



UNIVERSIDAD DEL TURABO
Escuela de Ciencias y Tecnología

PROGRAMA GRADUADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

4 de mayo de 2007
Fecha de Defensa

Recomendamos que la tesis de **Nimia I. Guzmán Rivera**

Titulada

**LA COMPOSTA VEGETAL COMO ALTERNATIVA PARA REDUCIR LOS
DESPERDICIOS DE PATIO EN EL SISTEMA DE RELLENO SANITARIO DE
GUAYAMA**

Sea aceptada como requisito parcial para el grado de:

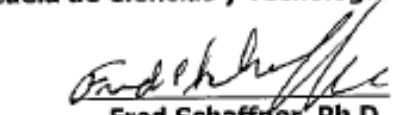
**MAESTRÍA EN CIENCIAS
EN CIENCIAS AMBIENTALES
CON ESPECIALIDAD EN MANEJO AMBIENTAL**


Pedro A. Modesto, MEM
Asesor de Investigación


Teresa Lipsett Ruíz, Ph.D.
Profesora Supervisora


Ruth Vallejo, Profesora
Miembro del Comité


Angel Rivera Collazo, Ph.D.
Decano Interino
Escuela de Ciencias y Tecnología


Fred Schaffner, Ph.D.
Director Estudios Graduados

UNIVERSIDAD DEL TURABO

LA COMPOSTA VEGETAL COMO ALTERNATIVA PARA REDUCIR LOS
DESPERDICIOS DE PATIO EN EL RELLENO SANITARIO DE GUAYAMA
EN PUERTO RICO

Por

Nimia I. Guzmán Rivera

B.S., Ciencias Generales, Universidad de Puerto Rico en Cayey

TESIS

Escuela de Ciencias y Tecnología

Universidad del Turabo

Requisito parcial para el grado de

Maestría en Ciencias Ambientales

Especialidad en Manejo Ambiental

Gurabo, Puerto Rico

mayo, 2007

© Copyright 2007
Nimia I. Guzmán Rivera. All Rights Reserved

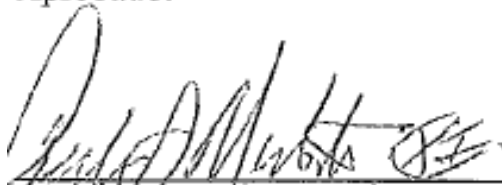
UNIVERSIDAD DEL TURABO

Una tesis sometida como requisito parcial para el grado de
Maestría en Ciencias

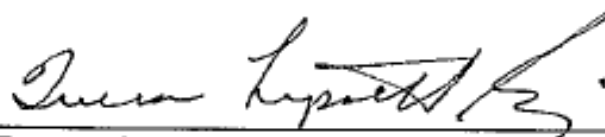
**LA COMPOSTA VEGETAL COMO ALTERNATIVA PARA REDUCIR LOS
DESPERDICIOS DE PATIO EN EL RELLENO SANITARIO DE GUAYAMA
EN PUERTO RICO**

Nimia I. Guzmán Rivera

Aprobado:



Pedro A. Modesto, M.E.M.
Asesor de Investigación



Teresa Lippsett, Ph.D.
Profesora Supervisora



Ruth Vallejo, M.S.
Miembro de Comité

Dedicatoria

A Martín Diego Tripodi, gracias por darme el espacio necesario para realizar los deseos y sueños que siempre quise convertir en realidad. No importa lo que sea que yo quiera hacer, siempre me has dado tu apoyo y sé, que cuento contigo para lograr alcanzar cualquier meta que me propaga. Gracias por permanecer a mi lado todo este tiempo.

Agradecimientos

Le ofrezco mi más sincero agradecimiento a los residentes de los barrios de Pozo Hondo, Caimital, Algarrobo, Pueblo, Machete y Jobos del Municipio de Guayama, por recibirme en sus hogares y ayudarme a realizar esta investigación.

Deseo agradecerle a la Dra. Teresa Lipsett, la Prof. Ruth Vallejo y muy especialmente al Ing. Carlos Luis Milián por su gran ayuda, sin ellos este trabajo difícilmente se hubiese podido realizar. Le agradezco a mi compañera Ruth Pagán toda la ayuda que me ha brindado a través de los años que estudiamos juntas.

Mis más expresivas gracias al Ing. Pedro Modesto por su gran dedicación y esmero. Gracias por las horas y días dedicados a esta investigación, por la fuerza y palabras de aliento que me brindó cada de vez que me veía flaquear. No tengo palabras para expresarle el profundo agradecimiento que siento, sólo le puedo decir que ha sido usted un gran maestro. Gracias a mi familia por ser siempre mi más grande apoyo.

Tabla de Contenido

| | página |
|--|--------|
| Lista de Tablas..... | vii |
| Lista de Figuras..... | viii |
| Lista de Apéndices..... | x |
| <i>Abstract</i> | xi |
| Capítulo Uno: Introducción..... | 1 |
| Antecedentes..... | 1 |
| Planteamiento del Problema..... | 3 |
| Justificación..... | 9 |
| Capítulo Dos: Revisión de Literatura..... | 13 |
| Introducción..... | 13 |
| Proceso de Composta..... | 22 |
| Planta de Composta en Puerto Rico..... | 27 |
| Planta de Composta en los Estados Unidos..... | 29 |
| Capítulo Tres: Metodología..... | 33 |
| Introducción..... | 33 |
| Procedimiento para la Recolección de Datos..... | 35 |
| Descripción de Instrumento de Investigación..... | 36 |
| Validación del Instrumento..... | 36 |
| Procedimiento..... | 40 |
| Importancia del Estudio..... | 40 |
| Itinerario del Proyecto..... | 41 |

| | página |
|--|--------|
| Capítulo Cuatro: Resultados..... | 42 |
| Resultados de la Investigación..... | 43 |
| Capítulo Cinco: Discusión..... | 69 |
| Introducción..... | 69 |
| Discusión de los Resultados del Cuestionario..... | 69 |
| Conclusiones..... | 75 |
| Limitaciones de la Investigación..... | 78 |
| Recomendaciones..... | 79 |
| Plan Estratégico para un Programa de Desvío de Material Vegetal en el Municipio de Guayama..... | 80 |
| Literatura Citada..... | 95 |
| Apéndices..... | 97 |

Lista de Tablas

| | página |
|-------------|--|
| Tabla 1.01 | Listado de Sistemas de Rellenos Sanitarios por Municipio.....4 |
| Tabla 2.01. | Listado de Estados en los Estados Unidos con Reglamentación Ambiental.....31 |
| Tabla 3.02. | Distribución de Viviendas por Estratos de Estudio.....38 |
| Tabla 3.03. | Proporciones por Estratos para la Administración del Cuestionario Final.....40 |
| Tabla 5.01. | Costos de Construcción de Planta de Composta de Capacidad Mínima.....85 |
| Tabla 5.02. | Costos Totales por Adquisición y Mejoras para la construcción de una Planta de Composta de Capacidad Mínima.....86 |
| Tabla 5.03. | Costos de Inversión en el Área Terrestre de la Planta de Composta de Capacidad Mínima.....87 |
| Tabla 5.04. | Costos de Equipo y Maquinaria para una Planta de Composta de Capacidad Mínima.....88 |
| Tabla 5.05. | Costos de Operación para una Planta de Composta de Capacidad Mínima.....89 |
| Tabla 5.06. | Costos de Construcción para una Planta de Composta de Capacidad Mediana.....90 |
| Tabla 5.07. | Costos Totales por Adquisición y Mejoras para la construcción de una Planta de Composta de Capacidad Mediana.....91 |
| Tabla 5.08. | Costos de Inversión en el Área Terrestre de la Planta de Composta de Capacidad Mediana.....92 |
| Tabla 5.09. | Costos de Equipo y Maquinaria para una Planta de Composta de Capacidad Mediana.....93 |
| Tabla 5.10 | Costos de Operación para una Planta de Composta de Capacidad Mediana.....94 |

