOP-, que es una asociación de base comunitaria conformada por 24 organizaciones campesinas e indígenas que mediante el buen manejo forestal garantizan la conservación de los bosques de la Zona de Uso Múltiple -ZUM- de la Reserva de la Biosfera Maya -RBM-, que representa al sector empresarial forestal comunitario. Su objetivo principal es mejorar la calidad de vida de las comunidades mediante el manejo forestal integral y los servicios ambientales, al promover de esta forma la sostenibilidad social, ecológica, económica y política de la zona.

ACOFOP trabaja con comunidades del norte del municipio, principalmente en la Aldea Uaxactún, ofrece productos maderables de las especies cedro (*Cedrela Odorata*) y caoba (*Swietenia Macrophylla*), especies no maderables como xate (*Chamaedorea spp.*) y turismo comunitario, en especial al Sitio Arqueológico de Uaxactún (Corzo & Schwartz, 2018).

4.1.3. Entorno social

El municipio de Flores cuenta con servicios básicos como: agua potable, alumbrado público, recolección de basura, transporte, drenajes. Cabe resaltar que la infraestructura de servicios está más desarrollada en el área urbana que en el área rural (Mendoza, 2008, p. 122).

La cobertura de energía eléctrica y alumbrado público ha mejorado en el área urbana y rural del municipio, pues del año 2002 al 2008 se registra un crecimiento del 45.81 % en el área urbana y de 30.34 % en el área rural. La tasa de alumbrado público es de Q. 35.00.

El servicio es prestado por la Distribuidora de Energía Eléctrica de Oriente -DEORSA-, las tarifas están en función del consumo de kWh/mes, con un rango entre Q. 0.50 hasta Q. 1.86 que depende del valor consumido mensualmente (Mendoza, 2008, p. 123).

El servicio de agua potable ha tenido un incremento en la cobertura del 41.38 % en el área rural y casco urbano. A través de proyectos de la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado Flores – San Benito -EMAPET- y del Instituto de Fomento Municipal -INFOM-. En el área central (Flores, Santa Elena de la Cruz), la cobertura del servicio es del 98 %, el servicio se paga en función del volumen de agua que se consume, por el derecho de consumir hasta 20 metros cúbicos la tasa es de Q. 50.00 y se cobra Q. 5.00 por cada metro cúbico de exceso (EMAPET, 2012).

La mayoría de las personas se transportan en automóvil y motocicleta en el municipio de Flores, Petén, las que no poseen vehículo propio utilizan moto taxis (tuc-tuc) en el área central y microbuses y buses para movilizarse a las aldeas y caseríos.

El tiempo de traslado en el área central está entre 10 y 15 minutos, el costo del servicio de moto taxi es de Q. 5.00 por persona. Los viajes en lancha de Flores hacia San Miguel tienen una duración de 5 minutos y un costo aproximado de Q. 5.00. Los viajes en promedio hacia el área rural tienen una duración de 1 hora y un costo de Q. 20.00, el destino más lejano es Uaxactún con un tiempo estimado de 2 horas (Mendoza, 2008).

El servicio de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales solo es prestado en el área central (Flores y Santa Elena de la Cruz) con una cobertura del 45 %.

La Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado Flores – San Benito -EMAPET-, es el ente encargado de la prestación del servicio, cuenta con tratamiento de aguas residuales por medio de lagunas de estabilización para posterior descarga en el Lago Petén Itzá. La base gravable es del 85 % del valor medido de consumo de agua potable y una tasa de Q. 0.75 por metro cúbico (Mendoza, 2008).

Según los datos de la Policía Nacional Civil -PNC- para el año 2009 el índice de eventos criminales por cada 10,000 habitantes fue de 5.23 lo que nos indica que el valor es más alto que el promedio a nivel nacional. La cantidad de agentes destinados para la seguridad ciudadana es de 58 (29 agentes por turno). En cuanto a la participación ciudadana se tienen 32 COCODES, 1 COMUDE y 26 ONG con incidencia en el municipio, los cuales se encargan de gestionar y fomentar proyectos de interés local (SEGEPLAN, 2010).

4.1.4. Entorno político

Según los datos oficiales del padrón electoral 2015 publicados por el Tribunal Supremo Electoral -TSE- en el municipio de Flores, Petén se tenía un total de 20,334 ciudadanos empadronados, de los cuales el 52 % corresponde a mujeres y el 48 % a hombres, cabe resaltar que del total 87 % son alfabetos. Además de acuerdo con los resultados publicados por el TSE para las elecciones generales del año 2015, en el municipio de Flores se emitieron un total de 13,678 votos para alcalde, que representa una participación del 67.27 %, también se puede observar que el voto estuvo bastante dividido entre el primer y segundo lugar a menos de 1 % y el ganador lo hizo con el apoyo de solo la cuarta parte de la población del municipio.

Para el año 2019 según la última publicación del TSE, se tiene un padrón de 22,069 ciudadanos, de los cuales el 51 % son mujeres y 49 % hombres y un 89 % del total son alfabetos (TSE, 2015).

Según el Plan de Desarrollo Municipal del Municipio de Flores, Petén, el Concejo Municipal está integrado por 1 alcalde, 4 concejales y 2 síndicos. Dentro de la estructura organizativa de la municipalidad se encuentran las oficinas: Dirección Municipal de Planificación -DMP-, Oficina Municipal de la Mujer -OMM-, Sección Municipal de Recursos Naturales -SARN-, Juzgado de Asuntos Municipales -JAM-, Sección del IUSI, Sección de Catastro, Policía Municipal de Tránsito -PMT-, Unidad de Gestión Ambiental Municipal -UGAM- y Dirección de Administración Financiera Integrada Municipal -DAFIM- (SEGEPLAN, 2010).

Para la administración de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario el municipio de Flores mediante convenio con el municipio de San Benito creó la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado Flores – San Benito -EMAPET- en 1996, que ha resultado ser una empresa exitosa en la prestación de los servicios. Además, desde el año 2003 es parte de la Mancomunidad para el Desarrollo Sostenible de los Municipios de la Cuenca del Lago Petén Itzá - MANMUNI PETEN ITZÁ- que, junto a los municipios de San Benito, San José, San Andrés y San Francisco buscan mejorar la calidad de vida de las personas asentadas en la cuenca de forma sostenible con los recursos (Mendoza, 2008).

La organización comunitaria del municipio de Flores se lleva a cabo por medio de los Consejos Comunitarios de Desarrollo -COCODE-, de los cuales el 61 % pertenecen al área rural y el 39 % al área urbana. También el presidente de cada COCODE funge como alcalde auxiliar, al integrar y representar a su comunidad ante el Concejo Municipal de Desarrollo -COMUDE-. Se observa baja participación de la mujer en dichos procesos ciudadanos (SEGEPLAN, 2010).

4.1.5. Entorno cultural

Predomina la religión cristiana y dentro de ella existen 77 templos protestantes y 30 católicos. También existen iglesias mormonas, adventistas y testigos de jehová. La feria departamental de Petén se celebra del 6 al 15 de enero de cada año, en honor al Cristo Negro de Petén, imagen que se encuentra en la Iglesia Nuestra Señora de los Remedios y San Pablo del Itzá en la Isla de Flores (Pinelo & Zetina, 2003, p. 11).

Las principales costumbres y tradiciones del municipio de Flores, Petén son: Feria Departamental que se realiza del 6 al 15 de enero de cada año, bajada y subida del cristo negro el 6 y 15 de enero, enhiladera de flores que se realiza durante todo el mes de mayo en honor a la Virgen María, baile del caballito, baile de la chatona, baile de la vaca, baile del venado, quema de la vaca y el castillo, alboradas, las mesitas, entre otros.

Entre las leyendas más conocidas del municipio se tiene: leyenda del caballo de piedra, los milagros del Cristo Negro de Petén, leyenda de la princesa Sac Nicté, leyenda de la chatona y del caballito, leyenda del duende, leyenda de la llorona y leyenda del ixtabay (Pinelo & Zetina, 2003).

4.1.6. Entorno ambiental

Se caracteriza por contar con un bosque subtropical húmedo cálido, estas condiciones son la causa principal para que exista una diversidad de plantas de tipo medicinal, forestal, alimenticia y de ornamentación.

Entre las de tipo forestal, se pueden mencionar: cedro, caoba, ceiba, cericote, chico zapote, santa maría, rosul, ramón, chechén y chacá. Algunas de tipo medicinal son: apazote, ixcanán, tres puntas, poxté, sábila, pixoy, ruda, madre cacao, copal, culantrillo, condeamor, entre otras. Entre las alimenticias se tiene: ramón blanco, chaya, albahaca, pimienta, nance, etc. Y las de ornamentación: xate, cola de quetzal, mano de piedra, izote y gran variedad de orquídeas (Pinelo & Zetina, 2003).

El municipio de Flores cuenta con variedad de especies de mamíferos, réptiles, peces y aves. Entre los mamíferos se tiene: tapir, jaguar, puma, tepezcuintle, mono araña, mono aullador, tigrillo, ocelote, oso hormiguero y otros. Algunos réptiles como: cocodrilo moreletti, barba amarilla, cascabel, iguana verde, tortuga blanca, boa, coral, etc. Entre los peces se encuentran: pez blanco y mojarra. Y las aves como: pavo petenero, faisán, cojolita, pavo ocelado, guacamaya roja, águila, clarinero, golondrina, pato, tucán, pericas, loro, colibrí, etc. (Pinelo & Zetina, 2003).

El municipio tiene un 80 % del total de su territorio cubierto de bosques, lo que representa un área de 3,400 kilómetros cuadrados, principalmente dentro de la Reserva de la Biosfera Maya -RBM-, en los últimos años han sido afectados por los incendios forestales y por el cambio de uso del suelo, en especial para actividades agrícolas y ganadería. Entre los dos tipos de bosque predominantes se tiene, el bosque bajo que se caracteriza por estar en zonas pantanosas y de poca pendiente, entre sus especies: ramón, caoba, zapote, chico zapote y cedro. Y el bosque alto que se encuentra en colinas redondeadas, acentuadas por profundas depresiones erosionadas y cuenta con especies como: santa maría, pucté, machinche, guarumo, cedrillo, guaya, jabín y chacá (Mendoza, 2008).

Se encuentra entre 2 cuencas hidrológicas, la parte norte y noreste que abarca un área del 65 % del municipio pertenece a la vertiente del Mar de las Antillas y la zona sur, integra la cuenca del Lago Petén Itzá (Leal, 1993).

Debido a su poca profundidad y drenaje deficiente, el 87 % de los suelos del municipio no son aptos para la agricultura y el restante 13 % si lo es, debido a que se encuentran en planicies y depresiones aluviales, lo que les da condiciones adecuadas de profundidad y drenaje.

El tipo de suelo predominante es el Macanché, que se caracteriza por ser moderadamente profundo, con drenaje imperfecto que lo hace vulnerable a saturación en época lluviosa y a agrietamiento en época seca (Mendoza, 2008, p. 35).

4.2. Misión del área en estudio

Contribuir a mejorar la calidad de vida de la población del casco urbano del municipio de Flores, Petén, áreas aledañas y a la protección ambiental de la Cuenca del Lago Petén Itzá con la implementación de una planta de compostaje.

4.3. Visión del área en estudio

Convertirse a mediano plazo en un municipio modelo en la región por su desarrollo sostenible y por la prestación de servicios públicos de calidad para la población.

4.4. Organización del talento humano del área en estudio

De acuerdo con SEGEPLAN (2010), el Concejo Municipal como máxima autoridad del municipio está integrado por el alcalde, 4 concejales, 2 síndicos y 1 secretario. Dentro de la estructura organizativa de la municipalidad también se encuentra: DMP, OMM, SARN, UGAM, Juzgado de Asuntos Municipales, Sección de IUSI y Catastro, etc. Los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario son administrados de forma independiente por la junta directiva y gerencia de EMAPET. La organización comunitaria del Municipio de Flores es llevada a cabo por los COCODE.

4.5. Áreas de atención del área en estudio

Actualmente se cuenta en el municipio de Flores, Petén, con los servicios de agua potable, alcantarillado sanitario, tratamiento de aguas residuales, alumbrado público, energía eléctrica, recolección de residuos sólidos, mercados, terminales, rastro, cementerio, limpieza de calles y ornato.

4.6. Recursos físicos y tecnológicos del área u objeto en estudio

A continuación, se describen los recursos físicos y tecnológicos con los que se cuenta dentro del municipio de Flores, Petén.

4.6.1. Recursos físicos del área u objeto en estudio

El área en estudio es el casco urbano del municipio de Flores, Petén, el cual tiene una extensión territorial de 8 km² en los que se encuentra la Isla de Flores y Santa Elena de la Cruz. El servicio de recolección de residuos sólidos es prestado por una empresa privada mediante concesión por parte de la municipalidad; cuenta con 2 camiones de carrocería en los cuales son transportados los residuos hasta el vertedero municipal.

4.6.2. Recursos tecnológicos del área u objeto en estudio

En el casco urbano del municipio de Flores, Petén, no se cuenta con recursos tecnológicos que ayuden a manejar de forma eficiente los residuos sólidos orgánicos para reducir su impacto en el ambiente y aprovecharlos como materia prima para la generación de nuevos productos e incentivar la economía del área.

4.7. Estudio de mercado del área u objeto en estudio

Actualmente no se cuenta con un estudio de mercado en el área con relación a la gestión adecuada de los residuos sólidos, en especial los de tipo orgánico. Es importante realizar un estudio de mercado para verificar que la propuesta planteada y el método de tratamiento son viables financieramente; además, si es autofinanciable, si se producen utilidades y si realmente da resultados positivos para el territorio en función de la inversión realizada. Por ello es necesario conocer la capacidad, demanda e infraestructura del área.

4.7.1. Capacidad

Debido al crecimiento poblacional que ha tenido el área central del municipio de Flores, Petén, se ha incrementado la generación de residuos sólidos, esto ha provocado que cada vez se necesite mayor cantidad de camiones para cubrir las rutas de recolección y el vertedero municipal ha llegado a su capacidad máxima, por lo que es indispensable la implementación de un sistema de gestión y tratamiento de los residuos sólidos para buscar una solución a corto y mediano plazo a la problemática.

4.7.2. Demanda

El servicio de recolección de residuos sólidos que es prestado en el municipio de Flores, Petén, atiende a una población estimada de 20,000 personas, ya que no todos los hogares cuentan con el servicio por diversos motivos, se planifica en el futuro incrementar la cantidad de beneficiarios por arriba de los 35,000.

Así también se podría ampliar el proyecto para cubrir a futuro el conurbado de Flores – San Benito que cuenta en la actualidad con una población aproximada de 65,000 personas. Por lo que es importante la proyección de estas ampliaciones, así como determinar la población futura en el período de diseño de la propuesta para que el proyecto no quede obsoleto a corto plazo.

4.7.3. Infraestructura del área en estudio

En la actualidad, el municipio de Flores cuenta con servicio de recolección de residuos sólidos, el cual es prestado por una empresa privada a la que se le cedió por medio de una concesión municipal. La cuota es de Q. 50.00 al mes, los residuos son transportados desde los hogares hasta el relleno sanitario ubicado en el vecino municipio de San Benito, en camiones no adecuados para dicho fin y depositados en un lugar donde no se les da el tratamiento necesario.

La municipalidad de Flores administra en conjunto con la municipalidad de San Benito el basurero municipal, el cual no llena las calidades necesarias para la disposición final de los residuos ya que muchas veces éstos son incinerados sin control alguno, lo que genera un grave impacto para el ambiente de la región.

5. MARCO LEGAL

Si bien se cuenta con numerosas leyes y reglamentos que buscan regular la gestión de los residuos sólidos urbanos, no existe ninguna ley específica para dicho fin, sino que cada documento presenta algún aspecto relativo al tema. Guatemala también ha adquirido y ratificado diversos compromisos tanto a nivel nacional como internacional en temas de saneamiento ambiental y reducción de Gases de Efecto Invernadero -GEI-, entre los documentos más relevantes en materia ambiental tenemos: Constitución Política de la República de Guatemala, Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, Código de Salud, Código Municipal, Política Nacional para la gestión Integral de los Residuos y Desechos Sólidos.

5.1. Constitución Política de la República de Guatemala

El Artículo 97 expone que: El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y el agua, se realicen racionalmente, y así evitar su depredación.

También en el literal “c” del Artículo 253 se establece que los municipios de la República de Guatemala son instituciones autónomas, por lo cual les corresponde atender los servicios públicos locales, el ordenamiento territorial de su jurisdicción y el cumplimiento de sus fines propios.

5.2. Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente (Decreto 68-86)

El Artículo 6 expresa que el suelo, subsuelo, y límites de aguas nacionales no podrán servir de reservorio de desperdicios contaminados del medio ambiente o radioactivos.

En el Artículo 8 se estipula que, para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características puede producir deterioro a los recursos naturales renovables o no, al ambiente o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario previamente a su desarrollo un estudio de evaluación de impacto ambiental, realizados por técnicos en la materia y aprobado por la Comisión del Medio Ambiente.

El Artículo 14 establece en el literal “d” que para prevenir la contaminación atmosférica y mantener la calidad del aire, se debe de regular la existencia de lugares que provoquen emanaciones.

El Artículo 15 literal “d” también expone que el Gobierno velará por el mantenimiento de la calidad del agua para el uso humano y otras actividades, por lo que determinará técnicamente los casos en que debe de producirse o permitirse el vertimiento de residuos, basuras, desechos o desperdicios en una fuente receptora, de acuerdo con las normas de calidad del agua.

El Artículo 16 literal “b” especifica que el organismo Ejecutivo emitirá los reglamentos relacionados con la descarga de cualquier tipo de sustancias que puedan alterar la calidad física, química y mineralógica del suelo o del subsuelo que le sean nocivos a la salud o a la vida humana, flora, fauna y a los recursos.

5.3. Código de Salud (Decreto 90-97)

En el Artículo 38 se especifica que las acciones de promoción y prevención estarán dirigidas a interrumpir la cadena epidemiológica de las enfermedades tanto a nivel del ambiente como de la protección, diagnóstico y tratamientos precoces de la población susceptible. En relación con el ambiente, las acciones de promoción y prevención buscarán el acceso de la población con énfasis en la mayor postergación, a servicios de agua potable, adecuada eliminación y disposición de excretas, adecuada disposición de desechos sólidos, higiene de alimentos, disminución de la contaminación ambiental.

El Artículo 68 también expone que el Ministerio de Salud, en colaboración con la Comisión Nacional de Medio Ambiente, las Municipalidades y la comunidad organizada, promoverán un ambiente saludable, que favorezca el desarrollo pleno de los individuos, familias y comunidades.

Se establece en el Artículo 102 que corresponde a las municipalidades la prestación de los servicios de limpieza o recolección, tratamiento y disposición de los desechos sólidos de acuerdo con las leyes específicas y en cumplimiento de las normas sanitarias aplicables. Las municipalidades podrán utilizar lugares para la disposición de los desechos sólidos o construcción de los respectivos rellenos sanitarios, previo dictamen del Ministerio de Salud y de la Comisión Nacional de Medio Ambiente, el que deberá ser elaborado dentro del plazo improrrogable de dos meses de solicitado. De no producirse el mismo será considerado emitido favorablemente, sin perjuicio de la responsabilidad posterior que se produjera, la que recaerá en el funcionario o empleado que no emitió el dictamen en el plazo estipulado.

El Artículo 103 dispone que se prohíbe arrojar o acumular desechos sólidos de cualquier tipo en lugares no autorizados, alrededor de zonas habitadas, y en lugares que puedan producir daños a la salud a la población, al ornato o al paisaje, utilizar medios inadecuados para su transporte y almacenamiento o proceder a su utilización, tratamiento y disposición final, sin la autorización municipal correspondiente, la que deberá tener en cuenta el cumplimiento de las medidas sanitarias establecidas para evitar la contaminación del ambiente, específicamente de los derivados de la contaminación de los afluentes provenientes de los botaderos de basura legales o clandestinos.

Además, el Artículo 104 establece que, si el Ministerio de Salud comprobara que existen lugares en donde se depositan los desechos sólidos sin llenar los requisitos de la presente ley, deberán ser trasladados a otros lugares que cumplan con los requisitos sanitarios, con base a un programa que de común acuerdo establezcan las municipalidades respectivas y el Ministerio de Salud.

También el Artículo 107 afirma que, para el almacenamiento, transporte, reciclaje y disposición de residuos y desechos sólidos, así como de residuos industriales peligrosos, las empresas industriales o comerciales deberán de contar con sistemas adecuados según la naturaleza de sus operaciones, específicamente cuando la peligrosidad y volumen de los desechos, no permitan la utilización del servicio ordinario para la disposición de los desechos generales. El Ministerio de Salud y la municipalidad correspondiente dictaminarán sobre la base del reglamento específico sobre esa materia.

De igual forma el Artículo 108 contempla que los desechos sólidos provenientes de actividades agrícolas y pecuarias deberán ser recolectados, transportados, depositados y eliminados de acuerdo con las normas y reglamentos que se establezcan a fin de no crear focos de contaminación ambiental, siempre y cuando no fuera posible su reprocesamiento y/o reciclaje para uso en otras actividades debidamente autorizadas.

5.4. Código Municipal (Decreto 12-2002)

El Artículo 67 establece que el municipio para la gestión de sus intereses y en el ámbito de sus competencias puede promover toda clase de actividades económicas, sociales, culturales, ambientales, y prestar cuantos servicios contribuyan a mejorar la calidad de vida, a satisfacer las necesidades y aspiraciones de la población del municipio.

También el Artículo 68 literal “a” define que las competencias propias del municipio deberán cumplirse por el municipio, por dos o más municipios bajo convenio, o por mancomunidad de municipios, y son: abastecimiento domiciliario de agua potable debidamente clorada; alcantarillado; alumbrado público; mercados; rastros; administración de cementerios; limpieza y ornato; formular y coordinar políticas, planes y programas relativos a la recolección, tratamiento y disposición final de desechos y residuos sólidos.

Además, el Artículo 72 señala que el municipio debe regular y prestar los servicios públicos municipales de su circunscripción territorial y, por lo tanto, tiene competencia para establecerlos, mantenerlos, ampliarlos y mejorarlos, en los términos indicados, se garantiza un funcionamiento eficaz, seguro y continuo y, en su caso, la determinación y cobro de tasas y contribuciones equitativas y justas. Las tasas y contribuciones deberán ser fijadas al atender los costos de operación, mantenimiento y mejoramiento de calidad y cobertura de servicios.