Lista de Figuras

| | página |
|---|--------|
| Figura 1.01. Sistemas de Relleno Sanitarios Operando en Puerto Rico..... | 3 |
| Figura 1.02. Composición de Residuos Sólidos en Puerto Rico..... | 5 |
| Figura 1.03. Mapa de Distribución de Sistemas de Relleno Sanitario en Puerto Rico..... | 6 |
| Figura 2.01. Proceso de Composta..... | 24 |
| Figura 2.02. Temperatura Ideal para Proceso de Composta..... | 26 |
| Figura 3.01. Mapa del Municipio de Guayama..... | 35 |
| Figura 4.01. Población por Género en los Barrios de Estudio del Municipio de Guayama..... | 44 |
| Figura 4.02. Grado de Escolaridad de los Entrevistados por Barrio..... | 45 |
| Figura 4.03. Composición Familiar de los Individuos Entrevistados en el Municipio de Guayama..... | 46 |
| Figura 4.04. Edades de los Integrantes de las Familias Entrevistadas en Guayama..... | 47 |
| Figura 4.05. Componentes de la Basura que se Generan en las Residencias de los Entrevistados..... | 48 |
| Figura 4.06. Rutina de Disposición de la Basura en el Zafacón..... | 49 |
| Figura 4.07. Conocimiento de los Individuos Sobre el Reciclaje..... | 50 |
| Figura 4.08. Rutina de Reciclaje por Individuo en el Total de la Población de Guayama..... | 51 |
| Figura 4.09. Información acerca de por qué no Reciclan los Residentes de los Barrios de Estudio..... | 52 |
| Figura 4.10. Conocimiento sobre la Composta en los Barrios de Estudio..... | 53 |
| Figura 4.11. Conocimiento sobre la Nueva Reglamentación que Prohíbe Disponer del Material Vegetal en los Sistemas de Relleno Sanitarios del país..... | 54 |

| | página |
|---|--------|
| Figura 4.12. Conocimiento acerca de Cómo se Recogerá el Material Vegetal en Guayama..... | 55 |
| Figura 4.13. Conocimiento sobre como se Maneja Actualmente el Material Vegetal en Guayama..... | 56 |
| Figura 4.14. Disposición de los Entrevistados a separar el Material Vegetal del Resto de la Basura..... | 57 |
| Figura 4.15. Disposición de los Entrevistados para Llevar el Material a las Estaciones de Recogido..... | 58 |
| Figura 4.16. Conocimiento acerca de las Multas que la Autoridad de Desperdicios Sólidos impondrá a los Municipios que no Cumplan con la Reglamentación..... | 59 |
| Figura 4.17. Interés de los Entrevistados en Motivar a otras Personas a Separar el Material..... | 60 |
| Figura 4.18. Conocimiento Sobre la Vida Útil del Sistema de Rellenos Sanitarios de Guayama..... | 61 |
| Figura 4.19. Información sobre sí Fueron Orientados Sobre la Nueva Reglamentación y Cuantas Veces..... | 62 |
| Figura 4.20. Conocimiento Sobre a Dónde Deben ir para Depositar el Material Vegetal que Generan los Entrevistados..... | 63 |
| Figura 4.21. Opinión de los Entrevistados Sobre la Reglamentación de no Depositar Material Vegetal en los Sistemas de Rellenos Sanitarios..... | 64 |
| Figura 4.22. Disposición de los Entrevistados a Separar el Material Vegetal sí le dieran un Incentivo Monetario..... | 65 |
| Figura 4.23. Opinión de los Entrevistados en Todos los Barrios de Estudio acerca de las Leyes y Regulaciones del Gobierno de Puerto Rico..... | 66 |
| Figura 4.24. Opinión de los entrevistados acerca de la Expansión del Sistema de Relleno Sanitario de Guayama..... | 67 |

Lista de Apéndices

| | página |
|----------------|--|
| Apéndice Uno | Cuestionario Final.....98 |
| Apéndice Dos | Tablas de Contestaciones a las Preguntas del Cuestionario.....104 |
| Apéndice 2.01. | Contestación Pregunta Uno (1) del Cuestionario.....104 |
| Apéndice 2.02. | Contestación Pregunta Dos (2) del Cuestionario.....105 |
| Apéndice 2.03. | Contestación Pregunta Tres (3) del Cuestionario.....106 |
| Apéndice 2.04. | Contestación Pregunta Cuatro (4) del Cuestionario.....107 |
| Apéndice 2.05. | Contestación Pregunta Cinco (5) del Cuestionario.....108 |
| Apéndice 2.06. | Contestación Pregunta Seis (6) del Cuestionario.....109 |
| Apéndice 2.07. | Contestación Pregunta Siete (7) y Ocho (8) del Cuestionario.....110 |
| Apéndice 2.08. | Contestación Pregunta Nueve (9) del Cuestionario.....111 |
| Apéndice 2.09. | Contestación Pregunta 10 y 11 del Cuestionario.....112 |
| Apéndice 2.10. | Contestación Pregunta 12, 13 y 14 del Cuestionario.....113 |
| Apéndice 2.11. | Contestación Pregunta 15 del Cuestionario.....114 |
| Apéndice 2.12. | Contestación Pregunta 16 y 17 del Cuestionario.....115 |
| Apéndice 2.13. | Contestación Pregunta 18 y 19 del Cuestionario.....116 |
| Apéndice 2.14. | Contestación Pregunta 20 y 21 del cuestionario.....117 |
| Apéndice 2.15. | Contestación Pregunta 22 y 23 del Cuestionario.....118 |
| Apéndice 2.16. | Contestación Pregunta 24 y 25 del Cuestionario.....119 |
| Apéndice Tres | Glosario.....120 |

Abstract

Nimia I. Guzmán Rivera (M.S., Environmental Science)

The compost vegetal as an alternative to reduce yard wastes in the Sanitary Landfill

System of Guayama Puerto Rico. (May/2007)

Abstract of Master's thesis at the *Universidad del Turabo*.

M.S. thesis supervised by Prof. Pedro Modesto and Dra. Teresa Lipsett.

No. of pages in the text 122

At the present, the island of Puerto Rico is confronting several solid waste management problems due to its excessive waste generation, consumption behavior and lack of infrastructure. It is estimated that for the year 2010, over fifty percent (50%) of the sanitary land fill systems will reach the end of their useful life and will be closed.

The study's main reason and purpose is to analyze perception and awareness of Guayama residents regarding plant material compost as a viable and environmentally safe alternative to reduce the amount of yard waste that arrives at Guayama's sanitary land fill system and that of other municipalities. I also considered and examined how this management alternative may contribute towards extending the useful life of these systems.

Is study was conducted by means of a descriptive model and the research data was recollected using a twenty five (25) question survey.

Capítulo Uno

Introducción

Antecedentes

Los problemas relacionados con los desperdicios sólidos se remontan desde el inicio de las civilizaciones hasta la actualidad. Con la evolución de la humanidad y el advenimiento de la tecnología se ha hecho más palpable la problemática del manejo de los residuos. Los métodos utilizados en la disposición de los desperdicios sólidos han ido evolucionando con el paso de los años. En un principio la basura se depositaba en las calles, a los ríos o mares, también se enterraba, se usaba como alimento para animales o se quemaba. Con el desarrollo de más y mejores tecnologías, los métodos de disposición y manejo de los desperdicios sólidos, podríamos decir que han mejorado, aunque la pregunta de qué hacer con los desperdicios continúa latente en todas las sociedades y gobiernos del mundo.

Es importante reconocer el profundo impacto que han provocado las actividades del hombre en las interrelaciones de todos los componentes del medio ambiente. El aumento en la generación de desperdicios sólidos probablemente se podría explicar basándonos en el crecimiento poblacional, la alta densidad urbana, la expansión industrial, la explotación de recursos no renovables, los nuevos y difundidos adelantos tecnológicos, el automóvil, los cambios en la tecnología de empaque de los artículos de consumo y la cultura consumerista que hemos adquirido a través del tiempo (Autoridad de Desperdicios Sólidos, ADS, 2003).

Estos factores son sin duda los enemigos más grandes que puede tener nuestro medio ambiente. Se ha comprobado que su impacto atenta contra el derecho que tiene cada ser humano de gozar de un ambiente saludable (Gobierno de Puerto Rico, 1992) y pone en riesgo el disfrute de las futuras generaciones de puertorriqueños.

Los problemas ambientales son parte del desarrollo económico de los países y ciudades de todo el mundo, pero el mismo es imprescindible para satisfacer las necesidades sociales y económicas de la población. Con el devenir del tiempo, el ser humano se ha dado cuenta que es necesario mantener un equilibrio y armonía entre el hombre y su medio ambiente, también ha creado conciencia de las consecuencias de sus acciones y se ha vuelto conocedor de su responsabilidad como individuo; de conservar y proteger el mundo natural que lo rodea. Como consecuencia del entendimiento y aceptación de nuestros derechos y obligaciones con el ambiente, y como resultado de eventos y desastres ambientales (López-Feliciano, 1999) surgen diferentes tratados y acuerdos alrededor del mundo para proteger el entorno natural. Las leyes ambientales que regulan la actividad humana en Puerto Rico tienen dos fuentes: las leyes federales y las estatales. En Puerto Rico la política pública ambiental se promulgó mediante la Ley sobre Política Pública Ambiental, Ley Núm. 9 de 18 de junio de 1970, la cuál ha sido reemplazada por la Ley Núm. 416 del 22 de septiembre del 2004, con el propósito de proteger la salud pública y el ambiente. A partir del 1970 se estableció el movimiento ambiental que conocemos hoy día y se han creado un sinnúmero de leyes y reglamentos. El movimiento ambiental en Puerto Rico no florece hasta la década de los noventa, mediante la difusión pública de los problemas ambientales que aquejan a las comunidades dentro de la sociedad puertorriqueña.