Así mismo el Artículo 73 sostiene que los servicios públicos municipales serán prestados y administrados por: la municipalidad y sus dependencias administrativas, unidades de servicio y empresas públicas; la mancomunidad de municipios según regulaciones acordadas conjuntamente; concesiones otorgadas de conformidad con las normas contenidas en el Código Municipal, la Ley de Contrataciones del Estado y Reglamentos Municipales.

5.5. Acuerdos y convenios suscritos

Entre otros documentos no menos importantes que también están relacionados con la gestión de los residuos sólidos urbanos se pueden mencionar:

Ley Marco para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación Obligatoria ante los Efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero (Decreto 7-2013), en el cual se establecen las regulaciones necesarias para prevenir, planificar y responder de manera urgente, adecuada, coordinada y sostenida a los impactos del cambio climático en el país y que las municipalidades adopten prácticas que propicien condiciones para reducir la vulnerabilidad y permitan desarrollar propuestas de mitigación.

Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental (Decreto 137-2016), el cual contiene los lineamientos, estructura y procedimientos necesarios para apoyar el desarrollo sostenible del país en el tema ambiental, se establecen las reglas para el uso de instrumentos y guías que faciliten la evaluación, control y seguimiento ambiental de los proyectos, obras, industrias o actividades, que se desarrollan y los que se pretenden desarrollar en el país. Lo que facilitará la determinación de las características y los posibles impactos ambientales, para orientar su desarrollo en armonía con la protección del ambiente y los recursos naturales.

La Estrategia Nacional de Desarrollo con Bajas Emisiones para Guatemala, que representa una oportunidad para mejorar la competitividad, se identifica con la participación de diferentes actores de la sociedad guatemalteca, aquellas actividades económicas que generan mayores emisiones de gases de efecto invernadero a fin de determinar y priorizar opciones de mitigación de acuerdo con el nivel de impacto en la reducción de dichas emisiones, se coadyuva así, no sólo en términos económicos, sino en la protección del ambiente y los recursos naturales de nuestro planeta.

Guía para Elaborar Estudios de Caracterización de Residuos Sólidos Comunes, la cual fue elaborada debido a que la gestión integral de los residuos y desechos sólidos a nivel municipal implica conocer las características principales de los residuos con relación a la generación, composición y densidad, con el objetivo de diseñar de manera técnica y sustentable los sistemas de recolección, transporte y disposición final y creación de normas, entre otras acciones que fortalezcan la adecuada gestión.

El Gobierno de Guatemala ha suscrito y ratificado diversos convenios a nivel internacional en materia de ambiente y cambio climático, entre los cuales destacan: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, el Protocolo de Kyoto, el Acuerdo de París y los Objetivos de Desarrollo Sostenible -ODS-.

6. PROPUESTA DE SOLUCIÓN

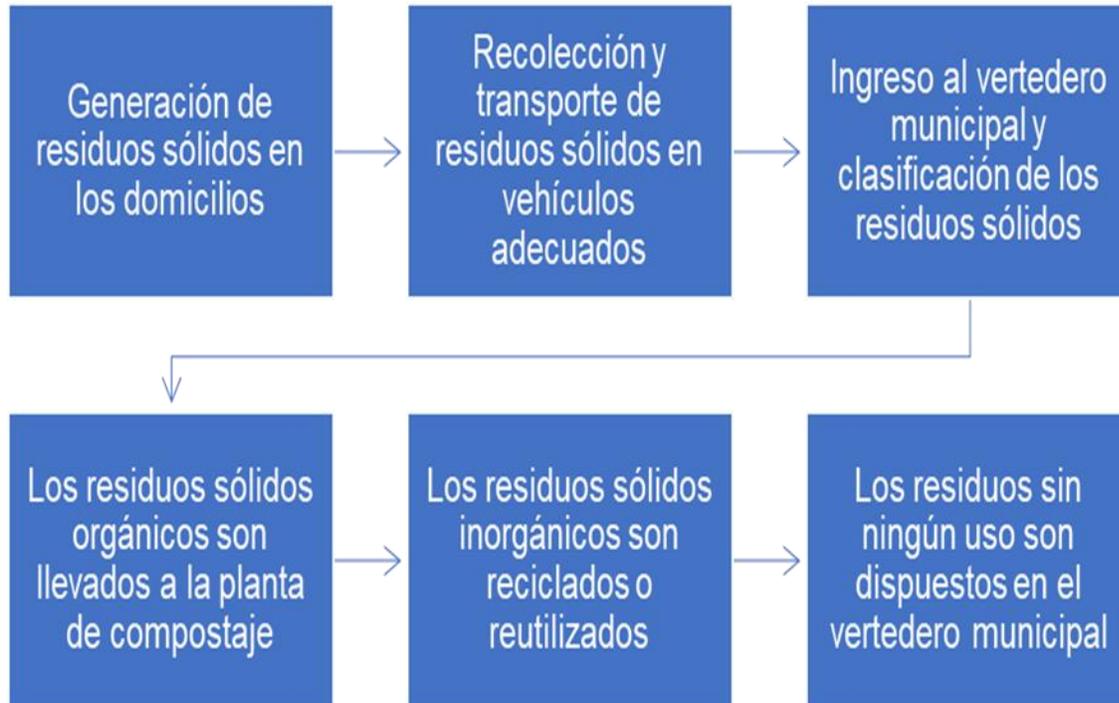
Se propone la implementación de una planta de compostaje en el casco urbano del municipio de Flores, Petén, acompañada de un plan de gestión integral de los residuos sólidos con la finalidad de mejorar los procesos de recolección, transporte, tratamiento y disposición final, que sea autofinanciable y que contribuya al desarrollo sostenible del municipio.

Para implementar el proyecto con fondos municipales, será necesario presentar la propuesta ante el Concejo Municipal, así también evaluar las finanzas del municipio, tanto de ingresos propios como de transferencias gubernamentales. Una vez aprobado el proyecto por el Concejo, se deberá de poner en la partida presupuestaria, se espera cubrir los fondos para dar inicio con los trabajos. Otra forma de financiamiento también podría ser con ayuda de la cooperación internacional o mediante inversión público – privada.

Se identificaron los principales puntos de generación, los cuales se encuentran en la Isla de Flores, Casco Antiguo y Barrio Villa Concepción, este es un paso muy importante, ya que permitirá trazar las rutas de recolección, cuantificar el número de vehículos recolectores en función de la población a atender y la cantidad de residuos sólidos generados.

En base a los estudios previos consultados sobre caracterización de residuos sólidos domiciliarios en el municipio de Flores, así como los valores de la producción per cápita y fracción orgánica, además al consultar los datos de población en el Instituto Nacional de Estadística -INE-, se calculó en 3.24 toneladas la materia orgánica generada por día.

Figura 4. Diagrama de propuesta de solución



Fuente: elaboración propia.

Pero debido a que no es posible compostar el 100 % de la materia orgánica, porque la planta de compostaje no se encontrará en funcionamiento los 365 días del año, se quitan los asuetos de ley y los días de descanso, se cuenta con 310 días efectivos de trabajo, que representa un 85 % del total, se toma en cuenta el material no aprovechable que es de aproximadamente 5 %; tendríamos disponible solo el 80 %, además de eso solo el 90 % de la población entregaría sus residuos al vehículo recolector; lo que daría un total neto de 72 % de material a compostar.

Aunque no se va a procesar el 100 % de la materia orgánica que se produce en el municipio, si es necesario realizar el diseño de la planta de compostaje para un período de servicio de por lo menos 5 o 10 años o dejar un espacio disponible para su ampliación. Se toma en cuenta el dato de 3.24 toneladas por día de materia orgánica y al aplicar el porcentaje de reducción de 0.72, se tendría un total neto de 2.33 toneladas diarias; o 16.31 toneladas a la semana; 69.9 toneladas al mes; y 838.8 toneladas al año.

Es indispensable desarrollar campañas de concientización en la población del municipio y de esta forma obtener más aceptación para la implementación del proyecto, una buena opción es considerar la reducción en la tarifa del servicio o en otras tasas y arbitrios municipales, para aquellas personas que colaboren con realizar una preclasificación de los residuos y entreguen de forma separada la materia orgánica al vehículo recolector.

Es necesario que los vehículos recolectores de residuos sólidos estén acondicionados con un espacio independiente para colocar la materia orgánica que sea entregada de forma separada por los vecinos y con ello reducir el trabajo de separación en el vertedero.

También es importante llevar un control minucioso de los usuarios del servicio con fichas de campo y una base de datos completa para darle seguimiento a la cantidad de residuos generados por vivienda, pagos, otras gestiones y llevar la estadística completa del proyecto, se busca expandirse hacia todos los domicilios del municipio.

Se deberá de tener bien identificado cada uno de los vehículos recolectores, para llevar un mejor control y estadística de las rutas de recolección, a la vez sería interesante que se invirtiera en la compra de una báscula camionera para el peso de los vehículos a su ingreso al vertedero.

Se llevará el control de todos los residuos sólidos que ingresen al vertedero municipal, así como de la fracción orgánica que sea llevada a la planta de compostaje, es fundamental contar con el personal técnico y operativo capacitado para el desarrollo oportuno de sus competencias.

Debido a que dentro del municipio de Flores ya existe un vertedero controlado, será necesario acondicionar dentro del mismo, un espacio de 10,000 m² para la construcción de la planta de compostaje, área de descarga y mesa de clasificación, de esta forma se reducirían costos del transporte y se evitaría la compra del terreno para la planta.

Ya dentro del vertedero, los camiones continúan su marcha hacia el patio de descarga, el cual es un área acondicionada para que los residuos sólidos bajen por una rampa hasta llegar a la mesa de clasificación, a continuación, se realiza una separación de los residuos en busca de material biodegradable para ser llevado a la planta de compostaje, algunos residuos que dependen de sus características son apartados para el reciclaje y el restante que no es de utilidad se dispone en el vertedero.

El método de compostaje que más se adapta a las necesidades del municipio es el de montón o pila, ya que es de los que menos infraestructura necesita para su implementación.

Bastará con construir unos patios grandes para el apilamiento de la materia orgánica con exposición al sol y algunos espacios que cuenten con sombra, además es necesario colocar tuberías o canales para conducir los lixiviados a una pileta de evaporación.

Por último, cuando el compost ya se encuentre listo se deberá de empacar en presentaciones de 25, 50 y 100 libras en empaques herméticos para su comercialización, previo a eso se deberá de mantener almacenado en una bodega en un ambiente fresco.

El compost se puede promocionar en las diferentes redes sociales de la municipalidad, pero principalmente mediante campañas de concientización y educación ambiental, se podrá poner a la disposición de los sectores agrícola y ganadero para su utilización en los sistemas de producción. También puede ser utilizado por la municipalidad y sus dependencias para la reforestación y mejoramiento de jardines y áreas verdes dentro del territorio, sobre todo las zonas de recarga hídrica.

Será necesario evaluar el funcionamiento de la planta de compostaje mediante indicadores, para verificar el cumplimiento de metas, eficiencia, eficacia, calidad, así como patrones de oferta y demanda. También es importante realizar una retroalimentación de los aspectos a mejorar para implementarlos durante el desarrollo del proyecto y crear un proceso de mejora continua.

7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se exponen y analizan los resultados obtenidos de la investigación de campo y de la consulta del material bibliográfico de otros estudios realizados con anterioridad en la circunscripción territorial para determinar la incidencia en la economía local con la implementación de una planta de compostaje en el municipio de Flores, departamento de Petén, Guatemala.

De acuerdo con el estudio elaborado por Zetina (2017) Caracterización de desechos sólidos domiciliarios en el barrio Villa Concepción Santa Elena de la Cruz, municipio de Flores, Petén “se determinó que la fracción orgánica representa un 28 % del total de los residuos sólidos producidos, también que en promedio la Producción Per Cápita -PPC- es de 0.3 kg/hab/día” (pp. 52, 59).

La encuesta se realizó entre el 25 y 30 de septiembre del año 2020 con ayuda de la aplicación Survey Heart® ya que debido a las restricciones por la pandemia del Covid-19 no se pudo llevar a cabo de forma presencial, la cual abarcó a 55 personas residentes en el casco urbano del municipio de Flores y que cuentan con servicio de recolección de residuos sólidos.

Según el INE (2008) para el año 2020 la población estimada es de 77,202 personas y para el municipio de Flores, un 50 % corresponde a población urbana, lo que representa un total de 38,601 habitantes en el casco urbano.

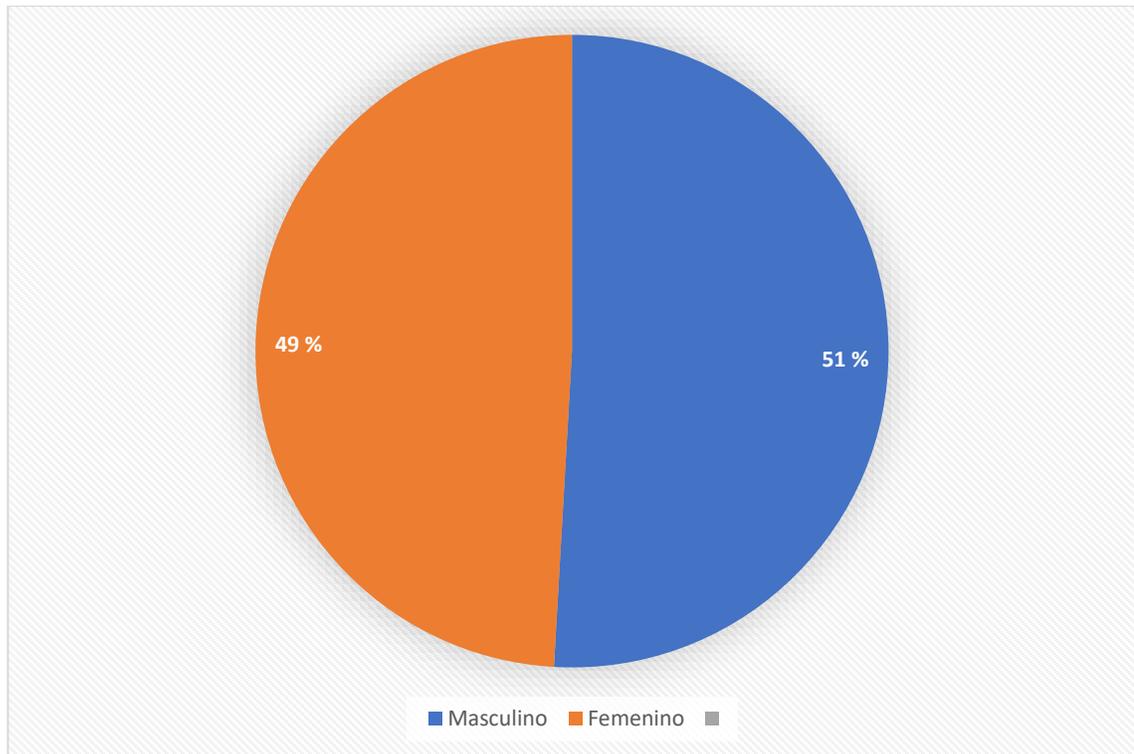
Tabla III. Determinación de la fracción orgánica por día, mes y año

Población (hab)	PPC (Kg/hab/día)	Residuos diarios (Kg)	Fracción orgánica (%)	Residuos orgánicos día (ton)	Residuos orgánicos mes (ton)	Residuos orgánicos año (ton)
38,601	0.30	11,580.3	28	3.24	97.27	1,167.29

Fuente: elaboración propia.

En la tabla III se puede observar la cantidad de residuos sólidos totales que son producidos al día en el municipio de Flores, Petén, así como la fracción orgánica diaria, mensual y anual que fue calculada en base a los datos obtenidos de las investigaciones previas consultadas y son elementos muy útiles para la toma de decisiones en la implementación de la propuesta.

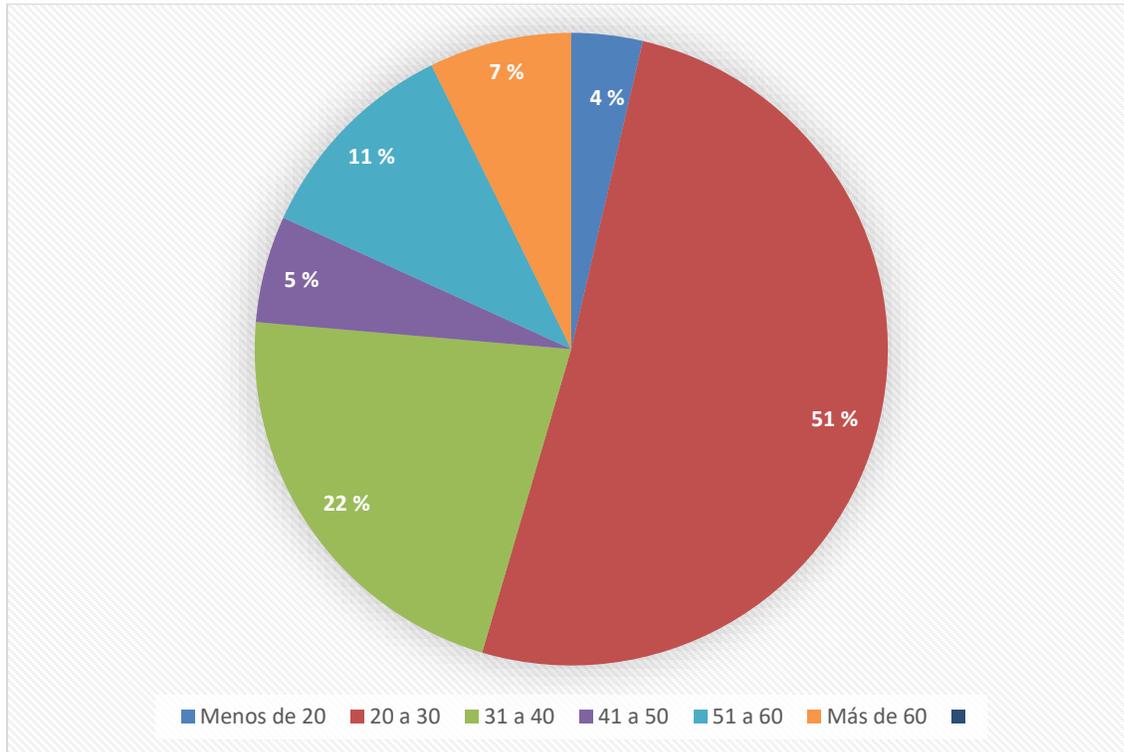
Figura 5. **Género de la población en estudio**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

En la figura 5 se puede visualizar que del total de 55 personas que participaron en la encuesta el 51 % son de género masculino y el 49 % restante femenino.

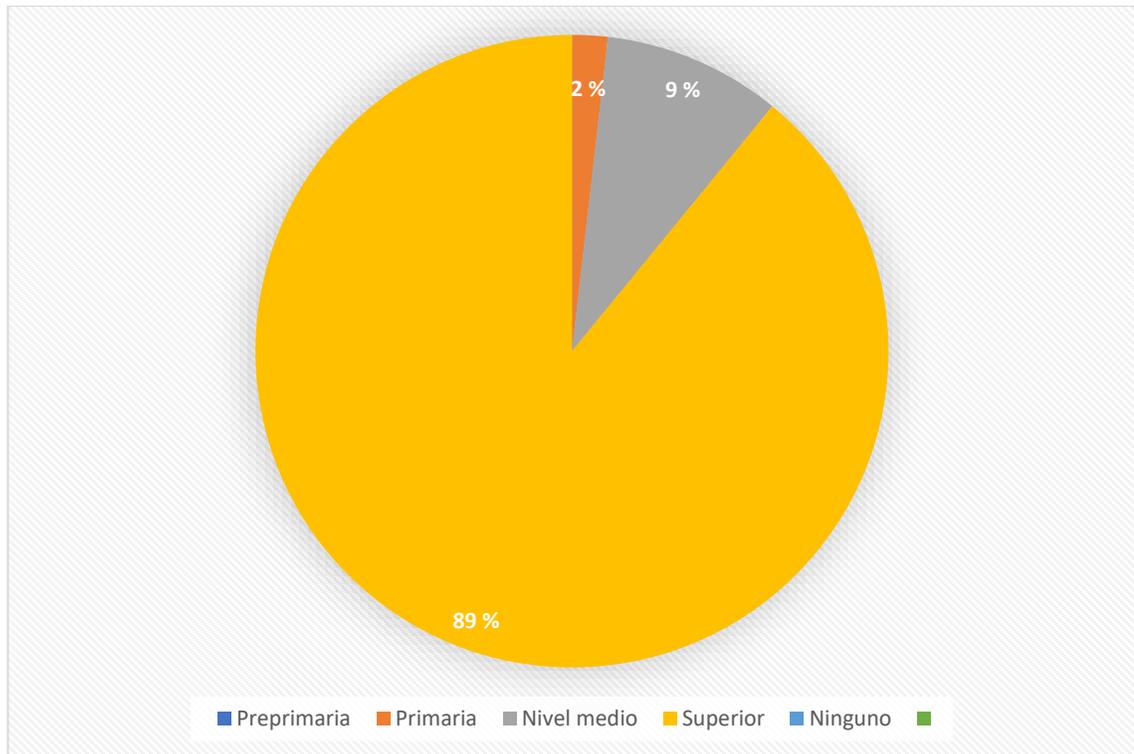
Figura 6. **Rango de edad de la población en estudio**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

En la figura 6 se puede apreciar que más de la mitad de los encuestados (51 %) corresponde a población entre 20 y 30 años y un 22 % a población entre 31 y 40 años, por lo que casi $\frac{3}{4}$ de la población en estudio se encuentra entre los 20 y 40 años, que coincide bastante con el promedio a nivel nacional.