Planteamiento del Problema

La generación de residuos sólidos ha estado presente en todas las actividades humanas y como resultado del desarrollo de las civilizaciones, pero con el pasar del tiempo el volumen, la cantidad y la peligrosidad de los mismos ha aumentado. El aumento en la generación de desperdicios en Puerto Rico, no es proporcional a la infraestructura disponible para su manejo y disposición (ADS, 2003), como resultado se afecta el ambiente natural que nos rodea y se puede crear un desequilibrio ecológico.

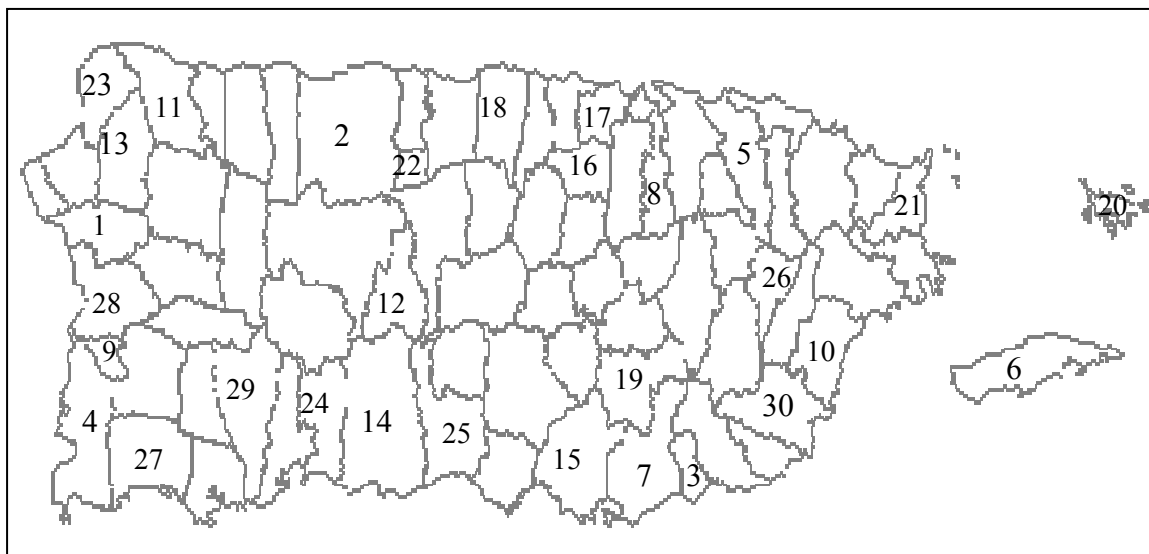


Figura 1.01. Sistemas de Relleno Sanitario operando en Puerto Rico para el año 2006 (JCA, 2006).

Uno de los factores de mayor contribución en la generación de residuos sólidos, ha sido el consumo desmedido de productos de corta vida, lo cual obliga al consumidor a reemplazarlos con más frecuencia (Junta de Calidad Ambiental, JCA, 2005).

Tabla. 1.01 Listado de Sistemas de Relleno Sanitario Operando en Puerto Rico.

Municipios de Puerto Rico con Sistemas de Rellenos Sanitarios

| | | | | |
|--------------|----------------|---------------|---------------|----------------|
| 1. Añasco | 7. Guayama | 13. Moca | 19. Cayey | 25. Juana Díaz |
| 2. Arecibo | 8. Guaynabo | 14. Ponce | 20. Culebra | 26. Juncos |
| 3. Arroyo | 9. Hormigueros | 15. Salinas | 21. Fajardo | 27. Lajas |
| 4. Cabo Rojo | 10. Humacao | 16. Toa Alta | 22. Florida | 28. Mayagüez |
| 5. Carolina | 11. Isabela | 17. Toa Baja | 23. Aguadilla | 29. Yauco |
| 6. Vieques | 12. Jayuya | 18. Vega Baja | 24. Penuelas | 30. Yabucoa |

Como resultado de esta situación, en los años 1993 a 1994 en Puerto Rico se llevo a cabo el primer Estudio de Caracterización de los Residuos Sólidos. Este resultó ser una herramienta de trabajo fundamental, por que permitió identificar los componentes principales de residuos sólidos que llegaban a los Sistemas de Relleno Sanitarios (SRS). Este mismo estudio dejó ver que la disposición total de desperdicios en la isla era mayor a las 8,000 toneladas por día laborable, lo que equivale a 2.04 Kg. de residuos generados por cada individuo (ADS, 2003). Cuando este estudio se realizó, en Puerto Rico operaban sesenta y cuatro Sistemas Rellenos Sanitarios (SRS), de los cuales poco más de la mitad fue cerrado. A causa de la contaminación ambiental provocada por la ausencia de controles efectivos en los SRS. Luego en abril del 2003 se realizó el nuevo Estudio de Caracterización, en esta ocasión se estimo que la disposición de residuos asciende a 2,

713,625 toneladas al año, este cálculo se basó en 260 días y no en el año natural de 365 días. Los resultados del estudio indican que la mayoría de los materiales caracterizados en los SRS son potencialmente reciclables (ADS, 2003).

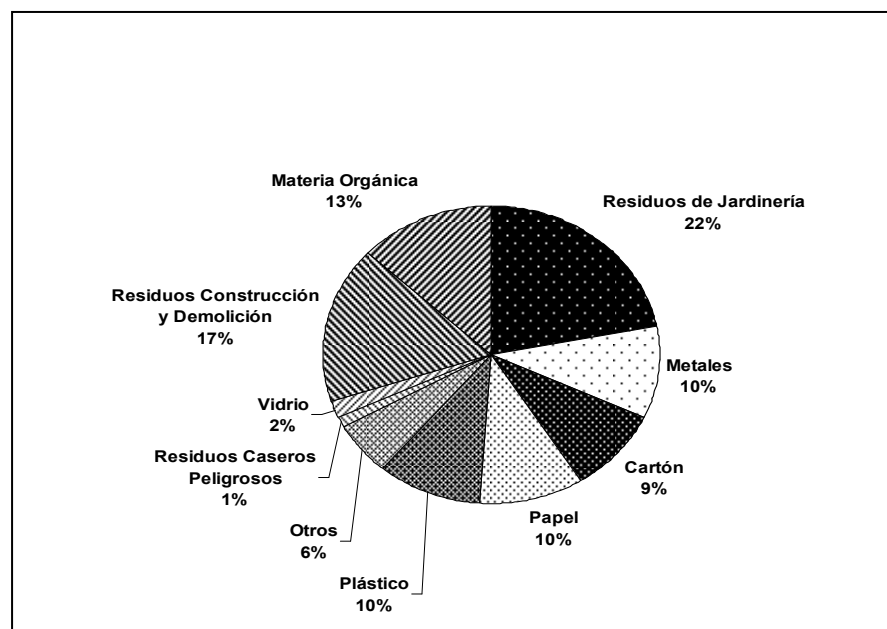


Figura 1.02. Composición de Residuos en Puerto Rico en el 2003 (ADS, 2003).

En Puerto Rico las áreas de disposición de los desperdicios sólidos, mejor conocidos como Sistemas de Rellenos Sanitarios o vertederos son limitadas, al día de hoy sólo 31 Sistemas de Relleno Sanitarios de 64 están operando, sin embargo la generación de desperdicios continúa aumentando (ADS, 2003).