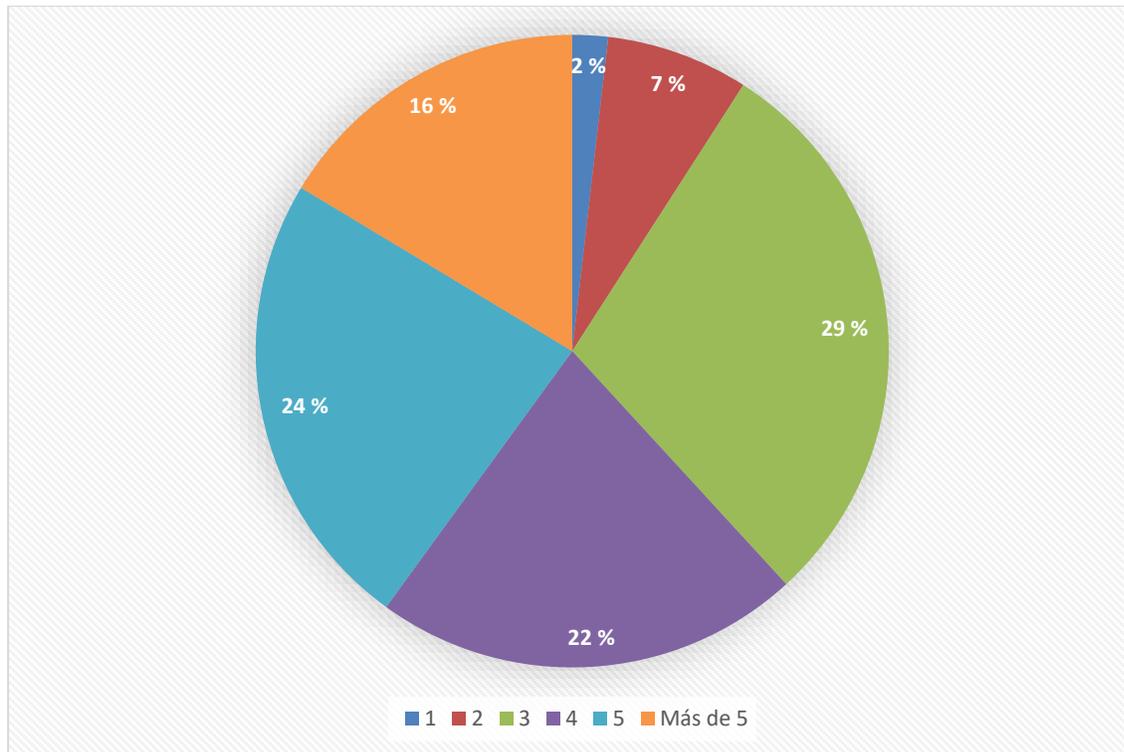
Figura 7. **Escolaridad de la población en estudio**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

La figura 7 muestra que el total de los encuestados cuenta con nivel de escolaridad, pero en su gran mayoría (89 %) se encuentra en el nivel superior, debido a esta característica se puede afirmar que varias de las personas participantes en el estudio conocen ciertos aspectos de la investigación, lo que facilita su comprensión y la confiabilidad de este.

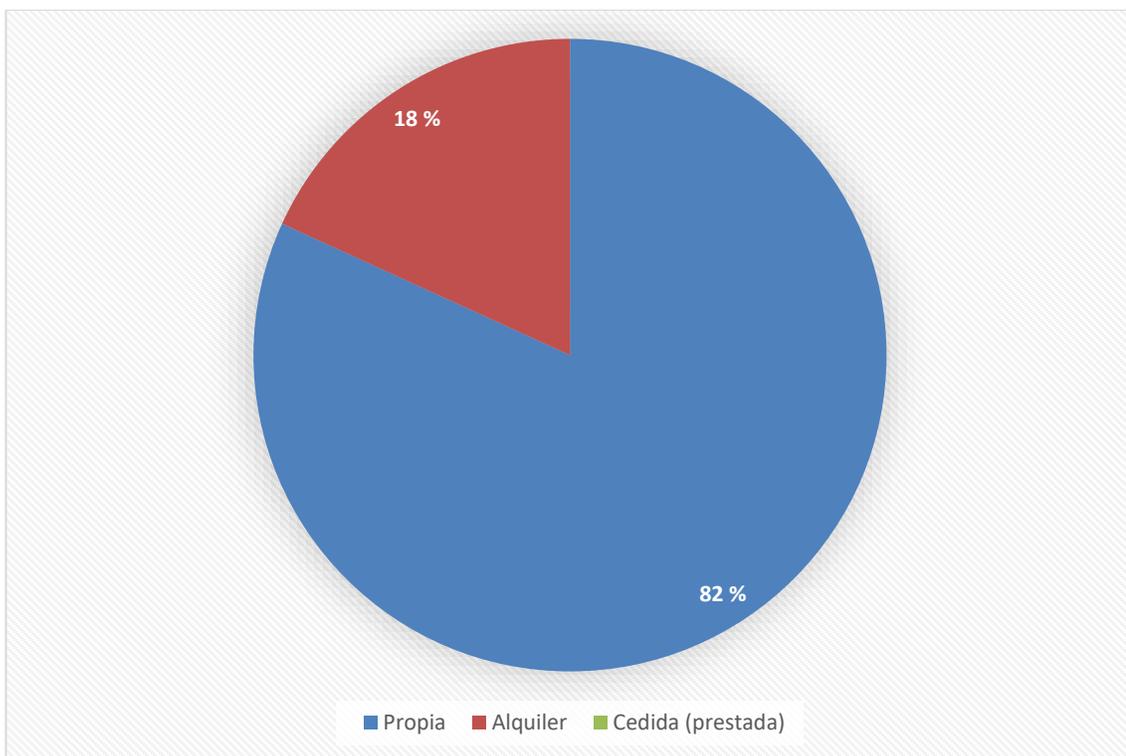
Figura 8. **Cantidad de personas que habitan por vivienda**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

En la figura 8 se representa la cantidad de personas que habitan por vivienda en el casco urbano del municipio de Flores, Petén, solo un 9 % afirma que, entre 1 y 2 personas, el 91 % restante considera que más de 3 personas comparten la casa de habitación.

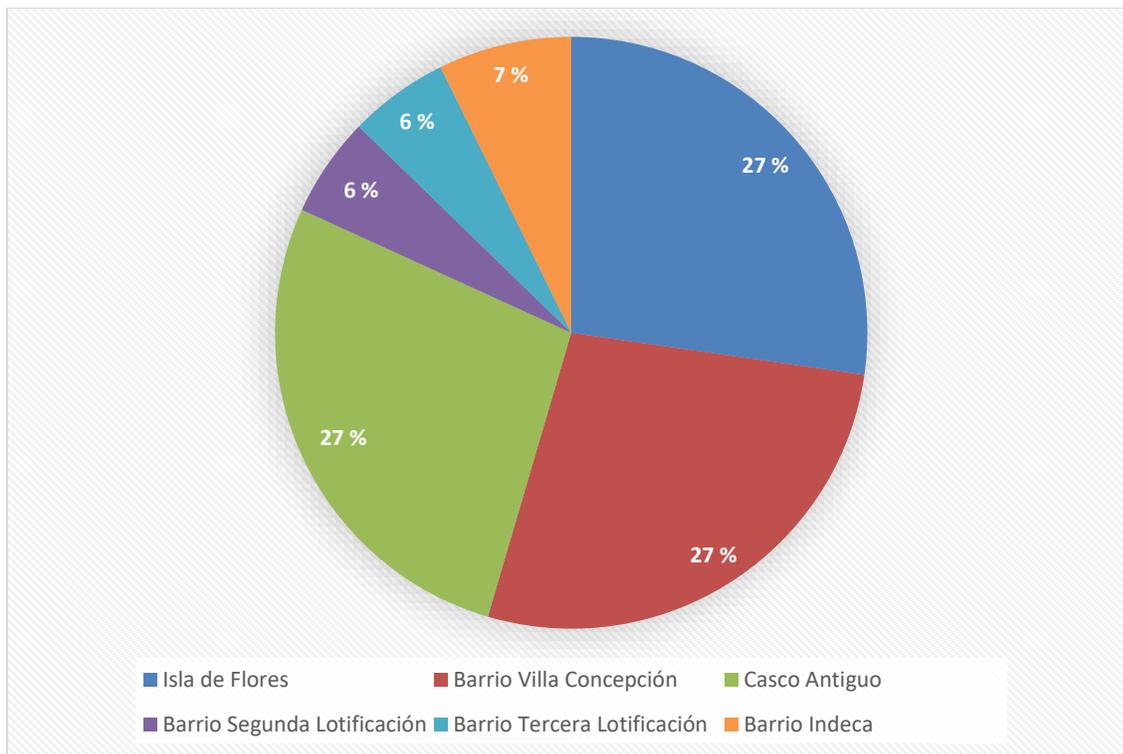
Figura 9. **Condición de ocupación de la vivienda**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

En la figura 9 se muestra la condición de ocupación de la vivienda, el 82 % de la población encuestada afirma que la vivienda es propia y el 18 % restante que es alquilada.

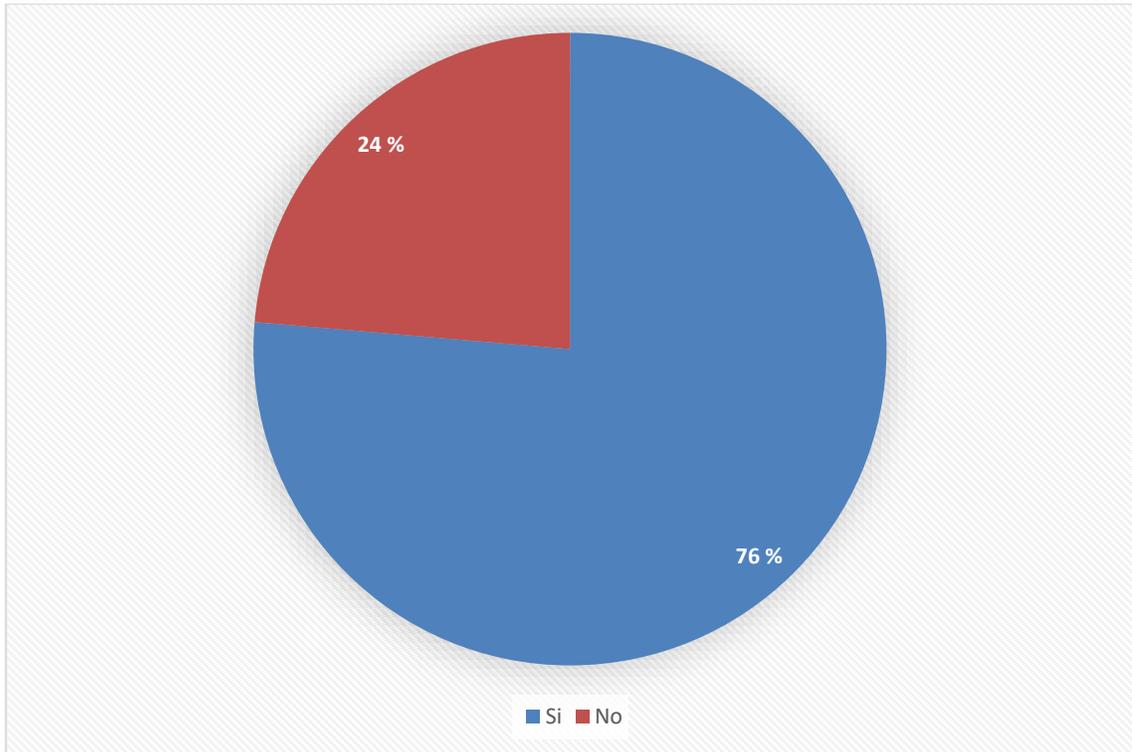
Figura 10. **Sector del casco urbano en donde se encuentra la vivienda**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

De acuerdo con la figura 10, se puede observar que la mayoría de la población se encuentra en tres sectores del casco urbano del municipio, Casco Antiguo, Isla de Flores y Barrio Villa Concepción con un 27 % cada uno y que en total representan el 81 %. Esta característica da una pauta sobre los focos principales de generación y el trazado de rutas de recolección de residuos sólidos.

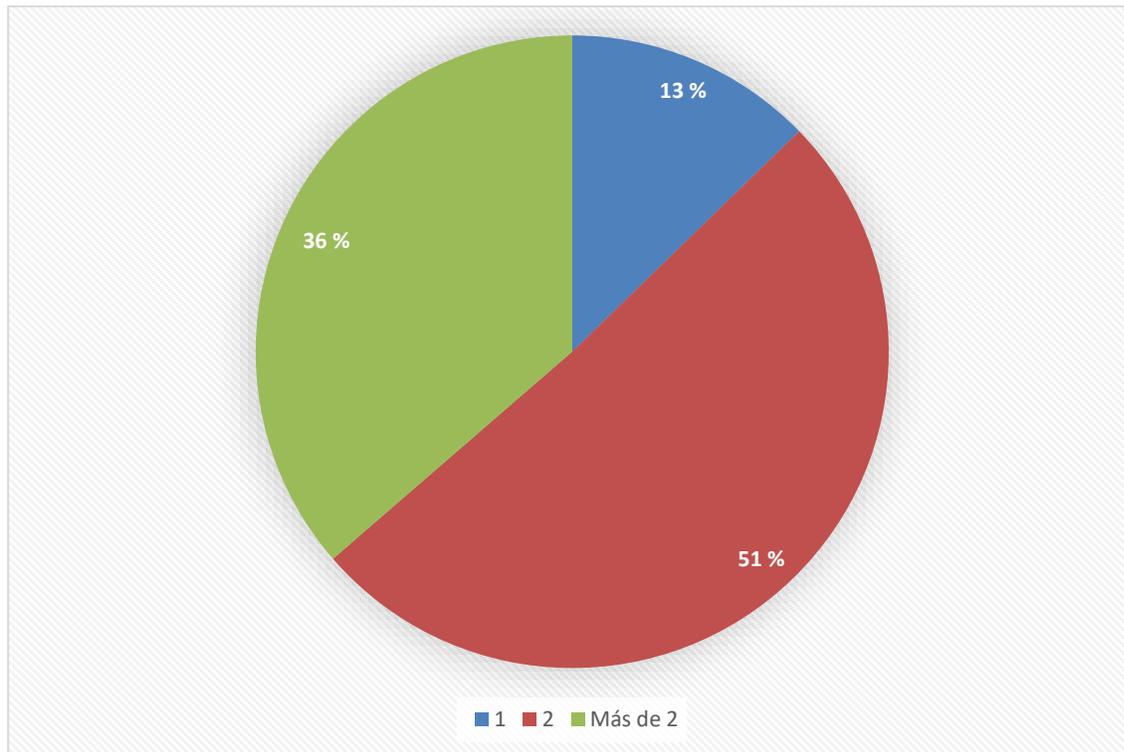
Figura 11. **Situación laboral actual**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

En la figura 11 se puede visualizar que más de $\frac{3}{4}$ de la población encuestada se encuentra laborando y el resto de las personas (24 %), afirma no hacerlo en el momento del estudio.

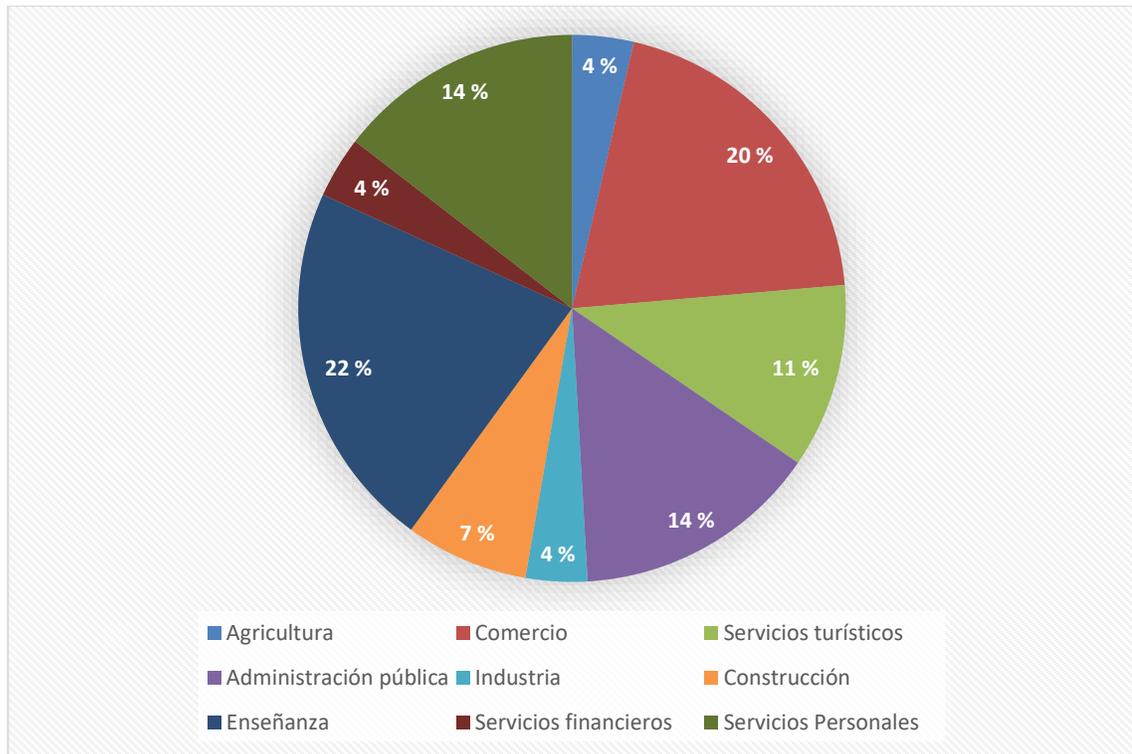
Figura 12. **Cantidad de personas que contribuyen al sostenimiento del núcleo familiar**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

En la figura 12 se muestra que más de la mitad de los encuestados coinciden en que dos personas son las que contribuyen en el sostenimiento del núcleo familiar y un 36 % afirma que más de dos personas lo hacen en su vivienda. Es muy importante conocer este tipo de información, ya que proporciona una pauta para analizar si la población cuenta con recursos económicos suficientes que les permita cubrir un servicio adicional como el que se propone en el estudio.

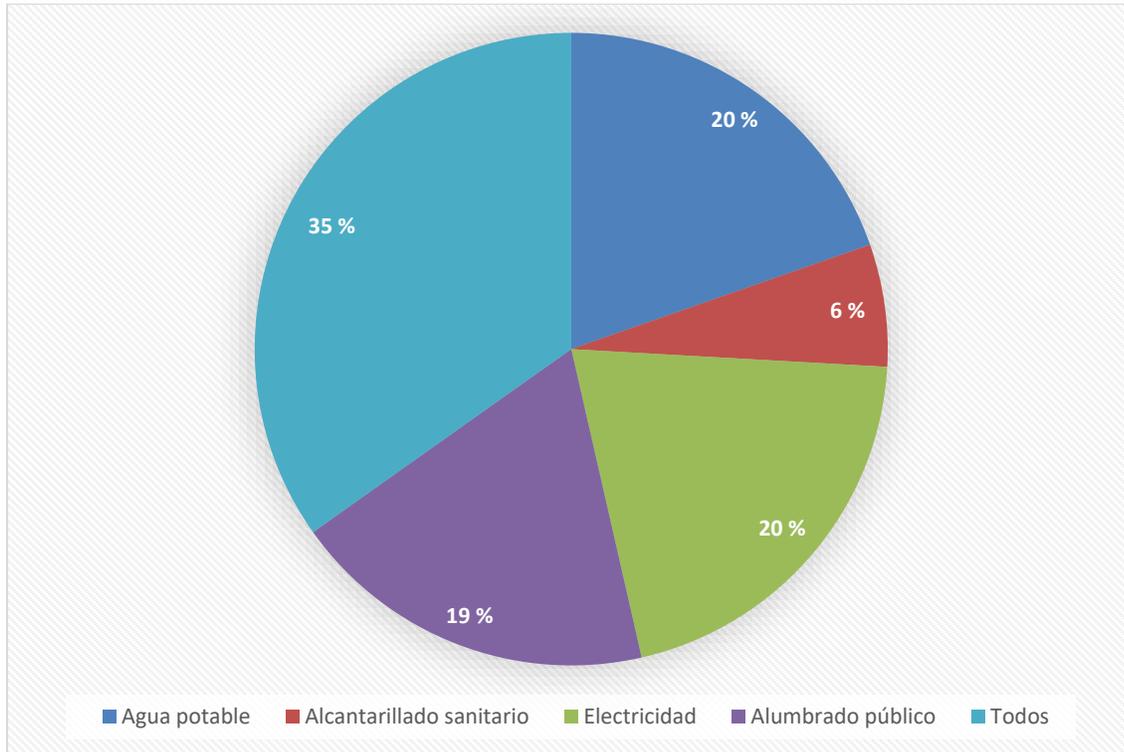
Figura 13. **Actividad económica**



Fuente: Elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

En la figura 13 se puede observar el tipo de actividad económica al que pertenece la población del área en estudio, la enseñanza con 22 % y el comercio con 20 % son las que tienen mayor representatividad, seguidas de los servicios personales 14 %, administración pública 14 % y turismo 11 %. Existe bastante diversificación respecto al tipo de actividad económica en el municipio, pero los sectores turismo, servicios y comercio se han caracterizado por generar la mayor cantidad de fuentes de empleo.

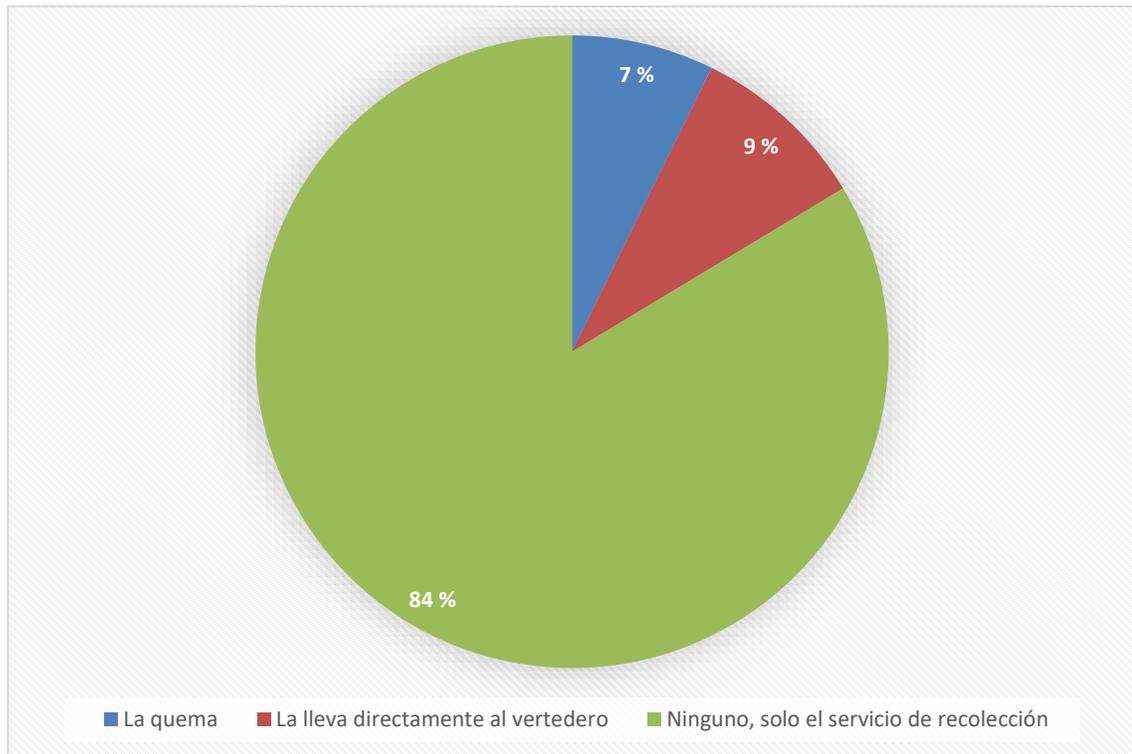
Figura 14. **Otros servicios con los que cuenta la vivienda**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

En la figura 14 se puede ver que la mayoría de las personas encuestadas con 35 % afirman contar aparte del sistema de recolección de residuos sólidos con agua potable, alcantarillado sanitario, electricidad y alumbrado público. Esto puede deberse a la buena cobertura de servicios básicos que existe en el casco urbano del municipio.