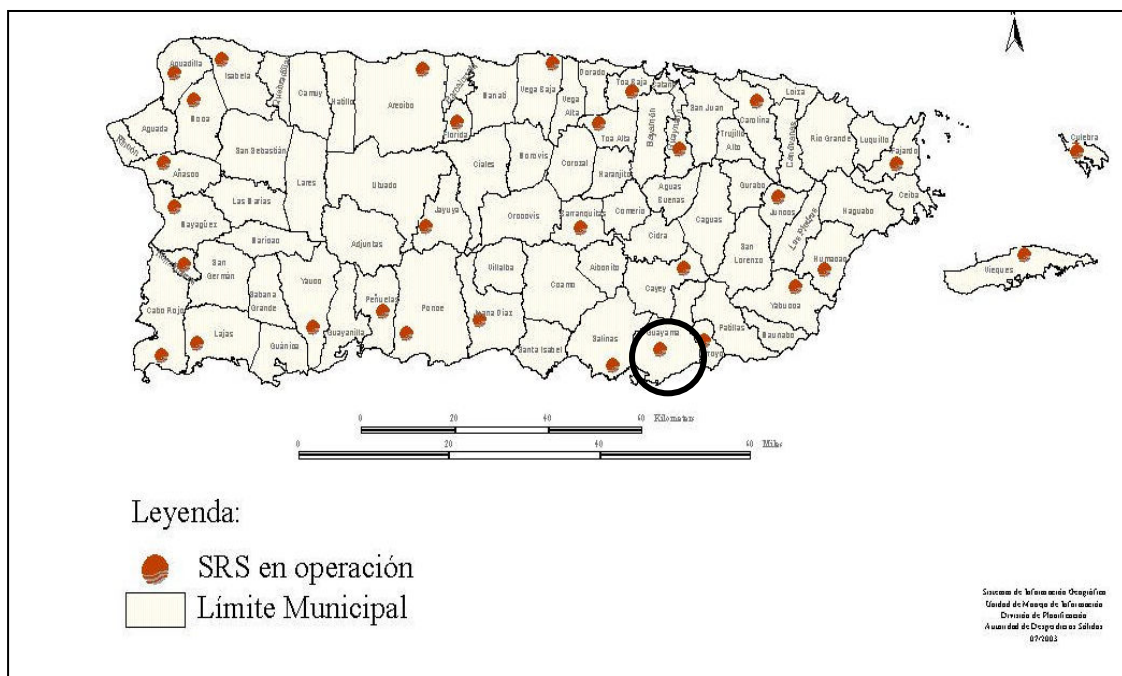


Figura 1.03. Distribución de Sistemas de Relleno Sanitario en Puerto Rico (ADS, 2003).

Los SRS reciben una gran cantidad de materiales altamente reusables y reciclables, como lo son el papel, cartón corrugado, metales ferrosos y no ferrosos, vidrio, plástico y material vegetativo, entre otros. Como consecuencia los SRS se abarrotan de materiales que al ser recuperados podrían volver a la economía como productos o materia prima. De esta forma maximizaríamos los usos de los SRS y solamente dispondríamos los residuos que no pudieron ser recuperados. El problema con los Sistemas de Relleno Sanitarios (SRS) es que están llegando al límite de su vida útil y por tal razón tenemos que comenzar a desarrollar otras alternativas para manejar los desperdicios sólidos (JCA, 2005). Existen varias formas para el manejo de los desperdicios que se podrían emplear en Puerto Rico, entre las cuales se encuentra el reciclaje, la incineración y la composta (JCA, 2005). Es de conocimiento general que en Puerto Rico desde el 1995 se estableció

la meta de reciclar el 35% de los desperdicios que generamos pero a pesar de las iniciativas y esfuerzos del gobierno, empresas privadas y organizaciones comunitarias, la realidad es que a la fecha de hoy solo se ha logrado reciclar el 11% (ADS, 2003). Las razones a las que le podemos atribuir el fracaso del reciclaje de los desperdicios sólidos en Puerto Rico: los patrones de consumo y el consumo desmedido que presenta nuestra población, la proliferación de vertederos clandestinos debido a la falta de infraestructura adecuada para manejar estos desperdicios, a los avances tecnológicos que promueven la disposición de residuos electrónicos, la ausencia de equipo de los municipios para el recogido de materiales voluminosos o de difícil manejo, la carencia de instalaciones intermedias o de disposición final accesible a la ciudadanía propiciando vertederos clandestinos y los eventos climatológicos. También podemos mencionar que el cumplimiento de la reglamentaciones federal y estatal aumenta el costo operacional de las instalaciones, la ausencia de presupuesto para poder cumplir con la reglamentación vigente, es una razón peso; las altas tarifas de disposición, la carencia de programas de reciclaje municipales efectivos y que estén acorde con las necesidades de la ciudadanía y la operación inadecuada de rellenos sanitarios. La carencia de una base de datos precisa que permita generar datos confiables, tanto para los residuos especiales como para los datos relacionados con la operación de instalaciones y los programas de reciclaje es también una limitación. Además podemos mencionar el presupuesto limitado que tienen los municipios para poder ofrecer el servicio de recogido de los materiales reciclables a las escuelas, la ausencia de recipientes adecuados para depositar los materiales reciclables recuperados en las comunidades y agencia gubernamentales participante, la limitación de lugares o espacios disponibles en las escuelas e instituciones para almacenar el material

recuperado de forma adecuada y segura, la necesidad fundamental de asignar un presupuesto operacional a los programas de reciclaje. Las asignaciones presupuestarias de los municipios es limitada y restringe la posibilidad de continuar impulsando y fortaleciendo los programas de reciclaje, su desarrollo y el mantenimiento de los planes de emergencias para cada instalación designada al manejo de residuos sólidos (JCA, 2006).

En Puerto Rico se ha contemplado la tecnología de conversión termal o incineración de desperdicios sólidos como una alternativa para el manejo de los residuos generados. Esta tecnología presenta algunas ventajas con relación a la cantidad de residuos sólidos que se pueden tratar; la temperatura a la que se destruye el material es alta (3,200 °F) y la cantidad de oxígeno presente es baja, esto evita que se produzca tanto humo. Al darse el proceso bajo temperaturas altas se matan los patógenos, se destruye la mayor parte de los químicos orgánicos y estos procesos resultan en energía, otra ventaja es que el material resultante de este proceso, como lo son las cenizas pueden ser utilizadas para hacer bloques de concreto, suelo para semilleros, materiales de carretera y/o cubierta de vertederos. Sin embargo esta tecnología es una muy costosa, debido a que cuenta con un sistema muy sofisticado para la remoción de particulado, pero lo más preocupante es que los incineradoras tienen que funcionar con una cantidad de residuos mínima, lo que nos obligaría a continuar generando desperdicios de forma desmedida, y esto atenta contra el reciclaje y la Política Pública de Puerto Rico. Debido a la fuerte oposición de los grupos comunitarios y ciudadanos en general, en el mes de septiembre del año 2001, la Cámara y el Senado de Puerto Rico firmaron la Resolución Conjunta Núm. 9 donde se le dan instrucciones claras a la Autoridad de Desperdicios Sólidos a que

no avalen propuestas para el manejo de los desperdicios sólidos donde se involucre la conversión termal.

La última opción y la más viable para reducir la cantidad de desperdicios de jardinería que llegan hasta los SRS del país es la composta, la misma se define como el proceso por el cual los materiales sólidos son descompuestos en la presencia de oxígeno a través de acción bacteriana y otros microorganismos. En el proceso de la composta vegetal se mezcla la viruta con madera triturada que funge como agente abultador, la mezcla es compostada por 21 días y curada por un período de 30 días, a una temperatura de 103 °F a 150 °F, el resultado es un producto parecido al suelo con un alto contenido de nutrientes, para obtener una buena mezcla hay que mantener los niveles de nitrógeno, carbón, oxígeno y temperatura controlados.

Tomando en cuenta la ubicación geográfica en la que se encuentra la Isla de Puerto Rico, el clima tropical, la topografía, la composición de los suelos, la forestación y los estilos de vida de los ciudadanos, el método de composta despunta como la alternativa mas viable y ambientalmente amigable para el manejo de los desechos de jardinería.

Justificación del Problema

Para mayo del 2004 el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales y la Autoridad de Desperdicios Sólidos, bajo el amparo de los poderes conferidos por la Ley Núm.70 del 18 de septiembre de 1992, según enmendada, conocida como Ley para la Reducción y el Reciclaje de los Desperdicios Sólidos en Puerto Rico y la Ley Orgánica de la Autoridad de Desperdicios Sólidos, Ley Núm. 70 del 23 de junio del 1978, aprobaron el Reglamento para la Reducción, Reutilización y el Reciclaje de los

Desperdicios Sólidos en Puerto Rico. Dicho reglamento tiene entre sus propósitos desarrollar e implantar reglas y requisitos para establecer estrategias que disminuyan el volumen, cantidad y peligrosidad de los residuos sólidos que requerirán disposición final y propiciar su viabilidad económica y ambiental,. Además pretende modificar las prácticas de manejo y disposición existentes en los SRS del país, oficinas gubernamentales y en el sector privado, crea además un programa de desvío de material vegetal y paletas de madera, entre otros.

El Programa de Desvío de Material Vegetativo y Paletas de Madera, prohíbe la disposición final en los SRS del material vegetal y las paletas de madera. Esto aplicará a todos los generadores, dueños y operadores de SRS público o privados en Puerto Rico, municipios, agencias, así como el sector privado que empleen a once (11) personas o mas (ADS, 2004). Este reglamento regirá sobre el siguiente material vegetativo: ramas, troncos, árboles producto del desenganche, poda y recogido que llegan a los SRS del país y establece como alternativa para el manejo de dicho material el compostaje. Esta nueva reglamentación busca obtener el mayor rendimiento posible en los Sistemas de Relleno Sanitarios, debido a que dichos materiales son potencialmente reusables y reciclables, y ocupan mucho espacio (ADS, 2004).