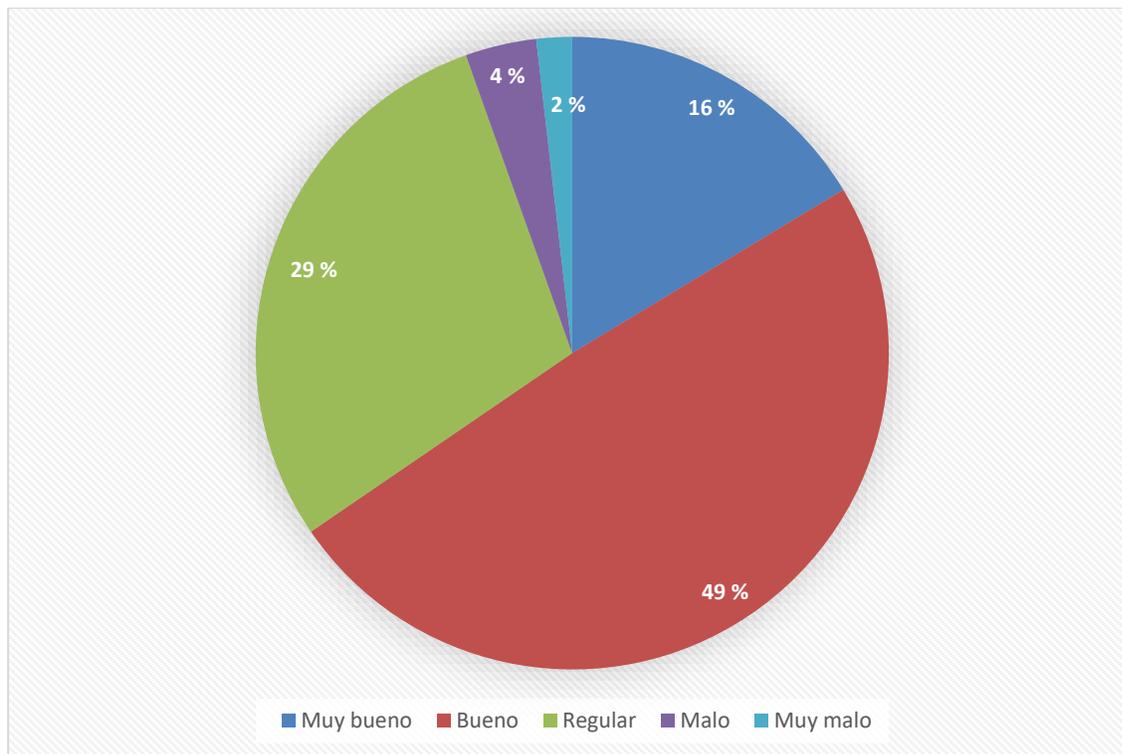
Figura 15. **Otros métodos que se utilizan para eliminar los residuos sólidos de la vivienda**



Fuente: Elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

De acuerdo con la figura 15, la mayoría de las personas encuestadas con 84 % coincide en que sólo utiliza el sistema de recolección para la eliminación de los residuos sólidos de la vivienda, el 9 % afirma que la lleva directamente al vertedero y el 7 % utiliza la mala práctica de quemarla.

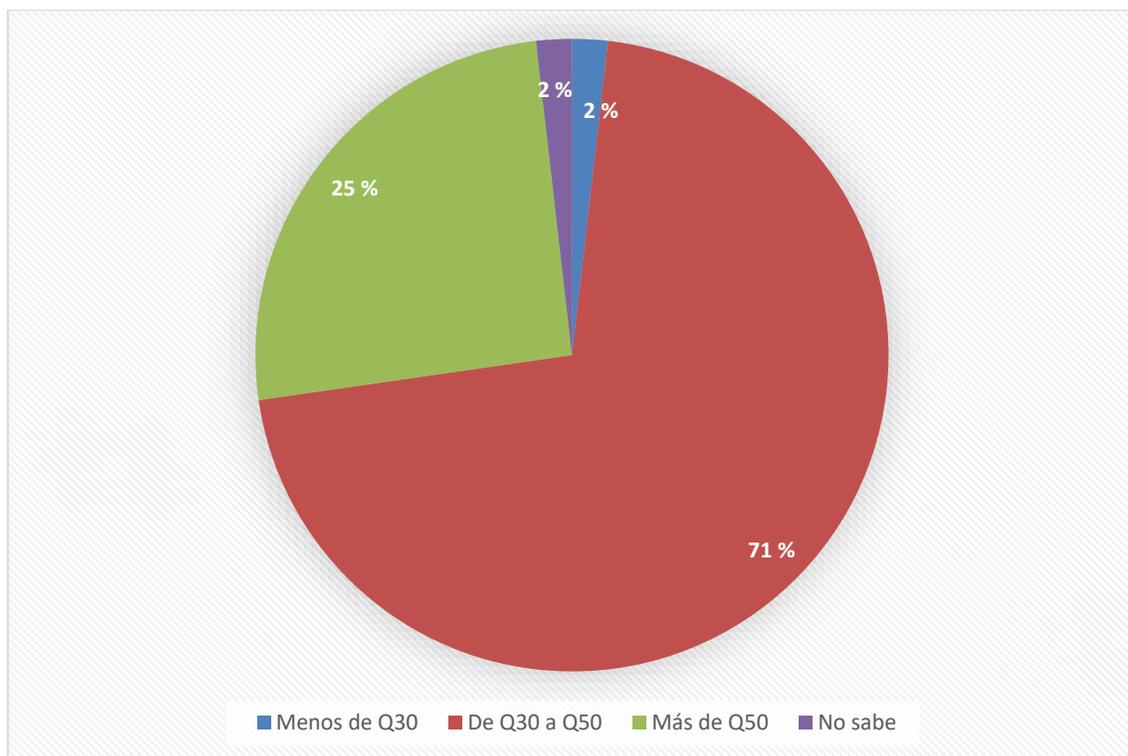
Figura 16. **Calificación del servicio de recolección de residuos**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

En la figura 16 se observa que un 49 % de la población encuestada coincide que el servicio de recolección de residuos sólidos es prestado de buena forma, 29 % considera que es regular, 16 % que es muy bueno, 4 % que es malo y solo 2 % cree que es muy malo.

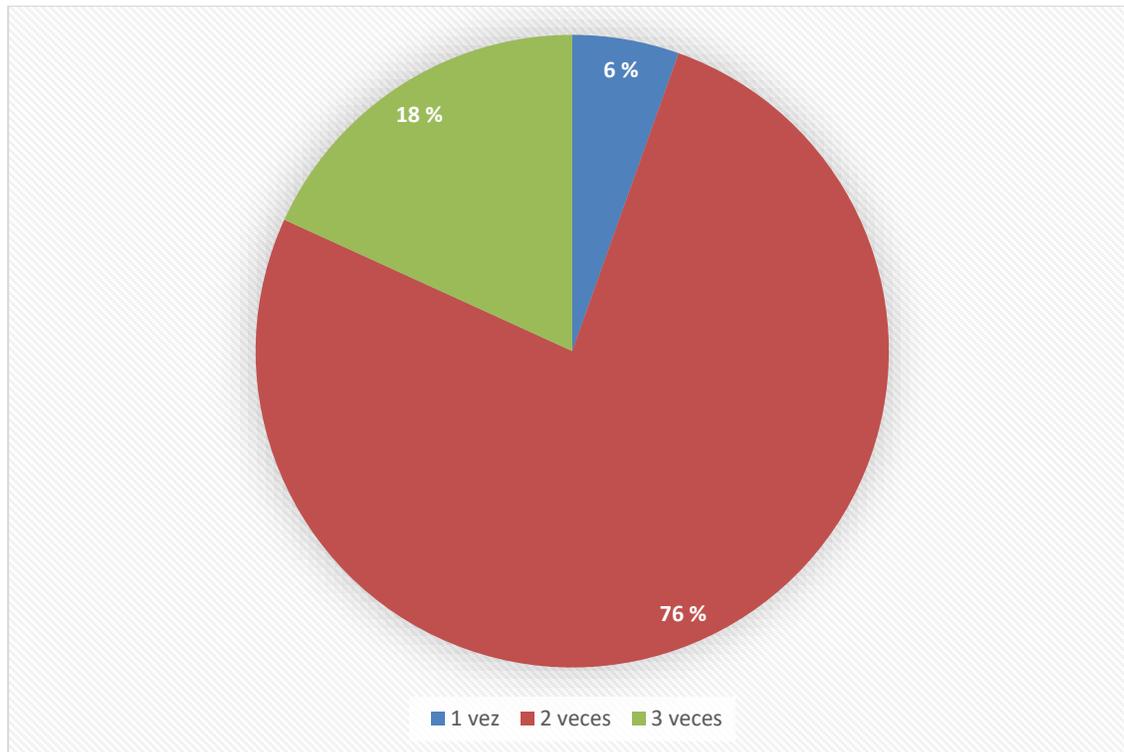
Figura 17. Precio de la tarifa del servicio



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

En la figura 17 se puede visualizar que el 71 % de los encuestados coinciden en que la tarifa que pagan por la prestación del servicio de recolección de residuos sólidos está entre Q. 30.00 y Q. 50.00, el 25 % considera que es mayor a Q. 50.00 y el 2 % expresa no saber.

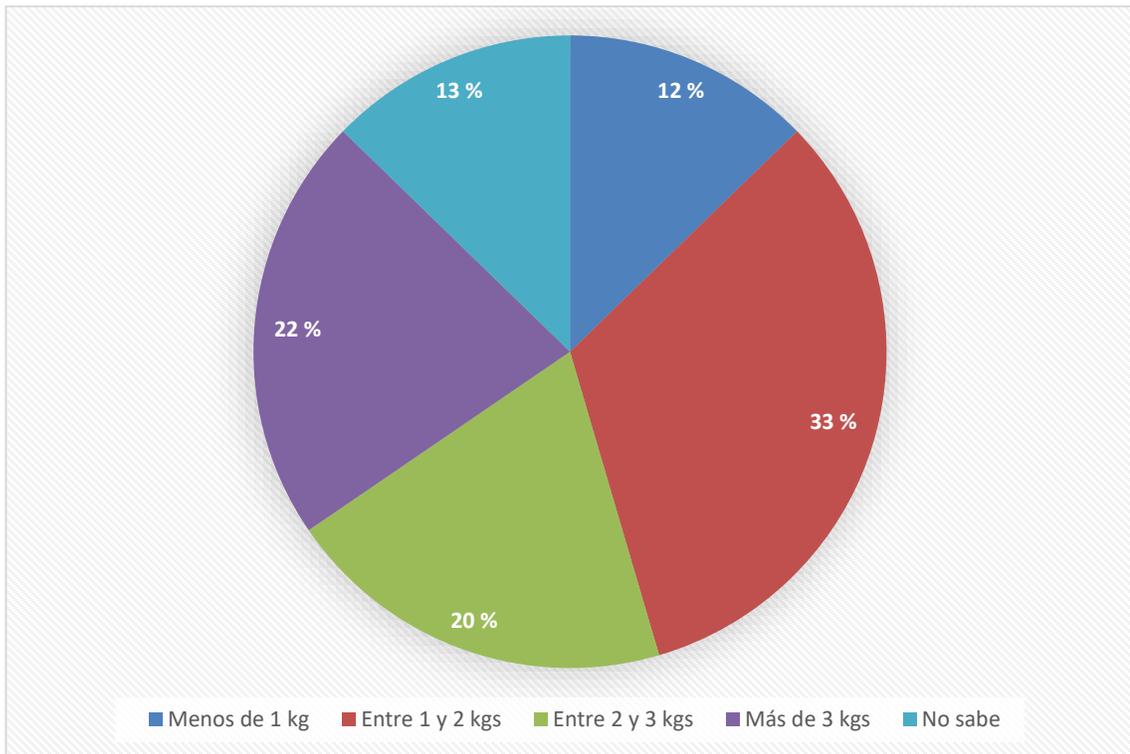
Figura 18. Frecuencia con la que pasa el vehículo recolector



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

En la figura 18 se observa que el 76 % de las personas que participaron en la encuesta afirman que el vehículo recolector de residuos sólidos pasa con una frecuencia de dos veces por semana en las viviendas, el 18 % considera que lo hace tres veces a la semana y solo el 6 % que una vez.

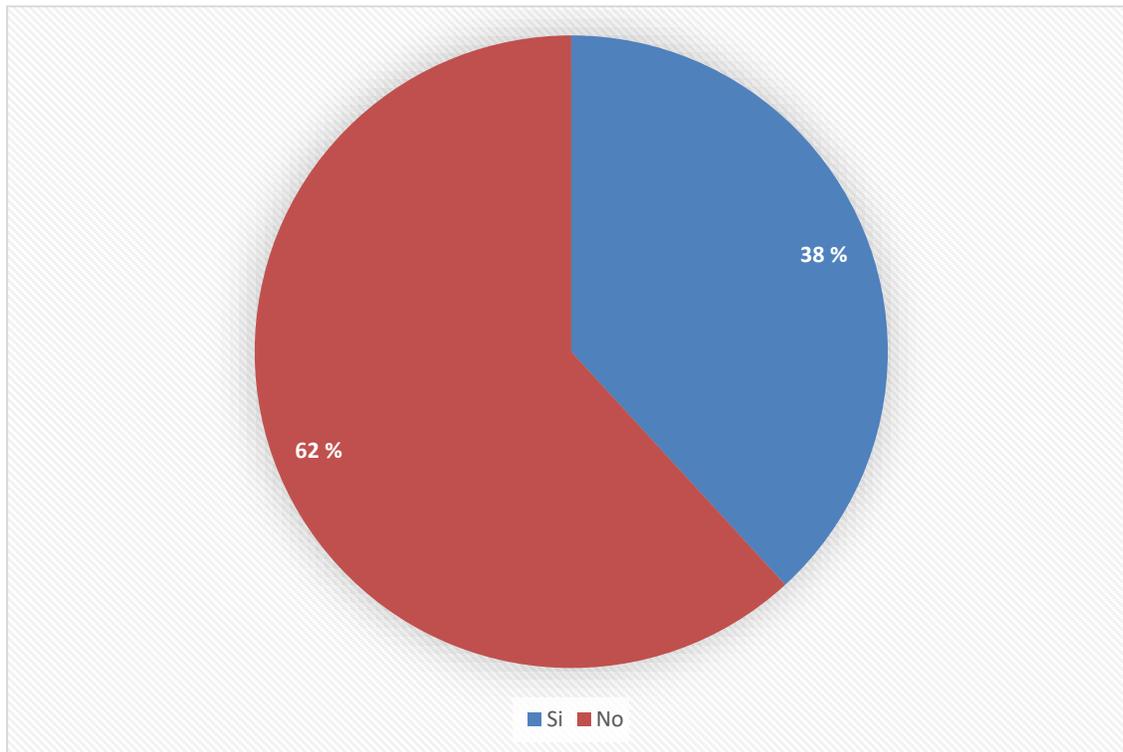
Figura 19. **Cantidad aproximada de residuos sólidos que son generados por vivienda**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

En la figura 19 se puede observar que el 33 % de las personas encuestadas coinciden que la cantidad de residuos sólidos que se generan por día en la vivienda se encuentra entre 1 y 2 kilogramos, 22 % afirma que son más de 3 kilogramos, 20 % que está entre 2 y 3 kilogramos, 12 % que es menor a 1 kilogramo y 13 % desconoce la cantidad.

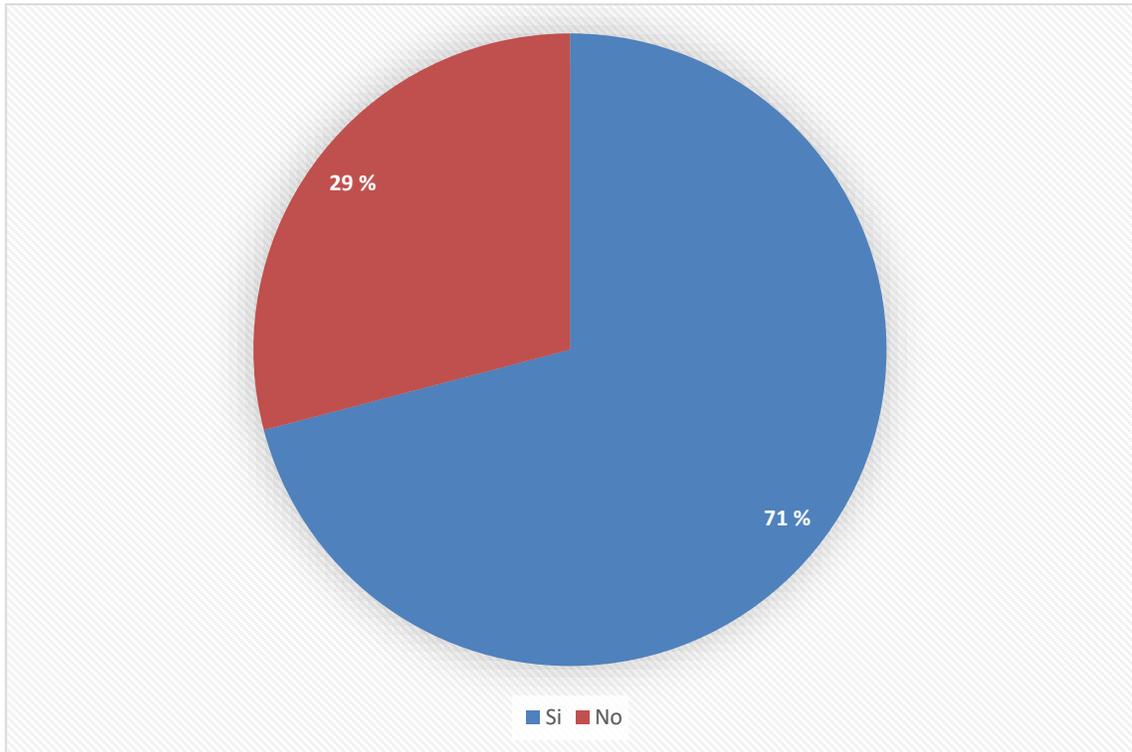
Figura 20. **¿Conoce el procedimiento que realiza la empresa que recolecta los residuos?**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

De acuerdo con la figura 20, el 62 % de la población encuestada desconoce el procedimiento que realiza la empresa encargada de la recolección de los residuos sólidos en el municipio de Flores, Petén, el 38 % afirma conocer el proceso.

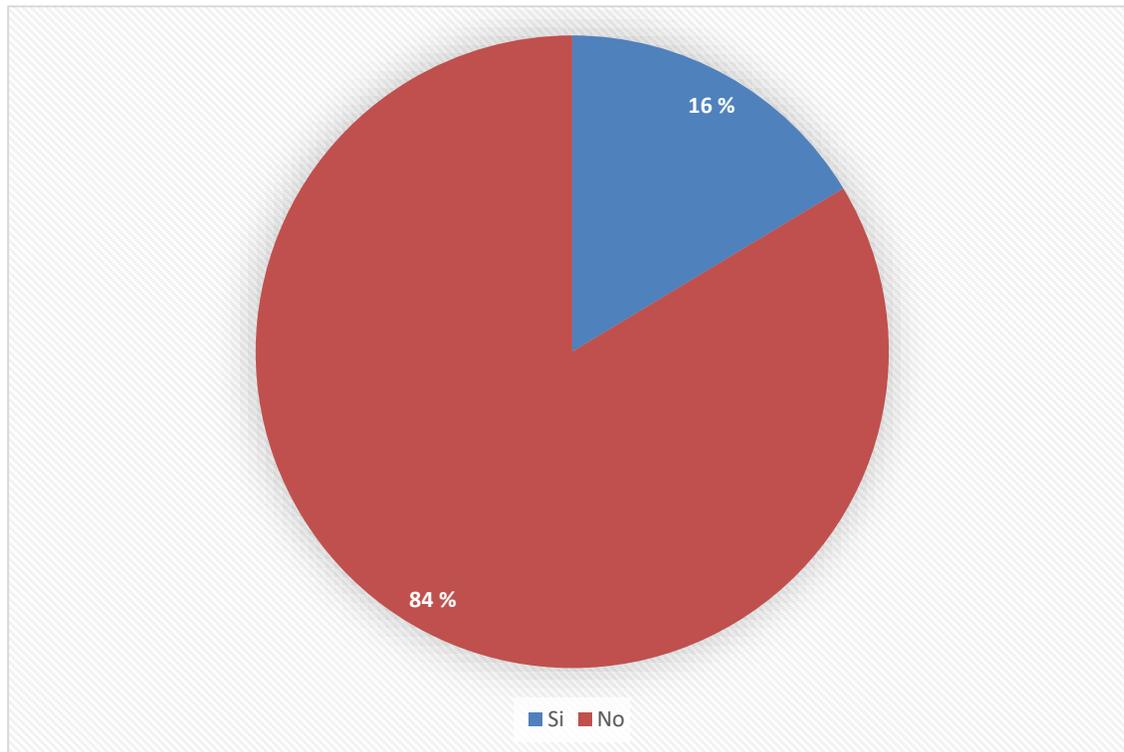
Figura 21. **¿Sabe a qué lugar son llevados los residuos sólidos como punto de disposición final?**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

Según se puede visualizar en la figura 21, el 71 % de las personas participantes en la encuesta afirman conocer a qué lugar son llevados como punto de disposición final los residuos sólidos que son recolectados en las viviendas del casco urbano del municipio, el restante 29 % expresa que desconoce el lugar.

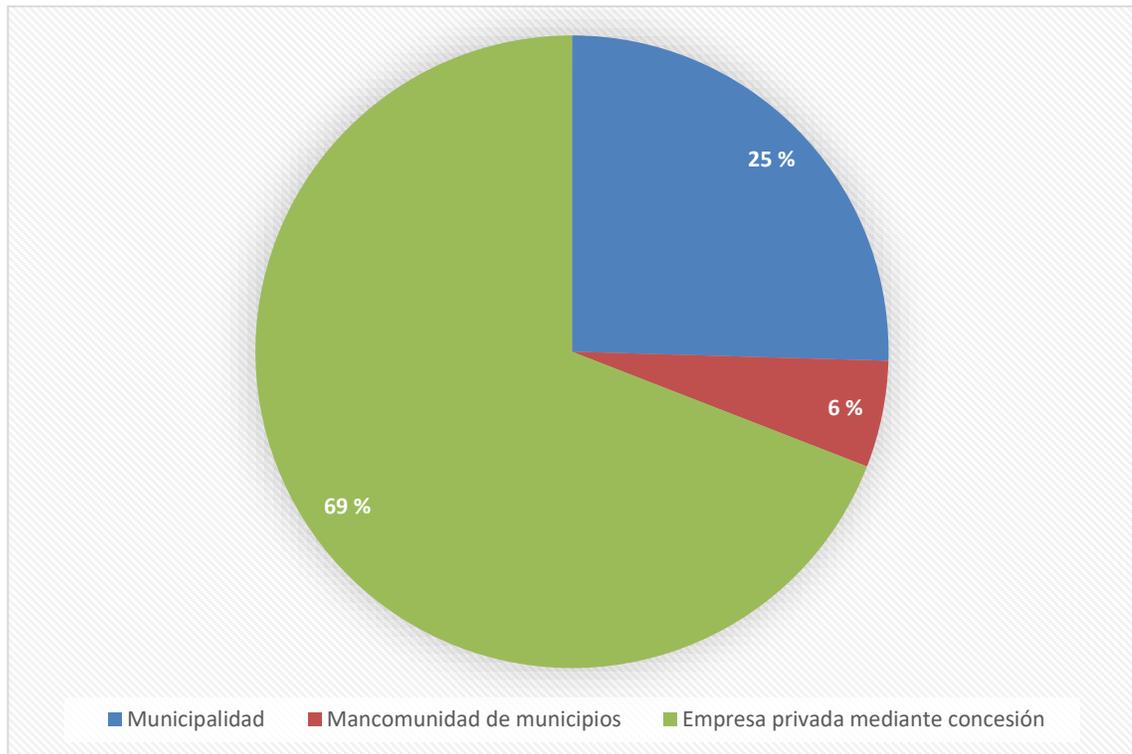
Figura 22. **¿Ha recibido información por parte de la municipalidad sobre el manejo de los residuos sólidos?**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

En la figura 22 se puede observar que el 84 % de la población encuestada manifiesta que no ha recibido información por parte de la municipalidad sobre el adecuado manejo de los residuos sólidos en beneficio del ambiente del municipio, el 16 % considera que si le han proporcionado información.

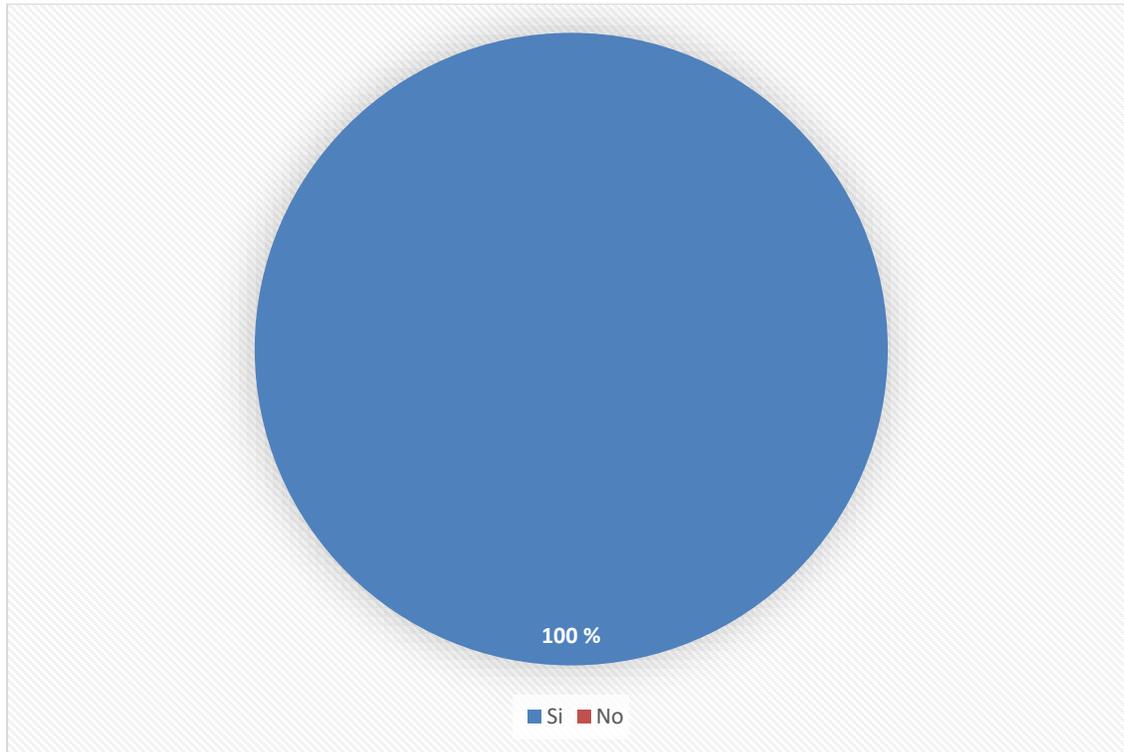
Figura 23. **¿Quién considera que presta el servicio de recolección de residuos sólidos?**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

La figura 23 muestra que el 69 % de los encuestados considera que es una empresa privada mediante concesión la que presta el servicio de recolección de residuos sólidos, el 25 % cree que es la municipalidad la prestadora y el 6 % que es mediante mancomunidad con otros municipios.

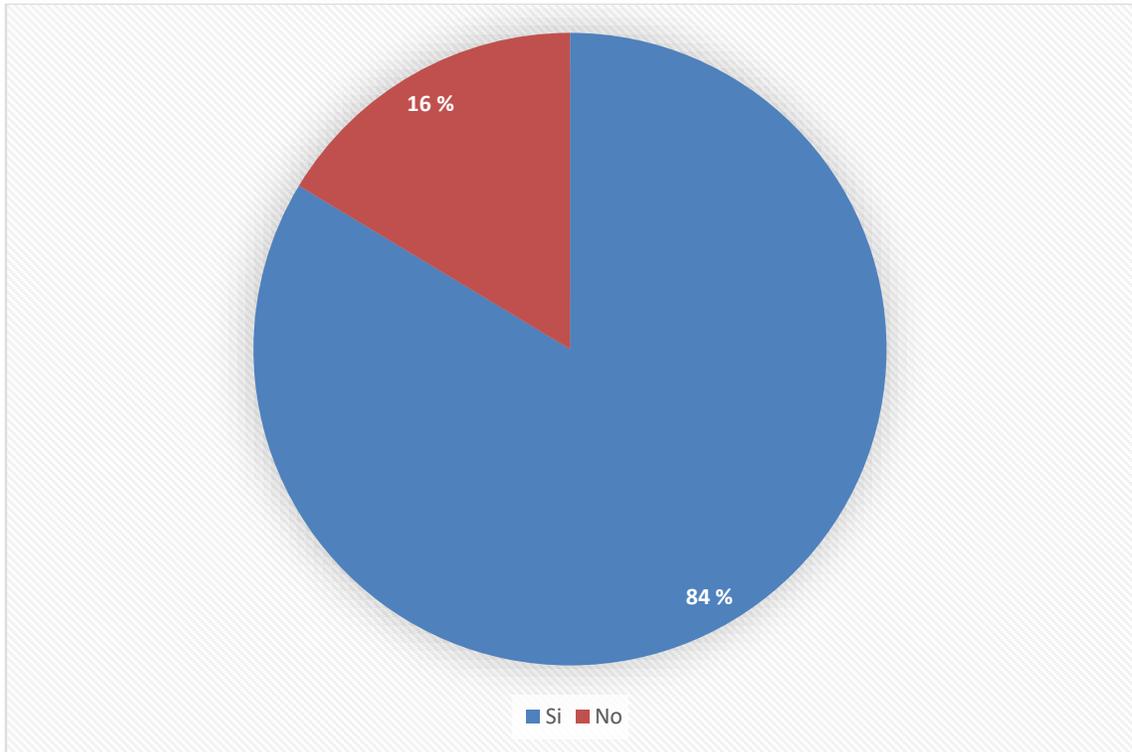
Figura 24. **¿Sabe qué es el reciclaje?**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

En la figura 24 se puede visualizar que todas las personas que participaron en la encuesta afirman saber sobre los procesos de reciclaje, es un aspecto importante y de beneficio para el municipio, debido a que con el acompañamiento adecuado se puede implementar este tipo de actividades en el territorio.

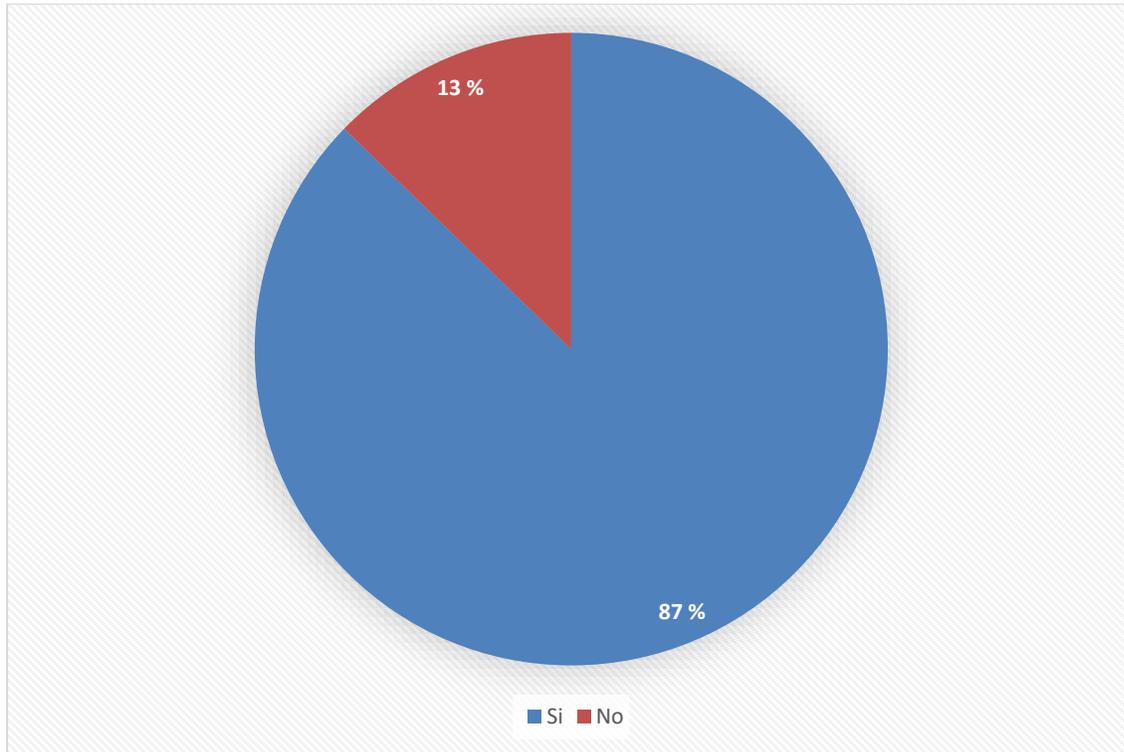
Figura 25. ¿Ha reciclado?



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

De acuerdo con la figura 25, el 84 % de los encuestados afirma que, si ha reciclado por lo menos una vez, el 16 % restante expone que nunca ha realizado procesos de reciclaje.

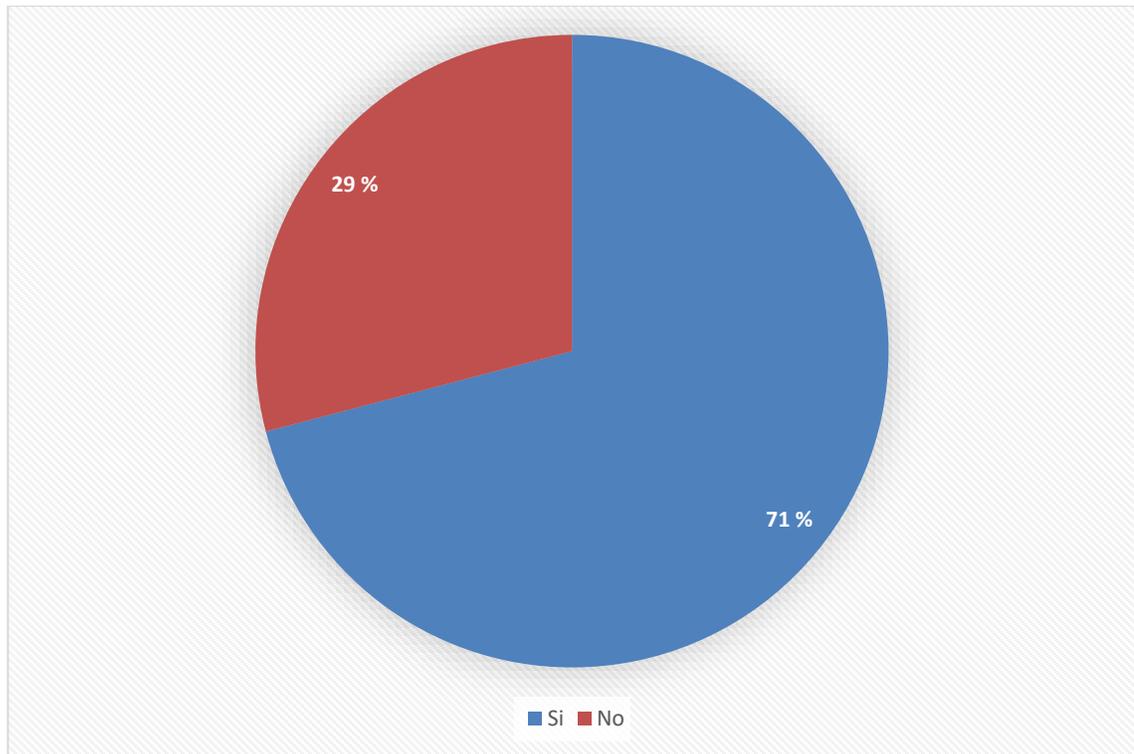
Figura 26. ¿Sabe qué es el compostaje?



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

La figura 26 indica que el 87 % de las personas sabe que es un proceso de compostaje, el 13 % restante expone que no conoce sobre el tema. Debido a que la mayoría de la población se encuentra informada sobre los procesos de compostaje para el tratamiento de los residuos sólidos orgánicos, se considera que es factible su implementación a nivel municipal, ya que se contaría con la colaboración para llevarlo a cabo.

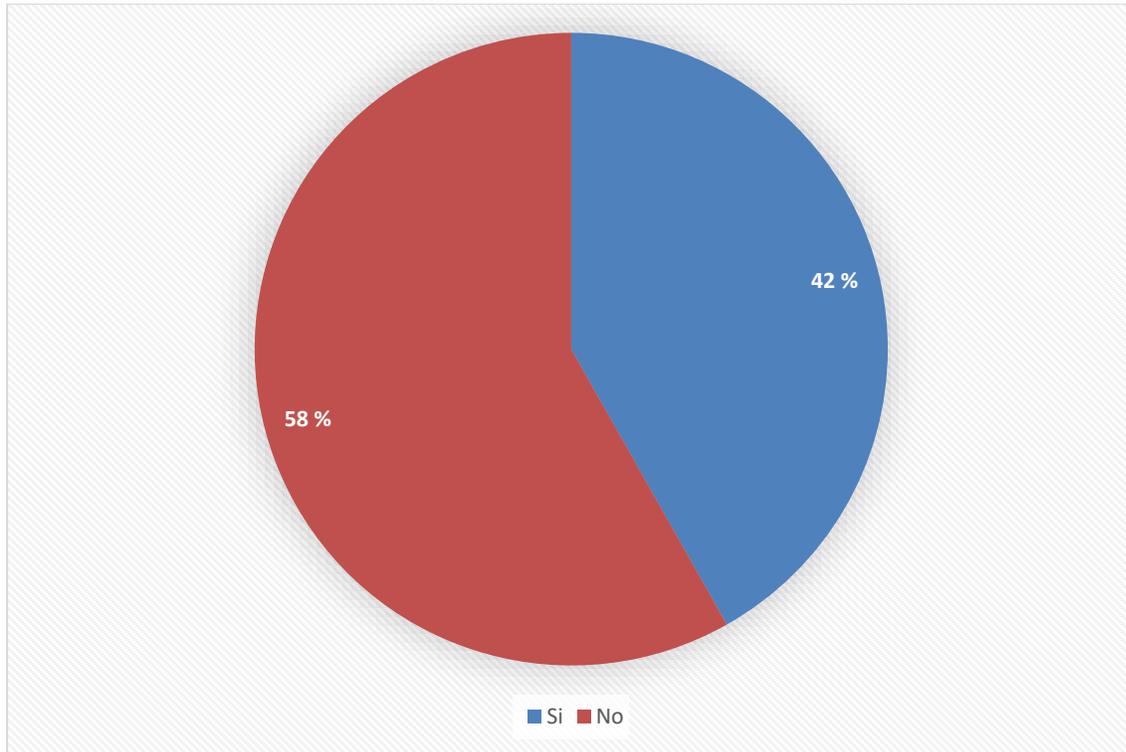
Figura 27. **¿Sabe que es una planta de compostaje?**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

En la figura 27 se puede observar que el 71 % de los participantes de la encuesta afirman saber en qué consiste una planta de compostaje, el 29 % dice no saber sobre el funcionamiento de esta.

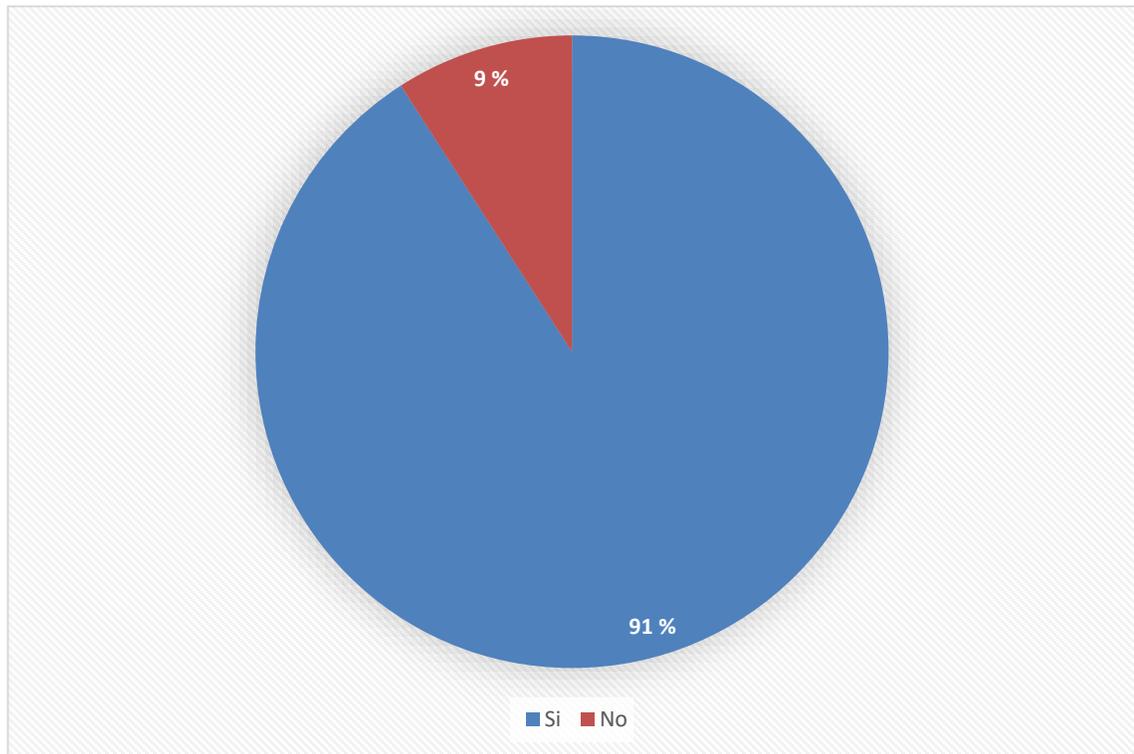
Figura 28. ¿Ha realizado compostaje?



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

La figura 28 indica que el 58 % de la población encuestada nunca ha realizado compostaje, solo el 42 % restante afirma que si lo ha implementado por lo menos una vez.

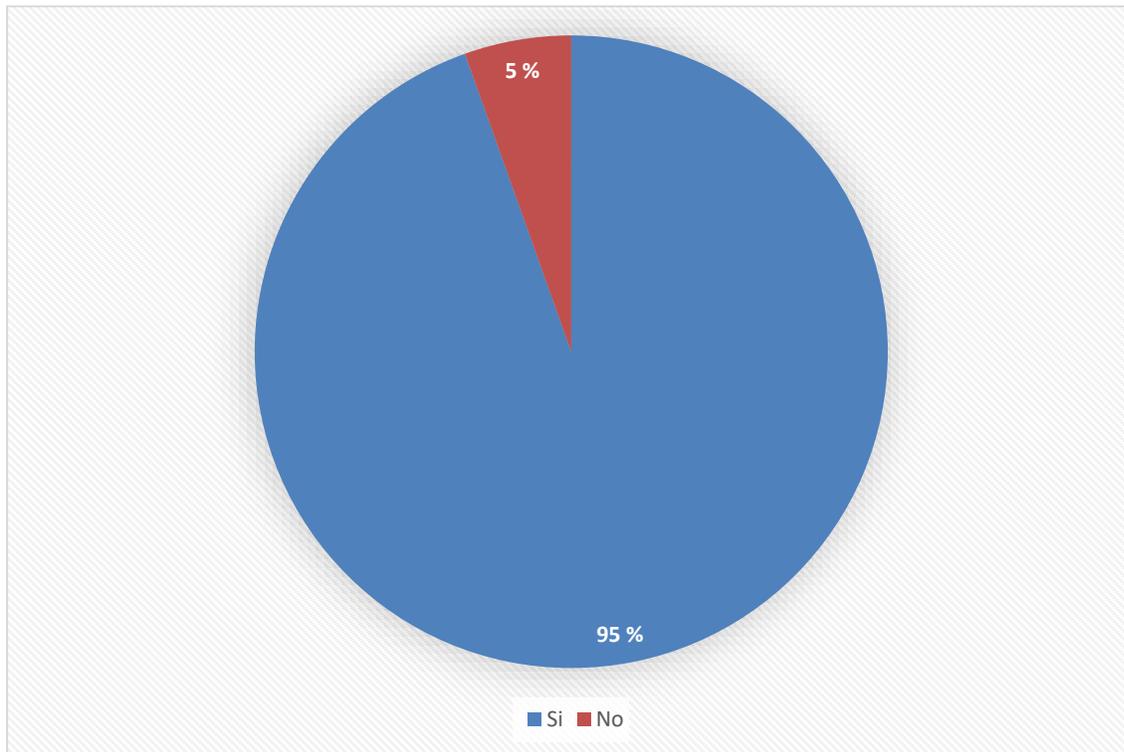
Figura 29. **¿Estaría dispuesto a reaprovechar los residuos sólidos orgánicos en beneficio propio?**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

Como se puede visualizar en la figura 29, el 91 % de la población si está en la disposición de reaprovechar los residuos sólidos orgánicos como materia prima en la creación de nuevos productos para beneficio propio, el 9 % considera no estar de acuerdo.