Esta iniciativa obliga a los Alcaldes de los municipios de Puerto Rico a aprobar una Ordenanza Municipal para establecer y mantener un Plan de Reciclaje en conformidad con la Ley # 70, también obliga a los Municipios a proveer suficientes métodos y alternativas dirigidas para que las personas puedan reducir, reutilizar o reciclar los desperdicios sólidos, entre otras obligaciones.

Este reglamento establece que a partir de 1 de julio del 2005 todos los municipios de Puerto Rico tienen que tener su programa de desvío de material vegetal implantado y que ningún SRS podrá aceptar dicho material. Es necesario señalar que la situación económica de los Municipios es precaria, resulta difícil asignar un presupuesto operacional y administrativo para poder implantar y administrar este Plan de Reciclaje sino se cuenta con el dinero necesario, he aquí el mayor reto que enfrentan los municipios. Esta nueva reglamentación es el resultado de diferentes estudios que se han realizado en la Isla, como lo son los Estudios de Caracterización del 1994 y del 2003. Al analizar los resultados por tipo de material, se observó un aumento en las categorías de cartón (9%), material vegetal (22%) y material ferroso, también se vio reflejada la disminución en las categorías de vidrio (2%), papel (10%), metales no ferrosos y materia orgánica (13%) (ADS, 2004). Las aportaciones de residuos orgánicos, desechos de jardín y papel de baja calidad, totalizan cerca del 44% de los desperdicios depositados semanalmente (ADS, 2004).

La Autoridad de Desperdicios Sólidos le concedió un tiempo de gracia a los Municipios para que presentaran y establecieran los Programas de Desvío de sus jurisdicciones, el tiempo de gracia finalizó el 31 de marzo del corriente. A esta fecha se espera que cada Municipio este implantando su programa, de acuerdo a la literatura, solamente un municipio esta cumpliendo con este requerimiento.

La base fundamental de este trabajo es demostrar que la composta es la alternativa más adecuada para manejar el material vegetativo que a partir del 31 de marzo del 2006 tiene que ser desviado de la corriente de desperdicios que llegan a los SRS de Guayama y de país en general y así contribuir a alargar la vida útil del mismo. El propósito de este

estudio es redactar un Plan Estratégico de Manejo para el Desvío del Material Vegetal que llega al Sistema de Relleno Sanitario de Guayama, el cual le será sugerido al Municipio de Guayama. Se analizará si la composta de material vegetal es la mejor alternativa para reducir los desechos de jardinería que llegan al Sistema de Relleno Sanitario de Guayama y otros municipios, los cuales ya no pueden ser dispuestos en los SRS del país según lo estipula el Programa de Desvío de Material Vegetal y Paletas de Madera establecido bajo el Reglamento para la Reducción, Reutilización y el reciclaje de los Desperdicios Sólidos en Puerto Rico.

Preguntas de Investigación

1. ¿Cómo el Municipio de Guayama implantará el programa de Desvío de Material Vegetal de su Relleno Sanitario de acuerdo al Reglamento para la Reducción, Reutilización y el Reciclaje de los Desperdicios Sólidos en Puerto Rico?
2. ¿Es la composta de material vegetal la mejor alternativa para tratar el material que ya no puede ser dispuesto en los SRS a la luz del nuevo programa?
3. ¿Cuál será la receptividad del Gobierno Municipal de Guayama y de los demás municipios, su comercio y ciudadanos a la propuesta de la composta vegetal?
4. ¿Será económicamente viable para el Municipio de Guayama la inversión de capital en maquinaria, equipo y recurso humano necesario para implantar el programa de composta vegetal en su Sistema de Relleno Sanitario?
5. ¿Cuánto tiempo se alargaría la vida útil al SRS de Guayama, si se utiliza la composta para desviar el material vegetal que llaga a las facilidades?

Capítulo Dos

Revisión de Literatura

Introducción

La disciplina del derecho ambiental en Puerto Rico es de reciente creación en comparación con otras áreas del derecho, las cuales fueron establecidas hace cientos de años como medio para regular las actividades humanas dentro de la sociedad. Es a partir de la década de los ochenta que en Puerto Rico, siguiendo el derecho federal empieza a moldearse lo que hoy se conoce como derecho ambiental, hace escasamente veintinueve años. Lo que existía con anterioridad a dicha fecha eran leyes que de una forma u otra regulaban los recursos naturales, pero sin el enfoque interdisciplinario, multidisciplinario y/o proteccionista que les caracteriza hoy día (López-Feliciano, 1999).

No es hasta el 1952 que se establece en Puerto Rico una política pública gubernamental sobre los recursos naturales, mediante la adopción de la Constitución del Estado Libre Asociado, con ella se brinda a los recursos naturales una protección conservacionista, con el interés de protegerlos para beneficio de las presentes y futuras generaciones. La Constitución de Puerto Rico es el estatuto matriz del derecho ambiental en nuestra isla.

Luego de la Constitución, ninguna legislación especial recoge la política pública ambiental hasta el 1970, cuando se promulgo la Ley sobre Política Pública Ambiental, Ley Núm. 9 del 18 de junio del 1970, remplazada recientemente por la Ley. Núm. 416 del 22 de septiembre de 2004. Esta pieza legislativa constituye el primer y principal esquema estatutario adoptado en Puerto Rico para atender de modo integral los asuntos concretos que se plantean en el país en relación a la administración del medio ambiente

(López-Feliciano, 1999). La Ley Núm. 9 estableció la Política Pública Ambiental en Puerto Rico y los mecanismos para lograrlo, esta ley integró la disciplina de la ecología, las ciencias naturales, las ciencias sociales y el desarrollo económico, entre otras. Además, creó una entidad en la Oficina del Gobernador para ejecutarla, conocida como la Junta de Calidad Ambiental (JCA), la misma surge del artículo 1 de la Ley sobre Política Pública Ambiental, se estableció con el fin “de establecer una política pública que estimule una deseable y conveniente armonía entre el hombre y su medio ambiente; fomentar los esfuerzo que impedirían o eliminarían daños al medio ambiente y la biosfera y estimular la salud y el bienestar del hombre; enriquecer la comprensión de los sistemas ecológicos y fuentes naturales importantes para Puerto Rico” (Gobierno de Puerto Rico, 1970).

En Puerto Rico varias agencias gubernamentales regulan las normas de calidad y el estado del ambiente, pero son la Autoridad de Desperdicios Sólidos y la Junta de Calidad Ambiental (JCA) las principales agencias encargadas de fiscalizar el control, manejo y disposición de los desperdicios sólidos a través de sus reglamentos. La JCA se crea con el fin de “proteger la calidad del ambiente, mediante el control de la contaminación del aire, el agua y el suelo, y de la contaminación por ruido; utilizar todos los medios y medidas prácticas para crear y mantener las condiciones bajo las cuales el hombre y la naturaleza puedan existir en armonía productiva, y cumplir con las necesidades sociales y económicas y cualesquiera otras que puedan surgir con las presentes y futuras generaciones de puertorriqueños” (JCA, 1970).

Entre los deberes, facultades y funciones de la JCA podemos destacar que tiene el deber de adoptar reglas para la disposición de desperdicios sólidos, escoger la

infraestructura y escoger métodos para la disposición de estos desperdicios. Adoptar reglas adecuadas para la recuperación, uso almacenamiento, recolección, separación y disposición final de desperdicios sólidos (JCA, 1970).

La Junta de Calidad Ambiental en el año 2004 publicó el Informe sobre el Estado y Condición del Ambiente en Puerto Rico, en este informe se presentan los resultados del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos en 31 SRS y dos (2) estaciones, el cual se realizó en el 2003. Los resultados demostraron que en Puerto Rico todavía no se ha podido cumplir con la meta del 35% de reciclaje, según la Ley para la Reducción y el Reciclaje de los Desperdicios Sólidos, Ley Núm. 70, sino que solo se ha podido alcanzar el 10% (ADS, 2004). Con el propósito de alcanzar la meta del 35% de reciclaje, se han desarrollado programas y proyectos para la disminución de los desperdicios y el manejo adecuado de los mismos. Algunas de las iniciativas que ha tomado la JCA para poder cumplir con la meta del 35% de reciclaje son; la implantación de la Ley Núm. 61, la ley para crear las Áreas de Recuperación de material reciclable en los Complejos de Viviendas Publicas; Proyectos especiales, con esto se propone el desarrollo de estudios dirigidos a la evaluación de residuos de alto impacto como lo son los residuos electrónicos (*E-Waste*) y los residuos de construcción y demolición (*C&D*); otra iniciativa lo son los Proyectos de Infraestructura, los procesos de rehúso, reducción y reciclaje son prioritarios en la disposición de los residuos sólidos, por lo que es necesario continuar el desarrollo de la infraestructura existente dirigida a estos propósitos, entre otras.

Por otro lado tenemos la Autoridad de Desperdicios Sólidos (ADS), la cual es una agencia gubernamental creada al amparo de la Ley Núm. 70 del 23 de junio de 1978,

según enmendada, con el deber ministerial de establecer y ejecutar la política pública concerniente a los aspectos técnicos, administrativos y operacionales del manejo de los residuos sólidos. También tienen la obligación de evaluar, planificar e implantar estrategias para el manejo racional de los residuos sólidos a fin de proteger el ambiente, la salud pública y conservar los recursos naturales de Puerto Rico. Bajo esta agencia se creó la Ley para la Reducción y el Reciclaje de Desperdicios Sólidos en Puerto Rico, Ley Núm. 70 del 18 de septiembre de 1992, esta ley se implantará mediante la opción de las siguientes medidas: regular mecanismos para reducir el volumen de desperdicios, promover el desarrollo de consorcios municipales para el establecimiento de proyectos de reducción y reciclajes, establecer separación en las fuentes, estimular la recuperación del material reciclable, mediante la concesión de incentivos a las empresas participantes, desarrollar programas educativos que promuevan la participación de todos los sectores y estimular el uso de materiales reciclados y reciclables en la elaboración de productos, así como su consumo, entre otros.

La Autoridad de Desperdicios Sólidos creó el Reglamento para la Reducción, Reutilización y el Reciclaje de los Desperdicios Sólidos, este reglamento se promulgó al amparo de la Ley Núm. 70 del 18 de septiembre de 1992, según enmendada. Entre los propósitos de este reglamento podemos mencionar el desarrollar e implantar reglas y requisitos para establecer estrategias que disminuyan el volumen, cantidad y peligrosidad de los residuos sólidos que requerirán disposición final y propiciar su viabilidad económica y ambiental, modificar las prácticas de manejo y disposición existentes en los sectores industriales, comerciales, de servicios, el gobierno y los ciudadanos para reducir el uso de los sistemas de relleno sanitario del país y la proliferación de vertederos

clandestinos utilizando tecnologías y procesos para la reducción de los residuos sólidos que se generen y la recuperación de materiales para ser devueltos a la economía como productos o materia prima, lograr la implantación y cabal cumplimiento con la siguiente jerarquía de manejo de residuos sólidos según ordenada en la Ley Núm. 70:

- a. La reducción de la cantidad de residuos sólidos que se generen.
- b. La reutilización de materiales para propósitos que no requieran su procesamiento.
- c. El reciclaje o compostaje del material que no pueda ser reutilizado.
- d. La recuperación de energía de residuos sólidos que no puedan ser reutilizados o reciclados, siempre y cuando la instalación de recuperación de energía conserve la calidad del aire, agua, suelos y otros recursos naturales y ambientales no renovables.
- e. La disposición de residuos sólidos que no puedan ser reutilizados, reciclados o utilizados para la recuperación de energía en sistemas de relleno sanitario que cumplan con los requisitos de las leyes y reglamentos federales y estatales aplicables.

El reglamento también tiene como propósito evitar o desviar el depósito de materiales potencialmente reutilizables o reciclables en los sistemas de relleno sanitario de Puerto Rico a fin de obtener el mayor rendimiento posible, extender la vida útil de los mismos y reducir sus impactos ambientales.

Dentro de los capítulos que presenta este Reglamento, se recoge el Capítulo 9, titulado Desvío de Material Vegetal y Paletas de Madera. El material vegetal se define como hojas, ramas, ganchos, troncos de árboles o cortes de grama, producto del mantenimiento

de las áreas verdes. Este es el tipo de desperdicios que más se dispone (22%) en los SRS del país, siendo un material altamente reutilizable. Este Capítulo aplicará a todos los generadores, dueños y operadores de sistemas de relleno sanitario públicos o privados en Puerto Rico, a municipios, agencias, así como a las entidades del sector privado que empleen a once (11) personas o más. “Este Capítulo regirá sobre las paletas de madera provenientes de programas de reciclaje o que hayan sido producto de procesos de separación en la fuente, y sobre los siguientes materiales vegetativos: ramas, troncos y árboles producto del desganche, poda o recogido que llegan a los sistemas de relleno sanitario en Puerto Rico. La finalidad del capítulo es obtener el mayor rendimiento posible de las áreas activas en estos sistemas debido a que dichos materiales ocupan gran espacio y tienen el potencial de ser reutilizados o reciclados” (Ley Núm. 70). Este Reglamento prohíbe la disposición final en los SRS del material vegetal y las paletas de madera a partir del 1 de julio de 2005.

Las obligaciones que contempla este reglamento son que todo municipio, agencia o entidades del sector privado que emplee a once (11) personas o más, que generen o manejen paletas de madera o material vegetativo deberán establecer un programa de recuperación y separación en la fuente de dichos materiales para lograr el desvío de dichos materiales conforme a este capítulo. Además, todo dueño y operador de un sistema de relleno sanitario público o privado deberá hacer los trámites pertinentes con sus usuarios para que el material vegetativo y paletas de madera que lleguen a sus instalaciones estén separados de otros residuos, ya sea triturados o sin triturar. En caso de que lleguen sin triturar, la trituración de estos materiales será responsabilidad tanto del dueño como del operador de dicho sistema de relleno sanitario. Todo dueño y operador

de sistema de relleno sanitario deberá ofrecerle un uso o aplicación ambientalmente segura y económicamente viable a los materiales triturados e identificados en el inciso número 2 de esta Regla, adoptando la siguiente jerarquía de manejo:

- a. Compostaje.
- b. Venta o donación a personas dedicadas a la reutilización de estos materiales.
- c. Cobertura alterna en los sistemas de relleno sanitario, ya sea:
 - i. La utilización del material triturado como complemento a la cubierta diaria necesaria para soterrar los desperdicios sólidos (este uso requiere que se someta una solicitud de dispensa a la Junta de Calidad Ambiental, según el Reglamento para el Manejo de los Desperdicios Sólidos No Peligrosos de dicha agencia); o
 - ii. Control de erosión y mantenimiento de taludes.
- d. En caso de demostrarse la imposibilidad de utilizar para compostaje, venta, donación o cobertura alterna los materiales triturados e identificados en el inciso número 2 de esta Regla, se podrá permitir la disposición final de dichos materiales en un sistema de relleno sanitario, previa dispensa escrita emitida por la Autoridad.

4. Todo dueño y operador de un sistema de relleno sanitario deberá preparar un Plan de Desvío para el material que llegue triturado o sin triturar a su instalación. Dicho plan deberá ser aprobado por la Autoridad previo a su radicación ante la Junta de Calidad Ambiental como enmienda al correspondiente Plan de Operación del sistema de relleno sanitario.

5. Todo Plan de Desvío deberá ser revisado y actualizado, de ser necesario, como parte del proceso de renovación del Permiso de Operación de cada sistema de relleno sanitario.

Al igual que todas las reglas, este Reglamento también tiene sus excepciones. Si el generador, dueño u operador de SRS no pudiera cumplir con las disposiciones de este Capítulo el mismo tendrá que presentar una solicitud de dispensa. La Autoridad podrá emitir una dispensa al generador, dueño u operador de sistema de relleno sanitario para la disposición final de los mismos en los rellenos sanitarios del país ante una solicitud fundamentada con evidencia de ausencia y/o falta de capacidad de las instalaciones que lleven a cabo la reutilización o reciclaje de los materiales regulados en este capítulo. Previo a la radicación de una solicitud de dispensa, el solicitante o su representante autorizado solicitarán una reunión con personal de la Autoridad para explicar la situación.

Cada solicitud de dispensa incluirá lo siguiente:

- a. Las razones que fundamentan la petición de dispensa. Las mismas serán expuestas con claridad e incluirán una explicación de por qué es imposible cumplir con las disposiciones de este Capítulo.
- b. Una descripción y evidencia de todas las acciones tomadas para tratar de darle cumplimiento a lo dispuesto en este Capítulo.
- c. La solicitud deberá incluir especificaciones sobre el término de vigencia solicitado, volumen máximo que será necesario disponer y sistemas de relleno sanitario considerados en los que se podría depositar el residuo.
- d. Copia del permiso de operación, incluyendo el Plan de Desvío, cuando la dispensa sea solicitada por el dueño u operador de un sistema de relleno sanitario.

La Autoridad atenderá las solicitudes de dispensa en un periodo no mayor de diez (10) días laborables a partir de la fecha de su recibo en la agencia. De la Autoridad no notificar su determinación en dicho término se entenderá aprobada la solicitud. No obstante, la Autoridad podrá hacer requerimientos adicionales y posteriormente modificar las condiciones de la dispensa. En la dispensa incluirá el término de vigencia, volumen máximo a disponer y los SRS en los cuales se permitirá depositar el residuo (ADS, 2004).