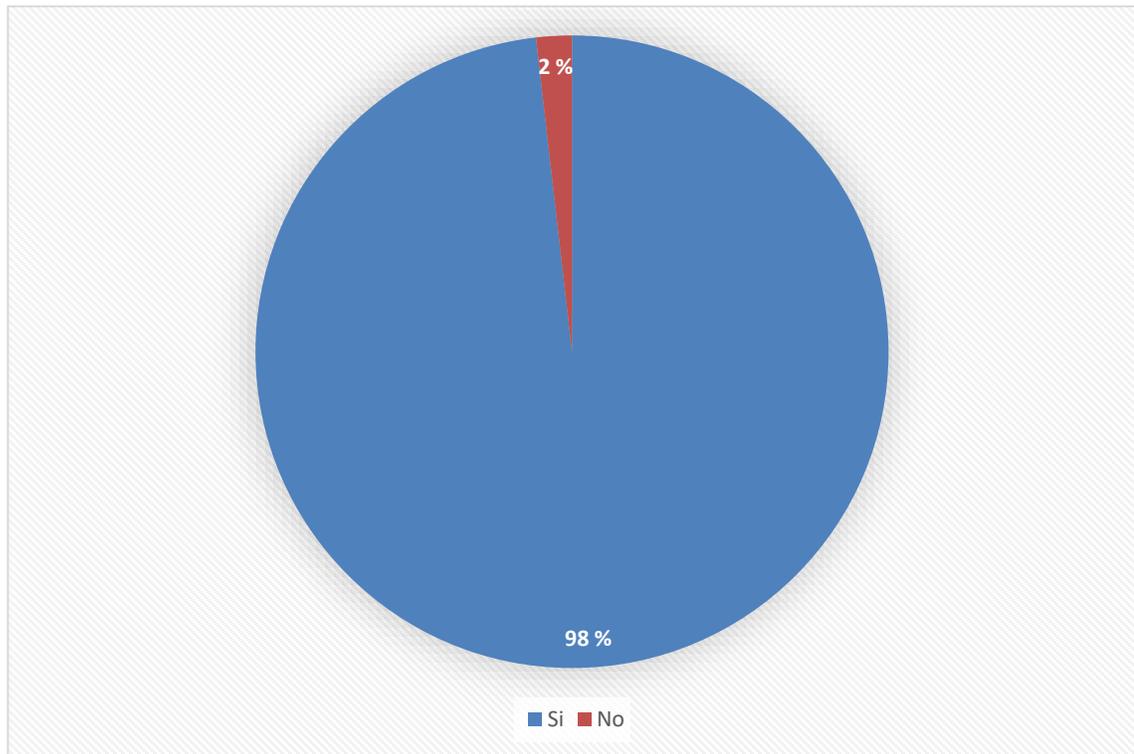
Figura 30. **¿Entregaría los residuos para su procesamiento, si en el municipio existiera una planta de compostaje?**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

De acuerdo con la figura 30, el 95 % de la población encuestada afirma que, si está de acuerdo con entregar los residuos sólidos orgánicos de la vivienda para el procesamiento en una planta de compostaje municipal, el 5 % no está de acuerdo en hacerlo.

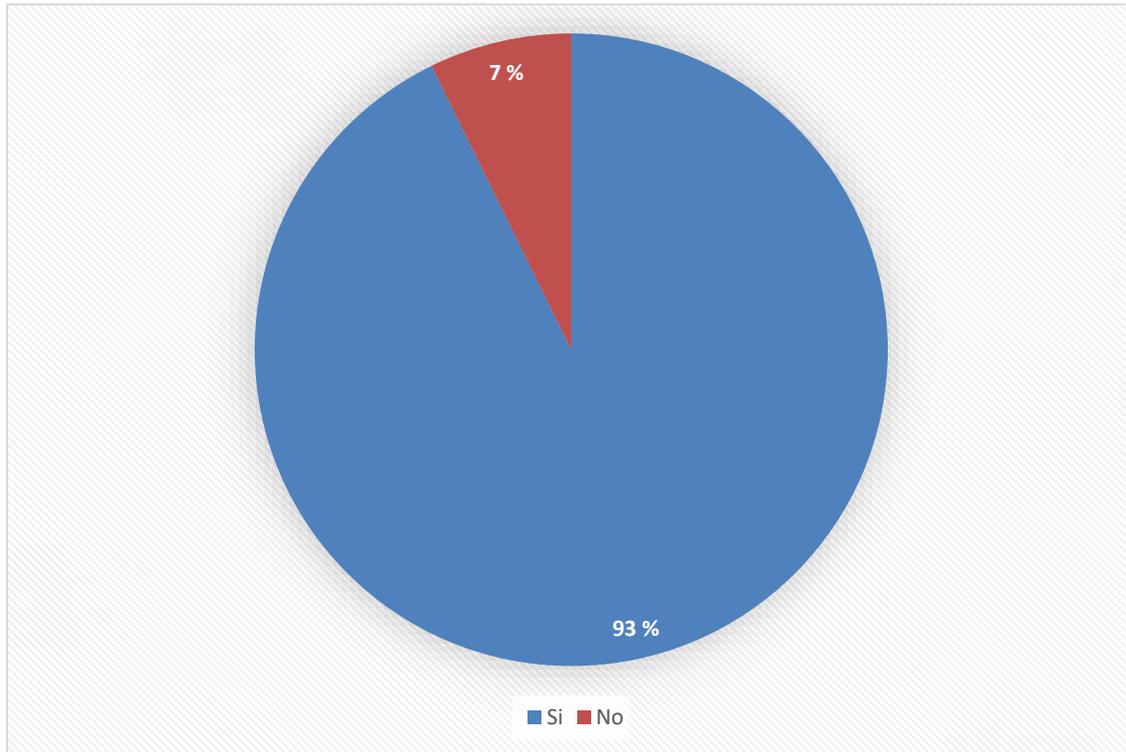
Figura 31. **¿Estaría de acuerdo con la construcción de una planta de compostaje con fondos municipales?**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

En la figura 31 se puede observar que el 98 % de los encuestados coinciden en que, si están de acuerdo con la construcción de una planta de compostaje a través de fondos municipales con la finalidad de mejorar la economía y el ambiente del municipio, el 2 % manifiesta no estar de acuerdo con la implementación de la propuesta.

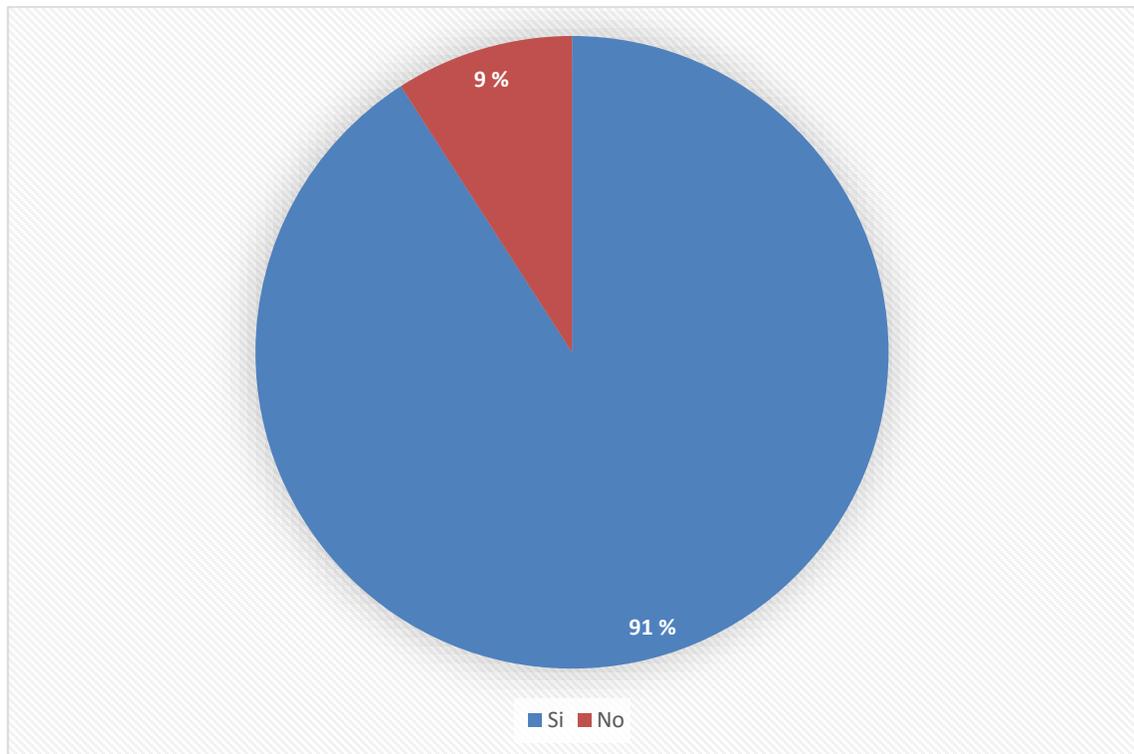
Figura 32. **¿Consumiría los productos resultantes de una planta de compostaje?**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

Según la figura 32, el 93 % de la población estaría en la disposición de consumir los productos resultantes de una planta de compostaje tales como abono y biogás, el 7 % considera no hacerlo.

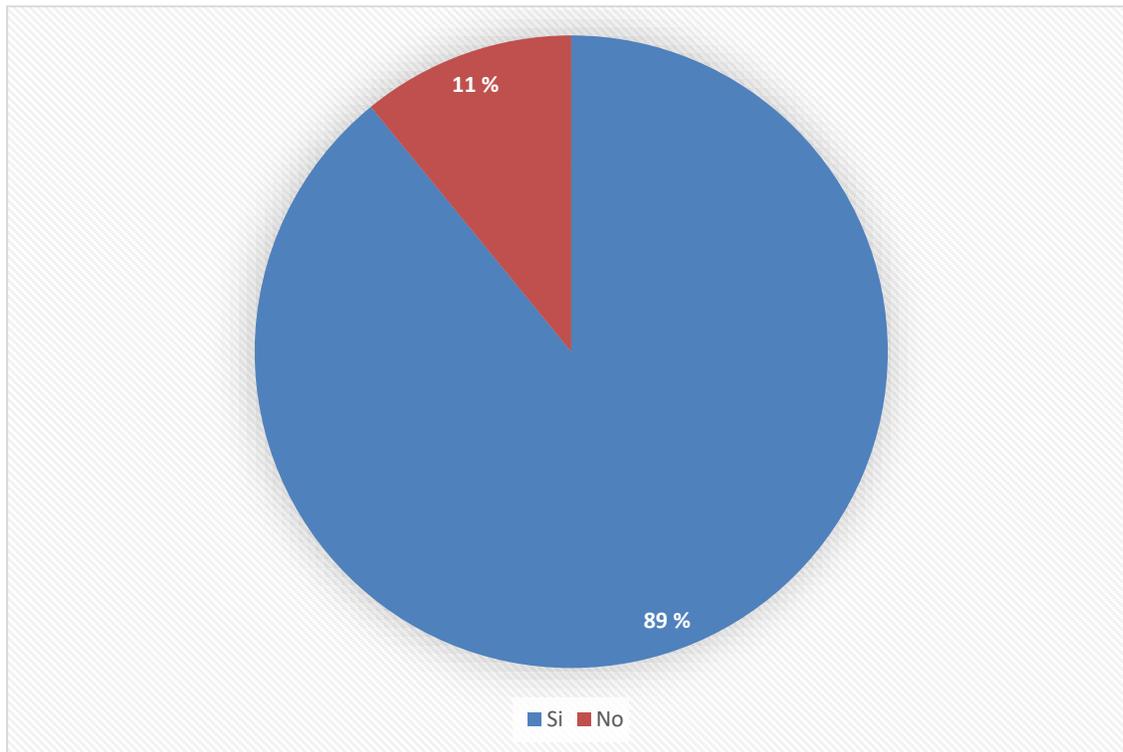
Figura 33. **¿Cree que con la implementación de una planta de compostaje ayudaría a mejorar la situación económica y ambiental?**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

De acuerdo con la figura 33, el 91 % de los encuestados coinciden en que la implementación de una planta de compostaje en el municipio ayudaría a mejorar la situación económica y ambiental, el 9 % considera que no lo haría.

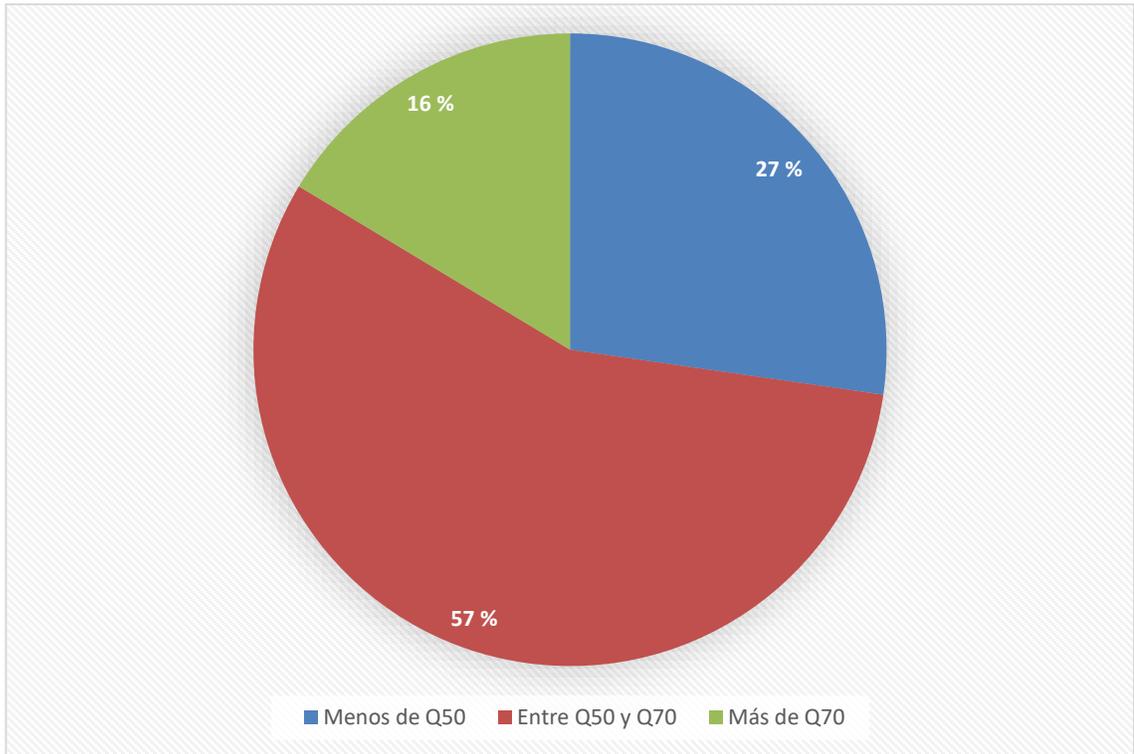
Figura 34. **¿Estaría en la disposición de pagar una cuota extra por un mejor servicio de recolección de residuos sólidos?**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

La figura 34 indica que el 89 % de la población está en la disposición de pagar una cuota extra por un mejor servicio de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos en beneficio del ambiente del municipio, 11 % considera que no está de acuerdo.

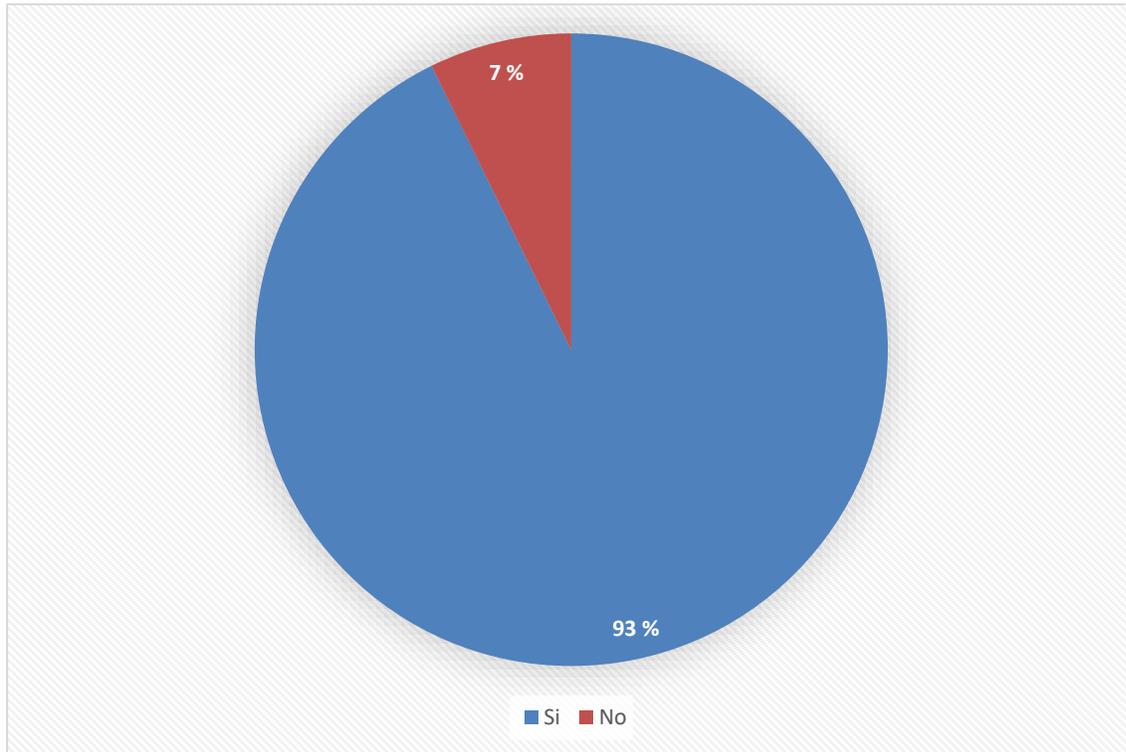
Figura 35. **¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un servicio más completo de recolección de residuos sólidos?**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

En la figura 35 se puede observar que el 57 % de la población considera que entre Q. 50.00 y Q. 70.00 estarían dispuestos a pagar por un mejor servicio de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos, 27 % coincide en pagar menos de Q. 50.00 y 16 % en pagar más de Q. 70.00.

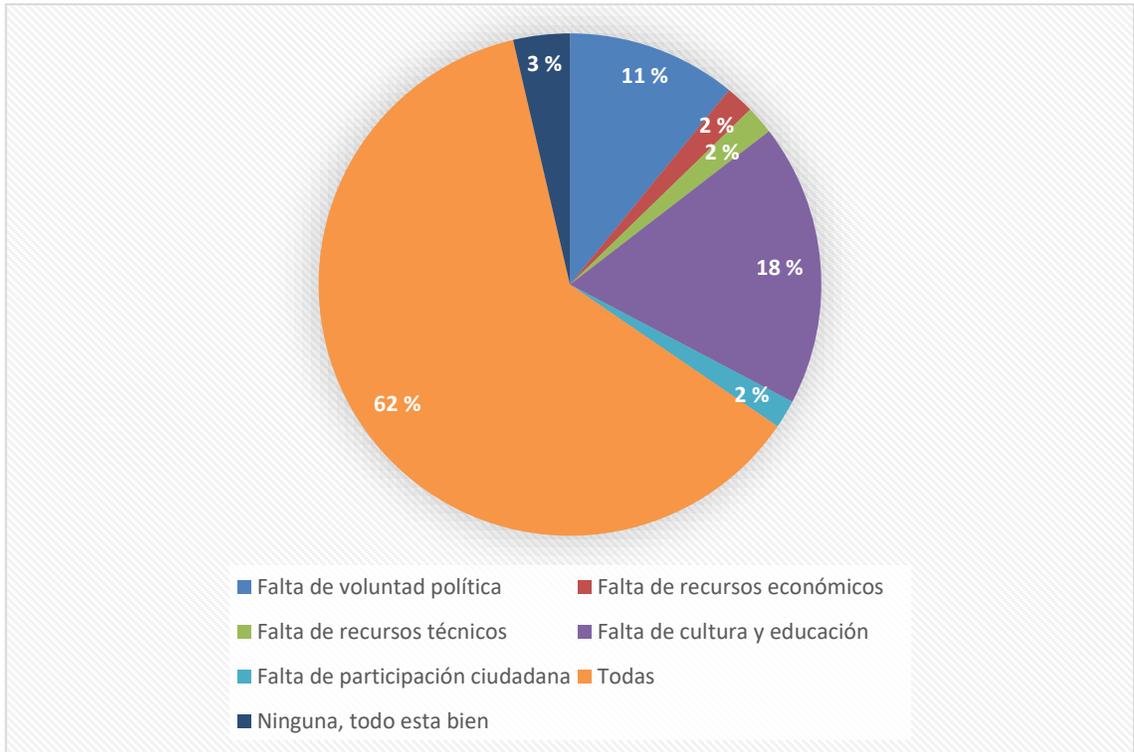
Figura 36. **¿Estaría dispuesto a realizar una preclasificación de los residuos sólidos?**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

De acuerdo con la figura 36, el 93 % de la población encuestada si está en la disposición de realizar una preclasificación domiciliar de los residuos sólidos antes de entregarlos al vehículo recolector a cambio de una reducción en la tarifa del servicio, el 7 % manifiesta no estar dispuesto.

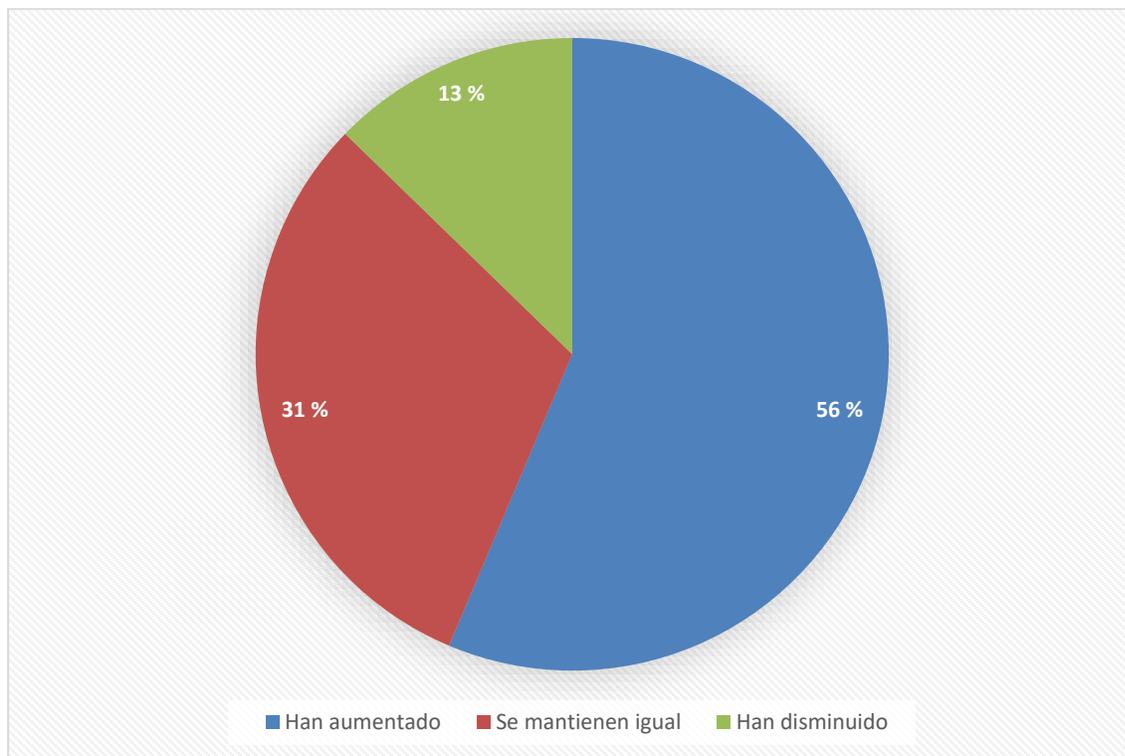
Figura 37. **¿Cuál cree que es la causa principal por la que no se da un adecuado manejo de los residuos sólidos?**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

Según la figura 37, el 62 % de los encuestados considera que todas las causas (falta de voluntad política, falta de recursos técnicos, falta de recursos económicos, falta de cultura y educación y falta de participación ciudadana) son las responsables de que no se dé un adecuado manejo de los residuos sólidos en el municipio, el 3 % considera que todo se maneja adecuadamente.

Figura 38. **Según lo que ha podido observar, ¿Cómo cree que ha afectado la pandemia del Covid-19 en la generación de residuos?**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

En la figura 38 se puede observar que el 56 % de los encuestados consideran que la generación de los residuos sólidos ha aumentado durante la pandemia del Covid-19, 31 % piensa que se mantiene igual y el 13 % cree que han disminuido.

8. ANÁLISIS FINANCIERO

En este capítulo se realiza el análisis de los costos y finanzas para la implementación del proyecto de la planta de compostaje en el municipio de Flores, Petén. Es importante determinar aspectos como los costos del estudio, costos de infraestructura, de operación y de mantenimiento ya que en función del número de usuarios, nos dará una pauta para determinar la tarifa del servicio y si es económicamente viable o no su realización.

8.1. Costo del estudio

Los costos para elaboración del estudio se determinan al integrar cada uno de los renglones que se destinan para el trabajo de campo y gabinete. Es un aspecto muy importante de evaluar, ya que permite estimar que tan factible es el desarrollo del estudio y da una pauta de los fondos mínimos con los que se debe contar para el desarrollo de la investigación.

Tabla IV. **Costos del estudio**

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Ingeniero	Mes	6	Q. 7,000.00	Q. 42,000.00
Auxiliar 1	Mes	4	Q. 3,000.00	Q. 12,000.00
Auxiliar 2	Mes	3	Q. 3,000.00	Q. 9,000.00
Viáticos	Día	60	Q. 100.00	Q. 6,000.00
Vehículo	Mes	6	Q. 1,000.00	Q. 6,000.00
Combustible	Galón	120	Q. 20.00	Q. 2,400.00
Oficina	Mes	6	Q. 700.00	Q. 4,200.00
Equipo de computo	Global	1	Q. 2,000.00	Q. 2,000.00
Papelería	Global	1	Q. 1,000.00	Q. 1,000.00
TOTAL				Q. 84,600.00

Fuente: elaboración propia.

En la tabla IV se puede observar los costos para la elaboración del estudio. Se tiene previsto trabajar durante 6 meses en la formulación del proyecto, el cual incluye la caracterización, estudio técnico y financiero, se utilizará: 1 ingeniero, 2 auxiliares, 1 vehículo tipo pick up, combustibles, lubricantes, viáticos, equipo de cómputo, artículos de oficina y el alquiler de una oficina.

Tabla V. **Costos de infraestructura del proyecto**

Reglón	Unidad	Cantidad	Unitario	Total
Limpieza y destronque	m ²	10,000	Q. 3.50	Q. 35,000.00
Levantamiento topográfico	m ²	10,000	Q. 4.00	Q. 40,000.00
Trazo	m ²	10,000	Q. 2.00	Q. 20,000.00
Concreto 3000 psi	m ³	60	Q. 1,200.00	Q. 72,000.00
Concreto 4000 psi	m ³	25	Q. 1,400.00	Q. 77,000.00
Cerca perimetral	m ²	800	Q. 100.00	Q. 80,000.00
Levantado	m ²	300	Q. 280.00	Q. 84,000.00
Cubierta	m ²	200	Q. 100.00	Q. 20,000.00
Instalaciones	Global	1	Q. 50,000.00	Q. 50,000.00
Báscula	U	1	Q. 120,000.00	Q. 120,000.00
Terreno	m ²	10,000	Q. 100.00	Q. 1,000,000.00
			TOTAL:	Q. 1,598,000.00

Fuente: elaboración propia.

En la tabla V se visualiza la integración de costos para la implementación de la planta de compostaje en el municipio de Flores, Petén, sólo se incluyen costos de infraestructura, no así gastos de funcionamiento y mantenimiento. Es necesario estipular una cuota para cubrir los costos de operación, mantenimiento y ampliación para que el proyecto sea autofinanciable.

8.2. Presupuesto de mejora

El presupuesto de mejora se consigue al reducir ciertos renglones de los costos de infraestructura del proyecto, se hace una minuciosa revisión de los recursos con los que cuenta la entidad y que puedan ser aprovechados en el proyecto, reduciendo al mínimo los gastos para su implementación.

Tabla VI. Presupuesto de mejora

Renglón	Unidad	Cantidad	Unitario	Total
Limpieza y destronque	m ²	10,000	Q. 3.50	Q. 35,000.00
Levantamiento topográfico	m ²	10,000	Q. 4.00	Q. 40,000.00
Trazo	m ²	10,000	Q. 2.00	Q. 20,000.00
Concreto 3000 psi	m ³	60	Q. 1,200.00	Q. 72,000.00
Concreto 4000 psi	m ³	25	Q. 1,400.00	Q. 77,000.00
Cerca perimetral	m ²	800	Q. 100.00	Q. 80,000.00
Levantado	m ²	300	Q. 280.00	Q. 84,000.00
Cubierta	m ²	200	Q. 100.00	Q. 20,000.00
Instalaciones	Global	1	Q. 50,000.00	Q. 50,000.00
Báscula	U	1	Q. 120,000.00	Q. 120,000.00
TOTAL:				Q. 598,000.00

Fuente: elaboración propia.

Para mejorar el presupuesto de implementación del proyecto, será necesario adecuar la planta de compostaje dentro del vertedero municipal con la finalidad de reducir costos tanto del transporte de los materiales a compostar como de la compra del bien inmueble. Se puede observar en la tabla VI que, al reducir los gastos en la adquisición del terreno, el presupuesto para la implementación de la planta de compostaje se reduce en Q. 1,000,000.00, se mejora sustancialmente respecto al costo inicial estipulado en Q. 1,598,000.00, el cual queda en Q. 598,000.00.

Dentro de los criterios por los que se determinó que el terreno adecuado para la construcción de la planta de compostaje es el que se encuentra ubicado dentro del vertedero municipal se tienen:

- Minimizar los impactos de lixiviados sobre el entorno natural derivado de su ubicación y que se encuentren alejados de ríos, zonas inundables y zonas de niveles freáticos muy superficiales.
- Es recomendable que las instalaciones de compostaje se encuentren alejadas de núcleos habitados por las posibles molestias derivadas de malos olores.
- Minimizar el impacto vial producido por el tráfico excesivo de los camiones recolectores.
- La proximidad de las redes de suministro de agua, electricidad y alcantarillado sanitario.
- Que la topografía del terreno es plana, por lo que no se tendría que invertir gran cantidad de recursos y tiempo para la preparación del área e inicio de la fase constructiva de las instalaciones.

8.3. Análisis financiero

Para realizar el análisis financiero del proyecto, es necesario conocer los costos de operación y mantenimiento, así como la cantidad aproximada de usuarios que contará con el servicio, ya que de esta manera se podrá calcular la cuota justa por la prestación.

Tabla VII. **Costos mensuales de operación del proyecto**

Renglón	Tipo	Unidad	Cantidad	Unitario	Total
Mano de obra					
	Piloto camión	Mes	3	Q. 4,500.00	Q. 13,500.00
	Ayudante camión	Mes	10	Q. 3,000.00	Q. 30,000.00
	Encargado Planta	Mes	1	Q. 8,000.00	Q. 8,000.00
	Supervisor planta	Mes	1	Q. 6,000.00	Q. 6,000.00
	Operador retroexcavadora	Mes	1	Q. 5,000.00	Q. 5,000.00
	Ayudante planta	Mes	12	Q. 3,000.00	Q. 36,000.00
	Empacador	Mes	3	Q. 3,500.00	Q. 10,500.00
	Control de calidad	Mes	1	Q. 4,000.00	Q. 4,000.00
	Cobrador	Mes	3	Q. 4,000.00	Q. 12,000.00
	Secretaria	Mes	1	Q. 3,500.00	Q. 3,500.00
	Contador	Mes	1	Q. 4,000.00	Q. 4,000.00
				Sub total	Q132,500.00
Maquinaria y equipo					
	Camión	Mes	3	Q. 12,000.00	Q. 36,000.00
	Retroexcavadora	Mes	1	Q. 9,000.00	Q. 9,000.00
	Montacargas	Mes	1	Q. 8,000.00	Q. 8,000.00
	Pick up	Mes	2	Q. 4,000.00	Q. 8,000.00
				Sub total	Q. 61,000.00
Suministros y lubricantes					
	10 % de maquinaria	U	0.1	Q. 61,000.00	Q. 6,100.00
				Sub total	Q. 6,100.00
Herramienta	5 % de M.O.	U	0.05	Q.132,500.00	Q. 6,625.00
				Sub total	Q. 6,625.00
Combustible					
	Diésel	Gal	1,000	Q. 20.00	Q. 20,000.00
	Gasolina super	Gal	150	Q. 25.00	Q. 3,750.00
				Sub total	Q. 23,750.00
Energía Eléctrica					
	Servicio	Mes	1	Q. 8,000.00	Q. 8,000.00
				Sub total	Q. 8,000.00
				TOTAL	Q.237,975.00

Fuente: elaboración propia.

Se toma en cuenta que la población estimada del casco urbano del municipio es de 38,601 personas y que en promedio en cada casa viven 5, se tiene un aproximado de 7,720 lugares de habitación que son potenciales usuarios del servicio. Según registros de la municipalidad, en la actualidad existen 4,250 usuarios del servicio de recolección de residuos sólidos y de acuerdo con la figura 33, el 89 % de los usuarios del servicio, estaría en la disposición de pagar una cuota extra por la implementación de mejoras en pro del beneficio económico y ambiental del municipio.

Con lo que se tendría un total de 3,782 usuarios disponibles para ser tomados en cuenta en la realización del proyecto. Se dividen los costos de operación que son de Q. 237,975.00 como lo expresa la tabla VII entre los 3,782 usuarios, se tendría una cuota de Q. 62.92, que se puede aproximar a Q. 65.00.

El excedente de Q. 2.08, que al mes representaría un total de Q. 7,866.56 se puede guardar en una reserva para cubrir imprevistos, mantenimiento, ampliación o mejorar la prestación del servicio. Los ingresos generados con la venta del compost pueden ser utilizados para cubrir los costos de inversión en infraestructura, subsidiar los gastos mensuales de operación de la planta, implementación de tarifa social para algunos usuarios que demuestren necesitarlo y para el desarrollo de otros proyectos de gestión de residuos sólidos en el área rural.

8.4. Análisis financiero de costo-beneficio

Para realizar el análisis de costo-beneficio, es importante conocer los ingresos que generará la planta de compostaje con la comercialización del compost y por la tarifa de prestación del servicio, así también todos los costos en los que se incurre durante un período de tiempo estimado de 10 años. Según expone García (2009), la efectividad de generación de una planta de compostaje es de aproximadamente 30 %, es decir que 1 kilogramo de residuos permite obtener 300 gramos de compost, el resto del peso es agua o se convierte en gas durante la fermentación.

Tabla VIII. **Costos e ingresos del proyecto**

Tipo	Motivo	Mes	Año	5 años
Egreso	Estudio	Q. 84,600.00	Q. 84,600.00	Q. 84,600.00
	Costo	Q.598,000.00	Q.598,000.00	Q.598,000.00
	infraestructura			
	Costo	Q.237,975.00	Q.2,855,700.00	Q.14,278,500.00
	Operación			
	Costo	Q. 5,000.00	Q. 60,000.00	Q. 300,000.00
	Mantenimiento			
	Sub total	Q.925,575.00	Q.3,598,300.00	Q.15,261,100.00
Ingreso	Tarifa de servicio	Q.451,620.00	Q.5,419,440.00	Q.27,097,200.00
	Venta de compost	Q. 24,500.00	Q.294,000.00	Q.1,470,000.00
	Sub total	Q.476,120.00	Q.5,713,440.00	Q.28,567,200.00

Fuente: elaboración propia.

Por lo que de las 69.9 toneladas de materia orgánica que se espera ingresen a la planta de compostaje mensualmente, se tiene la expectativa obtener 20.97 toneladas de compost que se transforman en 490 sacos de 42.5 kilogramos. El precio promedio en el mercado por saco de 42.5 kilogramos es de Q. 50.00, lo que da un total de Q. 24,500.00 de material producido al mes.

En la tabla VIII se pueden observar los costos e ingresos del proyecto, al tomar en cuenta que la tarifa mensual por la prestación del servicio de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos es de Q. 65.00 y que se espera a 1 año contar con el 90 % de las viviendas cubiertas con el servicio, que representa un total de 6,948 usuarios, que generan ingresos mensuales por Q. 451,620.00.

$$C/B = \frac{\text{Ingresos totales netos}}{\text{Costos totales}}$$

Al evaluar el C/B para un año:

$$C/B = \frac{Q. 5,713,440.00}{Q. 3,598,300.00}$$

$$\mathbf{C/B = 1.59}$$

Como C/B es mayor a 1, significa que el proyecto es rentable y que, por cada un quetzal invertido, se van a generar Q. 0.59 adicionales.

8.5. Propuesta económica de proyecto

- Que la mano de obra que sea contratada para la implementación del proyecto sea 100 % local, para reducir de esta forma los gastos en viáticos por alimentación y alojamiento.
- Que los camiones recolectores de residuos sólidos cuenten con rutas trazadas de forma optimizada para evitar recorridos innecesarios y así poder reducir los costos de combustible, lubricantes y depreciación.
- Tratar de comercializar la mayor cantidad de compost y así poder reducir los costos por almacenaje e inventario.
- Los trabajadores deberán de contar con el equipo de protección necesario, así como herramienta de buena calidad para el buen desempeño de sus funciones y reducir de esta manera los gastos por accidentes.

9. EVALUACIÓN DE FACTIBILIDAD DE LA PROPUESTA

En el presente capítulo se describe el análisis de factibilidad técnica, económica, social y ambiental de la propuesta de implementación de una planta de compostaje y mejoramiento del sistema de recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos en el municipio de Flores, departamento de Petén, Guatemala.

9.1. Factibilidad técnica de la propuesta

La implementación de una planta de compostaje en el municipio de Flores, Petén si es factible técnicamente ya que se cuenta con una fracción orgánica del 28 % del total de los residuos sólidos generados, además que ya se tiene identificado un espacio de 10,000 m² dentro del vertedero para la construcción de la planta, el cual cumple con las características deseadas al encontrarse alejado de los núcleos urbanos por posibles molestias de malos olores y tráfico; así también se encuentra alejado de cuerpos de agua y zonas de recarga hídrica por la incidencia de los lixiviados.

El criterio que se tomó para el dimensionamiento y adecuación de las instalaciones de la planta de compostaje dentro del terreno de 1 hectárea con el que cuenta la municipalidad es: la cantidad y tipo de los residuos sólidos; proyección a futuro de la población del casco urbano del municipio de Flores, Petén; características de los residuos sólidos como densidad y humedad; cantidad y flujo de residuos desde la generación hasta el vertedero; horario de funcionamiento de la planta de compostaje; horario de recolección de residuos sólidos.

Se tiene contemplado que el espacio para la recepción y almacenamiento de los residuos sólidos orgánicos tenga un área mínima de 1,000 m² (50 m x 20 m), el cual es un espacio adecuado para que los 3 camiones recolectores puedan descargar los residuos de forma simultánea si fuera necesario. Luego se tiene previsto disponer de un área para clasificación de 2,000 m² (100 m x 20 m), en donde se llevará a cabo el proceso de separación de los residuos. Para las pilas de compostaje el área adecuada es de 1,000 m² para cada una de las etapas (latencia, mesotérmica 1, termogénica y mesotérmica 2) y que en total suma 4,000 m², quedando un espacio adecuado para que la retroexcavadora pueda movilizarse entre las pilas para realizar el volteo y traslado del material.

Por último, se tiene previsto contar con un área de 2,000 m² (50 m x 40 m) para el empaclado y almacenamiento del compost para su posterior comercialización, el cual se considera que cumple con los requerimientos mínimos para que trabaje el personal y puedan ingresar camiones a cargar el material. También se estipula un área mínima de 1,000 m² para la construcción de instalaciones para el tratamiento de los lixiviados como canales abiertos y piletas de evaporación.

Con la adecuación de las instalaciones de la planta de compostaje dentro del vertedero de la localidad se reduciría en aproximadamente Q. 1,000,000.00 los costos para su implementación. También debido a que en el municipio se cuenta con suficiente recurso humano capacitado en el manejo y gestión de los residuos sólidos, evaluación y administración de proyectos, construcción e implementación de proyectos de ingeniería, así como la diversidad de maquinaria y equipo para realizar los trabajos de construcción y operación del proyecto.

9.2. Factibilidad económica de la propuesta

La factibilidad económica va a depender en gran medida de la disponibilidad de recursos en la municipalidad y de la voluntad política de las autoridades para la inclusión del proyecto dentro de su partida presupuestaria, tanto de los ingresos propios como de las transferencias gubernamentales para cubrir los Q. 598,000.00 que es el costo de la infraestructura, así mismo de los primeros meses de operación y mantenimiento.

De acuerdo con las evaluaciones financieras y el análisis de costo/beneficio, se determinó que el proyecto si es viable económicamente a mediano plazo, ya que $C/B > 1$, lo que significa que los beneficios son mayores que los costos y depende de la cantidad de usuarios que contraten el servicio para su rentabilidad y se espera obtener el retorno de la inversión en un período de un año.

9.3. Factibilidad social de la propuesta

La factibilidad social se determina con la aceptación de la población en la implementación del proyecto, de acuerdo con la encuesta elaborada y que fue socializada en cierta muestra representativa de la población, el 89 % se mostró en la disposición de pagar una cuota extra por un mejor servicio de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos, además el 91 % coincide en que la implementación de una planta de compostaje ayudaría a mejorar significativamente la situación económica y ambiental del municipio, así también el 98 % está de acuerdo con la construcción de una planta de compostaje a través de fondos municipales.

9.4. Factibilidad ambiental de la propuesta

Por su parte, la factibilidad ambiental se analiza desde el punto de vista de no afectar los recursos naturales con la realización del proyecto. Es importante mencionar que, con la implementación de la planta de compostaje en el municipio se busca reducir el impacto provocado por los residuos sólidos que genera la población en sus diversas actividades y contribuir al desarrollo económico local, por lo que al tratar los residuos sólidos orgánicos se reduciría en un 28 % la cantidad de desechos que son dispuestos en el vertedero municipal, y se prolongaría la vida útil de este.

CONCLUSIONES

1. Se determinó que la incidencia en la economía local con la implementación de una planta de compostaje en el municipio de Flores, departamento de Petén, Guatemala se da con la generación de ingresos propios a la municipalidad por la comercialización del compost, también al crear 48 fuentes de empleo directas y 150 indirectas, así como la inversión en el mercado local de Q. 598,000.00 en infraestructura y una inyección de capital de Q. 237,975.00 mensuales en operación y mantenimiento.
2. Se verificó en un estudio previo de caracterización de residuos sólidos que la fracción orgánica que se generan en el municipio de Flores, departamento de Petén, Guatemala es del 28 %, lo que permite realizar el cálculo de la materia prima disponible para la implementación del proyecto y que es de 3.24 toneladas de materia orgánica por día.
3. Se identificó un terreno adecuado dentro del actual vertedero municipal el cual tiene un área de 10,000 m² y es de topografía plana, en donde puede ser construida la planta de compostaje, ya que se encuentra alejado de los núcleos urbanos por posibles molestias de malos olores y tráfico; así también de cuerpos de agua y zonas de recarga hídrica por la incidencia de los lixiviados.