Con el propósito cumplir con la fecha de implantación de este reglamento, el 1 de julio del 2005, la ADS invirtió \$1,864, 280 dólares en la compra de 76 trituradas las cuales fueron otorgadas a 75 municipios con el interés de que se implanten actividades de desvío de material, uso y aplicación de vegetativo en todos los municipios. Los municipios de Arroyo, Coamo, Guánica, Guayanilla, Juana Díaz, Patillas, Peñuelas, Ponce, Salinas, Santa Isabel, Villalba y Yauco, o sea el área sur, se han encaminado hacia el cumplimiento de este Reglamento presentando ante la Junta de Calidad Ambiental y la Autoridad de Desperdicios Sólidos su respectivos Programas de Desvío para su aprobación (ADS, 2004).

El primer paso que se establece como jerarquía de manejo de los desperdicios sólidos, según ADS es el compostaje de los residuos sólidos. El mismo consiste en la descomposición o fermentación natural de los residuos orgánicos, es decir por la acción biológica de los microorganismos presentes, dando origen a un producto denominado composta (EPA, 1994). Este es un producto orgánico estabilizado, cuyas propiedades lo hacen particularmente útil como acondicionador de suelos y en menor grado como fertilizante vegetal. La aplicación de este proceso para el tratamiento de los residuos orgánicos ha sido muy utilizado en el mundo, se aplica principalmente a residuos

fácilmente degradables, como lo son los residuos de patio; además se aplica a la fracción orgánica de los desperdicios de origen urbano. Sus aplicaciones pueden ser tanto a escala doméstica como en el ámbito industrial (EPA, 1994).

Como medida de fiscalización, la Autoridad multará a cualquier municipio o agencia que incumpla con las disposiciones del Reglamento o la Ley Núm. 70 con multas administrativas que no excedan de \$1,000.00 por cada día de violación. Cualquier persona natural podrá ser penalizada con multas administrativas que no excedan los \$25,000.00. Si se continua con los actos que ya se han multado, la Autoridad puede imponer otra multa administrativa de hasta un máximo de \$50,000.00. La Autoridad, representada por sus empleados (administrativos, técnicos o legales) es la agencia fiscalizadora y responsable del cumplimiento de este reglamento (ADS, 2004).

Proceso de Composta

En el compostaje, la transformación de la materia orgánica se efectúa por la actividad de diversos microorganismos, tales como bacterias y hongos, siendo las bacterias las que desempeñan el papel principal. La transformación de los residuos sólidos en humus, puede ocurrir de dos (2) formas distintas; descomposición aerobia y anaeróbica. En la digestión aerobia los residuos se degradan en presencia de oxígeno con la ayuda de los microorganismos (bacterias y hongos). En el proceso de biodegradación la pila alcanza una temperatura superior a los 90° F, se recomienda compostar en estructuras con dimensiones desde 3 x 3 x 3 pies hasta 5 x 5 x 5 pies. La descomposición de los residuos puede durar de tres (3) a cuatro (4) meses. Por otro lado, en la degradación anaeróbica los residuos se biodegradan en ausencia de oxígeno. La composta puede ser elaborada bajo tierra o en un lugar cerrado. Las temperaturas que llegan a obtenerse bajo este

proceso son similares a las del método aeróbico. En la mayoría de los casos, a esta composta se le añaden activadores bacterianos para reducir el proceso de descomposición hasta seis (6) semanas (EPA, 1994).

Los métodos más usados para este tipo de proceso, se basan en la acumulación de los residuos en forma de pilas o hileras colocadas directamente en el terreno natural o sobre superficies pavimentadas o de concreto, cuyas características dependerán de las condiciones locales tales como son la disponibilidad de equipos para mover los residuos, disponibilidad de la mano de obra, condiciones climáticas como temperatura, lluvia, humedad, viento, etc. La altura más conveniente de la hilera varía de 1.00 m como mínimo a 1.80 m como máximo, cabe señalar que las hileras muy altas sufren compactación por el propio peso, exigiendo volteos más frecuentes para mantener la condición aeróbica de la masa orgánica; en cambio, las hileras que son muy bajas tienen el inconveniente de que pierden calor rápidamente y no alcanzando la temperatura óptima que se requiere para el desarrollo de los organismos termofílicos y la destrucción de los patógenos, por lo que la descomposición de la materia orgánica puede llegar a detenerse. Para evitar una excesiva pérdida de humedad, se recomienda que las hileras midan de 2.40 a 3.60 m de ancho en la base, el largo dependerá de la cantidad de basura que se tenga y es posible ir aumentando diaria y progresivamente su longitud hasta donde permita el terreno (EPA, 1994).

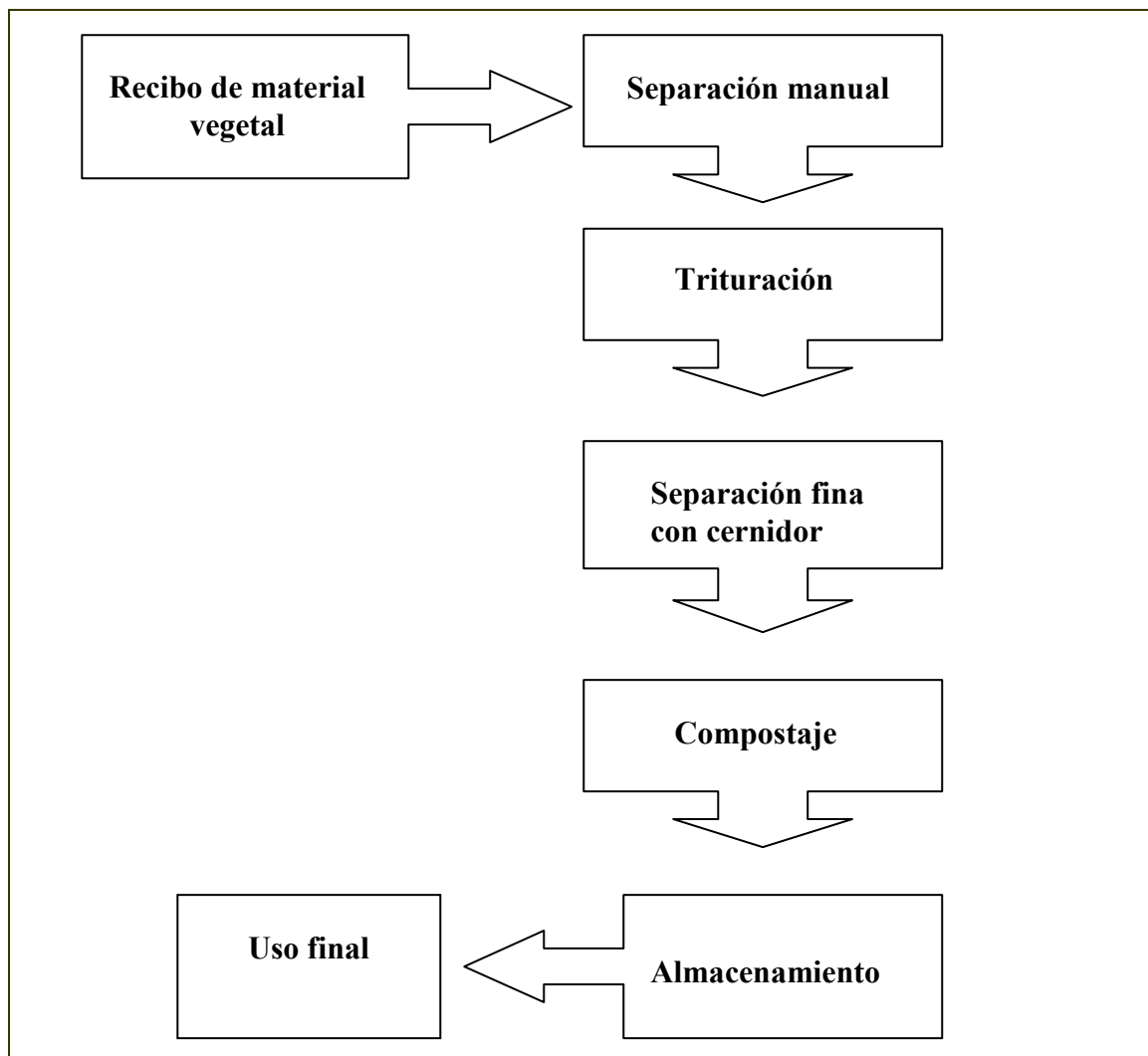


Figura 2.01. Diagrama del Proceso de Composta.