4. Se determinó la capacidad de procesamiento de la planta de compostaje que cumple con las necesidades de la población en función de la cantidad de residuos sólidos orgánicos generados en el municipio de Flores, departamento de Petén, Guatemala que es de: 2.33 toneladas al día; 16.31 toneladas a la semana; 69.90 toneladas al mes y 838.8 toneladas por año.

5. Se calculó la cuota por cobrar a la población debido al servicio de recolección, transporte, separación, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos orgánicos con la finalidad de que el proyecto sea autofinanciable en el municipio de Flores, departamento de Petén, Guatemala y que es de Q. 65.00 mensuales, que cubren los costos de operación y mantenimiento.

RECOMENDACIONES

1. Es importante que la municipalidad maneje por separado los fondos que sean generados por medio de la implementación del proyecto, con la finalidad de que el mismo logre cubrir los costos de operación, mantenimiento, imprevistos, así como para la ampliación y mejoras.
2. Antes de la implementación del proyecto, es indispensable realizar otro estudio de caracterización de los residuos sólidos, para determinar con mayor precisión la fracción orgánica que cumple con las condiciones para ser procesada en una planta de compostaje, debido a que la pandemia del Covid-19 modificó ciertos patrones de consumo y demanda en la población del área en estudio.
3. Previo a iniciar con la construcción de la planta de compostaje es necesario realizar un levantamiento topográfico y estudios de suelos en el área asignada dentro del vertedero para ubicar de forma eficiente cada una de las estructuras y lograr así el funcionamiento óptimo de la misma. Así también colocar las protecciones adecuadas para el cuidado del ambiente.
4. Es imprescindible realizar el diseño de la planta de compostaje para un período de servicio mínimo de 10 años con la finalidad de que no quede obsoleta a corto plazo y se pueda ampliar la capacidad de procesamiento en el futuro.

5. Es preciso realizar un análisis socioeconómico en el área en estudio, para determinar la cantidad de personas que no cuentan con los recursos suficientes para pagar por la prestación del servicio, a los cuales se les puede brindar una tarifa social o se crearía un fondo para asumir dichos costos.

REFERENCIAS

1. Asociación Nacional de Municipalidades de la República de Guatemala, ANAM. (2015). *Compendio de legislación municipal de Guatemala*. Guatemala: Autor.
2. Blas, L. (2017). *Propuesta de un plan de manejo integral de los desechos sólidos, diagnóstico y servicios en el municipio de San Lucas Sacatepéquez, del departamento de Sacatepéquez, Guatemala, C.A.* (Tesis de Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
3. Castañeda, E. (2019). *Plan municipal de manejo de desechos sólidos en el casco urbano del municipio de Puerto Barrios, departamento de Izabal.* (Tesis de Maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
4. Castillo, H. (2012). *Diseño de una planta de tratamiento de desechos sólidos y plan de contingencia para el relleno sanitario El Choconal, Municipio de la Antigua Guatemala, Sacatepéquez.* (Tesis de Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2648_IN.pdf
5. Código de Salud. (1997). Decreto 90-97. Guatemala: Organismo Legislativo.

6. Código Municipal. (2002). Decreto 12-2012. Guatemala: Organismo Legislativo.
7. Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural. (2014). *Plan Nacional de Desarrollo K'atun: Nuestra Guatemala 2032*. Guatemala: Conadur/Segeplán.
8. Constitución Política de la República de Guatemala. (1985). Reformada por Acuerdo Legislativo No. 18-93. Guatemala: Asamblea Nacional Constituyente.
9. Cordero, A. (2000). *Turismo y dinámicas locales: el caso de Flores, El Petén, Guatemala*. San José, Costa Rica: FLACSO.
10. Córdova, C. (2006). *Estudio de factibilidad técnico-económica para instalar una planta de compostaje, utilizando desechos vegetales urbanos*. (Tesis de Maestría). Universidad de Chile, Chile. Recuperado de http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2006/cordova_c/sources/cordova_c.pdf
11. Corzo, A. y Schwartz, N. (junio, 2018). *El desarrollo socioeconómico de Petén y su complejidad*. Revista Centroamericana de investigación y Postgrado de la Universidad San Carlos de Guatemala. (5), 21-29.

12. Duarte, N. (2018). *Propuesta técnica para la implementación de una planta de tratamiento de desechos sólidos en el municipio de San José Pinula* (Tesis de Licenciatura). Universidad Rafael Landívar, Guatemala. Recuperado de <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjrkd/2018/06/15/Duarte-Nathalie.pdf>
13. Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado Flores – San Benito, EMAPET. (2012). *Estatutos y Reglamento de la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado Flores – San Benito*. Guatemala: Autor.
14. Flores, L. (2018). *Modelo de gestión para la erradicación de basureros clandestinos, estudio de dos casos en el municipio de Villa Nueva*. (Tesis de Maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
15. Girón, E. (2017). *Elaboración de un plan de manejo integral de residuos sólidos para el vertedero controlado, ubicado en el km 22, carretera al Pacífico, Villa Nueva, Guatemala*. (Tesis de Maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
16. Hernández, R. (2004). *Tratamiento y disposición final de los desechos sólidos para el pueblo de Santiago Sacatepéquez, municipio de Santiago Sacatepéquez, departamento de Sacatepéquez*. (Tesis de Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2428_C.pdf

17. Hidalgo, R. y Linares, L. (2013). *Diccionario municipal de Guatemala*. Guatemala: Magna Terra Editores.
18. Instituto Geográfico Nacional, IGN. (2005). *Atlas Temático de la República de Guatemala*. Guatemala: Unidad de Planificación Geográfica y Gestión del Riesgo.
19. Instituto Nacional de Estadística, INE. (2003). *Características de la población y de los locales de habitación censados*. Guatemala: Autor.
20. Instituto Nacional de Estadística, INE. (2008). *Estimaciones de la población total por municipio, período 2008-2020*. Guatemala: Autor.
21. Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, INSIVUMEH. (2015). *Variabilidad y Cambio Climático en Guatemala*. Guatemala: Departamento de Investigación y Servicios Climáticos.
22. Leal, M. (1993). *Ríos y arqueología de Petén*. Guatemala: Área de Arqueología, Escuela de Historia, USAC.
23. Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. (1996). Decreto 68-96. Guatemala: Organismo Legislativo.
24. López, S. (2010). *Gestión de los residuos sólidos en la cabecera municipal de Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez*. (Tesis de Maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

25. Mancomunidad para el Desarrollo Sostenible de los Municipios de la Cuenca del Lago Petén Itzá, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia. (2010). *Plan estratégico para el desarrollo sostenible de la cuenca del lago Petén Itzá 2010-2020*. Guatemala: SEGEPLAN.
26. Mendoza, D. (2008). *Diagnóstico y pronóstico socioeconómico del municipio de Flores, departamento de Petén*. (Tesis de Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
27. Morales, A. (1996). *Síntesis monográfica del municipio de Flores, Petén*. Guatemala: UNIS.
28. Morales, E. (2012). *Estudio de factibilidad para el manejo de desechos sólidos en la cabecera municipal de Ipala, departamento de Chiquimula*. (Tesis de Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2473_IN.pdf
29. Morales, G. (2016). *Propuesta para un tren de aseo para desechos sólidos en el casco urbano del municipio de Patzicía, departamento de Chimaltenango*. (Tesis de Maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
30. Naciones Unidas. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Una Oportunidad para América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile.

31. Palma, K. (2012). *Tratamiento de residuos sólidos orgánicos, para la protección al medio ambiente, por medio de la producción de abono orgánico, en el municipio de Asunción Mita, departamento de Jutiapa*. (Tesis de Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2594_IN.pdf
32. Pinelo, M. y Zetina, M. (2003). *Datos monográficos del municipio de Flores, Petén*. Unidad de Comunicación Social UTJ/Protierra, Guatemala.
33. Ramos, H. (2018). *Gestión de los desechos sólidos en la cabecera municipal de Tejutla, departamento de San Marcos*. (Tesis de Maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
34. Rodríguez, K. (2016). *Propuesta de un modelo mínimo de centro de acopio para desechos sólidos, caso validado en el mercado municipal de Casillas, Santa Rosa*. (Tesis de Maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
35. Romero, S. (2012). *Estudio de factibilidad de implementación de una planta municipal de compostaje para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Une Cundinamarca*. (Tesis de Licenciatura). Universidad Santo Tomás, Colombia. Recuperado de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/2417/2012soniaromero.pdf?sequence=16&isAllowed=y>

36. Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, SEGEPLAN. (2010). *Plan de desarrollo municipal, PDM, del municipio de Flores, Petén*. Guatemala: Dirección de Planificación Territorial.
37. Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, SEGEPLAN. (2013). *Plan de desarrollo integral, PDI, Petén 2032*. Guatemala: Subsecretaría de Planificación y Ordenamiento Territorial.
38. Tribunal Supremo Electoral, TSE. (2015). *Memoria de Elecciones Generales y al Parlamento Centroamericano 2015*. Guatemala: Coordinación General.
39. Zetina, P. (2017). *Caracterización de desechos sólidos domiciliarios en el barrio Villa Concepción Santa Elena de la Cruz, Municipio de Flores, Petén*. (Tesis de Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

APÉNDICES

Apéndice 1. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	METODOLOGÍA	FASE FINAL
<p>1. Problema principal</p> <p>No se ha analizado la incidencia en la economía local con la implementación de una planta de compostaje en el municipio de Flores, departamento de Petén, Guatemala.</p> <p>2. Problemas Secundarios</p> <p>a) No se ha verificado si existe un estudio previo de clasificación de los residuos sólidos para determinar la fracción orgánica que cumple con las características para ser procesada en una planta de compostaje en el municipio de Flores, departamento de Petén, Guatemala.</p> <p>b) No se ha identificado un terreno adecuado en donde se pueda construir una planta de compostaje y que cumpla con la normativa legal vigente en el municipio de Flores, departamento de Petén, Guatemala.</p>	<p>1. Objetivo General</p> <p>Analizar la incidencia en la economía local con la implementación de una planta de compostaje en el municipio de Flores, departamento de Petén, Guatemala.</p> <p>2. Objetivos Específicos</p> <p>a) Verificar si existe un estudio previo de clasificación de los residuos sólidos para determinar la fracción orgánica que cumple con las características para ser procesada en una planta de compostaje en el municipio de Flores, departamento de Petén, Guatemala.</p> <p>b) Identificar un terreno adecuado en donde se pueda construir una planta de compostaje y que cumpla con la normativa legal vigente en el municipio de Flores, departamento de Petén, Guatemala.</p>	<p>1. Pregunta principal de investigación</p> <p>¿Cuál es la incidencia en la economía local con la implementación de una planta de compostaje en el municipio de Flores, departamento de Petén, Guatemala?</p> <p>2. Preguntas complementarias de investigación</p> <p>a) ¿Existe algún estudio previo de clasificación de los residuos sólidos para determinar la fracción orgánica que cumple con las características para ser procesada en una planta de compostaje en el municipio de Flores, departamento de Petén, Guatemala?</p> <p>b) ¿Existe un terreno adecuado en donde pueda construirse una planta de compostaje que cumpla con la normativa legal vigente en el municipio de Flores, departamento de Petén, Guatemala?</p>	<p>1. Tipo de Investigación</p> <p>Correlacional</p> <p>2. Nivel de Investigación</p> <p>No experimental</p> <p>3. Metodología de Investigación</p> <p>Enfoque Cuantitativo</p> <p>4. Diseño de Investigación</p> <p>No experimental, cuantitativo</p> <p>5. Población</p> <p>Población del casco urbano del municipio de Flores Petén (Isla de Flores y Santa Elena de la Cruz)</p> <p>6. Muestra</p> <p>75 hogares del casco urbano del municipio de Flores</p> <p>7. Técnica</p> <p>Encuesta y análisis de investigaciones previas</p> <p>8. Instrumento</p> <p>Encuesta</p>	<p>1. Conclusiones</p> <p>a) Se analizó la incidencia en la economía local con la implementación de una planta de compostaje en el municipio de Flores, departamento de Petén, Guatemala, ya que en la encuesta realizada el 93 % de las personas, manifiesta que está en la disposición de consumir los productos resultantes de la planta lo que generaría ingresos propios a la municipalidad, también se crearían 48 fuentes de empleo directas y 150 indirectas, así como la inversión en el mercado local de Q. 598,000.00 en infraestructura y una inyección de capital de Q. 237,975.00 mensuales en operación y mantenimiento.</p> <p>b) Se verificó en estudios previos de caracterización de residuos sólidos que la fracción orgánica de los residuos sólidos que se generan en el municipio de Flores, departamento de Petén, Guatemala es del 28 %, lo que permite realizar el cálculo de la materia prima disponible para la implementación del proyecto.</p> <p>c) Se identificó un terreno adecuado dentro del actual vertedero municipal el cual tiene un área de 10,000 m² y es de</p>

Continuación apéndice 1.

<p>c) No se ha determinado la capacidad de procesamiento de una planta de compostaje que cumpla con las necesidades en función de la cantidad de residuos que son producidos por la población en el municipio de Flores, departamento de Petén, Guatemala.</p> <p>d) No se ha calculado la cuota que se debería de cobrar a la población por el tratamiento de los residuos sólidos orgánicos, con la finalidad de que el proyecto sea autofinanciable en el municipio de Flores, departamento de Petén, Guatemala.</p> <p>e) No se ha determinado la importancia de implementar una planta de compostaje para el desarrollo sostenible del municipio de Flores, departamento de Petén, Guatemala.</p>	<p>c) Determinar la capacidad de procesamiento de la planta de compostaje que cumple con las necesidades en función de la cantidad de residuos que son producidos por la población en el municipio de Flores, departamento de Petén, Guatemala.</p> <p>d) Calcular la cuota que se debería de cobrar a la población por el tratamiento de los residuos sólidos orgánicos, con la finalidad de que el proyecto sea autofinanciable en el municipio de Flores, departamento de Petén, Guatemala.</p> <p>e) Determinar la importancia de implementar una planta de compostaje, para el desarrollo sostenible del municipio de Flores, departamento de Petén, Guatemala.</p> <p>3. Hipótesis</p> <p>Existe incidencia en la economía local con la implementación de una planta de compostaje en el municipio de Flores, departamento de Petén, Guatemala.</p>	<p>c) ¿Cuál es la capacidad de procesamiento de la planta de compostaje que cumple con las necesidades en función de la cantidad de residuos producidos por la población en el municipio de Flores, departamento de Petén, Guatemala?</p> <p>d) ¿Cuál es la cuota que se debería de cobrar a la población por el tratamiento de los residuos sólidos orgánicos, con la finalidad de que el proyecto sea autofinanciable en el municipio de Flores, departamento de Petén, Guatemala?</p> <p>e) ¿Cuál es la importancia de implementar una planta de compostaje, para el desarrollo sostenible del municipio de Flores, departamento de Petén, Guatemala?</p>		<p>topografía plana, en donde puede ser construida la planta de compostaje y que cumple con la normativa legal vigente del municipio de Flores, departamento de Petén, Guatemala al contar con los permisos del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN- y la municipalidad.</p> <p>2. Recomendaciones</p> <p>a) Es importante que la municipalidad maneje por separado los fondos que sean generados por medio de la planta de compostaje con la finalidad de que el mismo proyecto logre cubrir los costos de operación y mantenimiento. También se recomienda que la mano de obra contratada para la implementación del proyecto sea local y se le brinde capacitación constante.</p> <p>b) Antes de la implementación del proyecto, es importante realizar otro estudio de caracterización de los residuos sólidos, para determinar con mayor precisión la fracción orgánica que cumple con las condiciones para ser procesada en una planta de compostaje, debido a que la pandemia del Covid-19 modificó ciertos patrones de consumo y demanda en la población del área en estudio.</p> <p>c) Previo a iniciar con la construcción de la planta de compostaje es necesario realizar un levantamiento topográfico y estudios de suelos en el área asignada dentro del vertedero para ubicar de forma eficiente cada una de las estructuras y lograr así el funcionamiento óptimo de la misma.</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Continuación apéndice 1.

				También se deberá de tramitar los permisos correspondientes ante el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN-, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social -MSPAS- y el Instituto Nacional de Bosques -INAB-.
--	--	--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Encuesta realizada

Solicito de su colaboración si es vecino del casco urbano del municipio de Flores, Petén (Isla de Flores y Santa Elena de la Cruz) y cuenta con servicio de recolección de residuos sólidos, contestando la encuesta que se presenta a continuación (no tomará más de 10 minutos). La información obtenida de la encuesta será utilizada como herramienta para la investigación que me encuentro desarrollando como trabajo de graduación de la Maestría en Ingeniería para el Desarrollo Municipal de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Es importante comentar que el cuidado del ambiente es responsabilidad de todos y parte indispensable del desarrollo sostenible de un territorio.

1. ¿Género?
 - Masculino
 - Femenino

2. ¿Rango de edad?
 - Menos de 20
 - 20 a 30
 - 31 a 40
 - 41 a 50
 - 51 a 60
 - Mas de 60

3. ¿Con qué nivel de escolaridad cuenta?
 - Preprimaria
 - Primaria
 - Nivel medio
 - Superior
 - Ninguno

Continuación apéndice 2.

4. ¿Cuántas personas habitan en su vivienda?
- 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
 - Más de 5
5. ¿En qué condiciones ocupa la vivienda?
- Propia
 - Alquiler
 - Cedido (prestada)
6. ¿En qué sector del casco urbano del municipio de Flores se encuentra su vivienda?
- Isla de Flores
 - Barrio Villa Concepción
 - Casco Antiguo
 - Barrio Segunda Lotificación
 - Barrio Tercera Lotificación
 - Barrio Indeca
 - Colonia Modelo
 - Barrio La Democracia
 - Barrio Tziquinajá
 - Barrio el Bulevar
 - Barrio el Bosque

Continuación apéndice 2.

7. ¿Labora actualmente?
- Si
 - No
8. Del total de personas que habitan en la vivienda, ¿Cuántas contribuyen económicamente para el sostenimiento del núcleo familiar?
- 1
 - 2
 - Más de 2
9. ¿Actividad económica a la que pertenece?
- Agricultura
 - Comercio
 - Servicios turísticos
 - Administración pública
 - Industria
 - Transporte
 - Construcción
 - Enseñanza
 - Servicios financieros
 - Servicios personales

Continuación apéndice 2.

10. Aparte de la recolección de basura, de los siguientes servicios básicos, ¿Con cuáles cuenta su vivienda?
- Agua potable
 - Alcantarillado sanitario
 - Electricidad
 - Alumbrado público
 - Todos
 - Ninguno
11. A parte del servicio de recolección de basura, ¿Qué otro método utiliza para eliminar los residuos sólidos de su vivienda?
- La quema
 - La entierra
 - La tira en cualquier lugar
 - La lleva directamente al vertedero municipal
 - Ninguno, sólo utiliza el servicio de recolección
12. ¿Cómo calificaría el servicio de recolección de basura que es prestado en su barrio o sector?
- Muy bueno
 - Bueno
 - Regular
 - Malo
 - Muy malo

Continuación apéndice 2.

13. ¿De cuánto es la tarifa que paga por el servicio de recolección de basura?
- Menos de Q. 30
 - De Q. 30 a Q. 50
 - Más de Q. 50
 - No sabe
14. ¿Con que frecuencia a la semana pasa el vehículo que recolecta la basura en su vivienda?
- 1 vez
 - 2 veces
 - 3 veces
 - Más de 3 veces
 - No sabe
15. ¿Qué cantidad de residuos sólidos aproximadamente se generan por día en su vivienda?
- Menos de 1kg.
 - Entre 1 y 2 kg
 - Entre 2 y 3 kg
 - 4 o más kg
 - No sabe
16. ¿Conoce el procedimiento que realiza la empresa que recolecta la basura en su vivienda?
- Si
 - No

Continuación apéndice 2.

17. ¿Sabe a qué lugar es llevada la basura como punto de disposición final, que es recolectada en su vivienda?
- Si
 - No
18. ¿Ha recibido información por parte de la municipalidad sobre la importancia del adecuado manejo de los residuos sólidos en beneficio del ambiente del municipio?
- Si
 - No
19. ¿Quién cree que presta el servicio de recolección de residuos sólidos en el municipio de Flores?
- Municipalidad
 - Mancomunidad de municipios
 - Empresa privada mediante concesión municipal
20. ¿Usted sabe qué es el reciclaje?
- Si
 - No
21. ¿Ha realizado reciclaje alguna vez?
- Si
 - No

Continuación apéndice 2.

22. ¿Usted sabe qué es el compostaje?
- Si
 - No
23. ¿Ha realizado compostaje alguna vez con los residuos sólidos orgánicos?
- Si
 - No
24. ¿Estaría dispuesto a reaprovechar los residuos sólidos orgánicos en beneficio propio?
- Si
 - No
25. Si en el municipio de Flores, Petén existiera una planta de compostaje, ¿usted entregaría sus residuos sólidos orgánicos para que puedan ser procesados en ella?
- Si
 - No
26. ¿Estaría a favor de la construcción de una planta de compostaje a través de fondos municipales en Flores, Petén con la finalidad de mejorar la economía y el ambiente del lugar?
- Si
 - No

Continuación apéndice 2.

27. ¿Usted consumiría los productos de una planta de compostaje tales como abono, biogás, etc.?
- Si
 - No
28. ¿Cree que, con la implementación de una planta de compostaje en el municipio de Flores, ayudaría a mejorar la situación económica y ambiental?
- Si
 - No
29. ¿Estaría dispuesto a pagar una cuota extra por un servicio adecuado de recolección, transporte, separación, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos en beneficio del ambiente del municipio?
- Si
 - No
30. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un servicio más completo de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos?
- Menos de Q. 50
 - Entre Q. 50 y Q. 70
 - Más de Q. 70

Continuación apéndice 2.

31. ¿Estaría dispuesto a realizar una clasificación de los residuos sólidos antes de entregarlos al vehículo recolector a cambio de una reducción en la tarifa del servicio?
- Si
 - No
32. ¿Cuál cree que es la principal causa por la que no se da un adecuado manejo de los residuos sólidos en el municipio de Flores?
- Falta de voluntad política
 - Falta de recursos económicos
 - Falta de recursos técnicos
 - Falta de cultura y educación ambiental
 - Todas las anteriores
 - Ninguna, todo está bien
33. Según lo que ha podido observar, ¿cómo cree que ha afectado la Pandemia del Covid-19 en la generación de residuos sólidos?
- Han aumentado
 - Se mantienen igual
 - Han disminuido

Fuente: elaboración propia.