La formación de la composta, en cualquier proceso que se utilice, se lleva a cabo en diferentes fases, las mismas se describen a continuación:

- a. **Fase de Degradación:** comienza tan pronto como se establecen las condiciones adecuadas, los microorganismos utilizan los azúcares, la celulosa simple, los aminoácidos y almidones presentes en los residuos crudos, rompiendo los compuestos complejos para liberar nutrientes, con lo que la

cantidad de microorganismos comienza a incrementar. Debido a ésta actividad, se comienza a incrementar la temperatura en la hilera. Cuando se encuentran grandes cantidades de material altamente putrescible, el período de degradación es muy breve.

- b. **Fase de Conversión:** es un período de transición entre una fase y otra, en la que hay un crecimiento exponencial de la cantidad de microorganismos y por tanto una intensificación de actividad biológica, dicha actividad se manifiesta con un incremento abrupto de temperatura.
- c. **Fase de Curación:** en esta fase, se incrementa constantemente la cantidad de material resistente a la acción bacteriana y por lo tanto la proliferación de microorganismos entra en etapa de decaimiento y la temperatura también comienza a entrar en una disminución, que persiste hasta que se alcanza la temperatura ambiente.

Algunos factores que influyen en el proceso de compostaje son los siguientes:

- a. **Concentración de Nitrógeno y Carbono:** para que ocurra un proceso adecuado de compostaje es necesario un balance entre materiales con una concentración alta de Carbono (residuos de color marrón), empleados para generar energía, y materiales con una concentración alta de Nitrógeno (residuos de color verde), que son necesarios para el crecimiento y la reproducción. Una buena mezcla consiste en balancear los verdes y los marrones, se recomienda preparar mezclas con la misma cantidad de cada residuo.

- b. **Humedad:** esta debe estar entre 40% y 60%, si se reduce a menos de 40% las bacterias disminuirán su labor y entrarán en una etapa inactiva. Si sobrepasa el 60% la descomposición disminuirá y se producirán olores objetables.
- c. **Oxígeno:** los microbios que trabajan con oxígeno para producir composta son aeróbicos, por lo que requieren de oxígeno para realizar el proceso, de no estar presente el aire, los microbios anaeróbicos causarán una descomposición más lenta de la materia orgánica. Para inyectar el oxígeno se recomienda voltear la hilera.
- d. **Temperatura:** según avanza el proceso de descomposición, la temperatura aumenta. Una hilera con temperatura entre los 90° F y 140° F es indicativo de un compostaje rápido. Temperaturas mayores a los 140° F reducen la actividad de los organismos y menores de 90° F retardan el proceso.

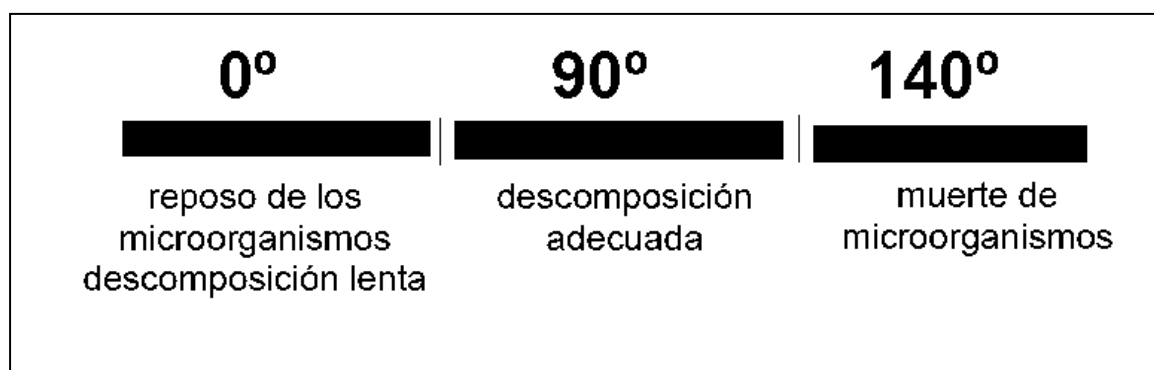


Figura 2.02. Temperaturas ideales para un proceso de descomposición (ADS, 2006).

Los métodos más comunes para producir composta de material orgánico son los siguientes:

- a. **Método de hileras:** el material se aglomera en pilas o hileras alargadas, se ventila periódicamente por medio de volteo mecánico.
- b. **Método de pilas estáticas aireadas:** el material compostable es sometido a un sistema de ventilación mecánica forzada “blowers” y es revestida con una capa de composta madura.
- c. **Método “incluido en el recipiente” (In-vessel):** el proceso se lleva a cabo dentro de un cilindro, dron o estructura similar, controlando la temperatura, el aire y la humedad.

El período de compostaje depende de varios factores, entre los que destacan por su importancia: el tamaño de las partículas o material, mantenimiento de las condiciones aeróbicas, contenido de humedad y relación de Carbono/Nitrógeno. Se estima que el período de compostaje mediante procesos naturales dura de 15 a 90 días. Hay que tomar en cuenta el por ciento de humedad del lugar donde se realizará el compostaje, ya que es importante para la mezcla que la humedad se mantenga en el rango de 40% a 60%. El por ciento de humedad del municipio de Guayama es de 70%, la humedad del ambiente afecta la de la mezcla, quizás en el caso de Guayama sea necesario utilizar dehumificadores para extraer el exceso de humedad de la hilera. La composta, una vez elaborada puede retener hasta un 10 veces su peso en agua (EPA, 1994).

Plantas de Composta en Puerto Rico

Actualmente sólo el Municipio Autónomo de Carolina ha podido cumplir cabalmente con lo establecido en el Reglamento y ha logrado construir la primera Planta de Composta Municipal en Puerto Rico, esta planta se construyó con el fiel deseo de liberar el material vegetativo del SRS, extendiendo así su vida útil, y con el propósito de

convertir ese material en abono natural. La materia prima que recibe esta planta es el material vegetal producto del recogido de desperdicios domésticos producidos por los 50,000 habitantes de Carolina. El Gobierno Municipal está claro en que la elaboración de la composta, que la definen como un proceso natural de reciclar, ayudará a su Municipio a reducir entre un 50% y 80% la cantidad de residuo vegetal que depositan, se proyecta que la planta recupere un promedio de 66 toneladas de material reciclable por semana.

La planta de composta de Carolina comenzó sus operaciones en mayo 2006 y se construyó a un costo total de \$291,00 dólares, de los cuales \$46,000 se invirtieron en el permiso de operación, acondicionamiento del terreno y en el manejo de las aguas de escorrentías; \$206, 790 se utilizaron en la compra de equipo; un tractor, un cernidor, una volteadora y un “bucket” para el tractor. En la adquisición de instrumentos de medición de temperatura y humedad, se invirtieron \$4,162; otros \$2,510 fueron destinados a la compra de materiales y suministros y \$31,200 en servicios profesionales consultivos. El material vegetal llega a la planta a través del recogido de residuos domésticos y son depositados en la Planta de Reciclaje y Embalaje del Municipio, allí un equipo mecánico “loader” se encarga de acomodar en las correas el material que es transportado hasta donde se encuentran los sorteadores, quienes se encargan de separar el vegetativo del resto de los materiales; luego es transportado al área de triturado. Una vez el material se tritura, es acomodado en el suelo en forma de pilas o montículos, y allí se la da seguimiento por 60 días, hasta que el proceso de composta es completado. Durante este proceso la cantidad de humedad, el oxígeno, la temperatura y la materia orgánica son monitoreadas y controladas para obtener una buena mezcla. Una vez finalizado el periodo de 60 días, se procede a cernir el material a dos (2) pulgadas de largo con el

propósito de extraer residuos grandes que no pudieron ser descompuestos en el proceso. De esta forma el material está listo para utilizarse como abono natural. El Municipio de Carolina está utilizando el abono en su Bosque de Maderas Preciosas, en el vivero y lo regala a sus ciudadanos; el abono que no consuman se mercadea entre empresas privadas y agricultores, el dinero generado de estas actividades será utilizado en las actividades de la planta.

Plantas de Composta en Estados Unidos

Se analizaron dos (2) plantas de composta en Estados Unidos con el propósito de analizar la cantidad de material que reciben y el que generan, el equipo que utilizan, sus métodos y los usos que le dan al producto final, con el fin de poder decidir si la composta de material vegetal es una alternativa viable para el manejo de los desperdicios de patio que llegan al Sistema de Relleno Sanitario de Guayama. Se escogió una planta de capacidad mínima y otra de capacidad mediana para realizar la comparación. La planta de composta de capacidad mediana está ubicada en el estado de Nuevo México, la compañía se llama Soilutions, Inc. la misma recibe 110,096 m³/año de material vegetal, este material es triturado y luego pasa por el proceso de composta, el cual se realiza utilizando el método de hilera estática aireada. Se genera una cantidad de 30,582 m³/año de composta. Anualmente esta planta atiende alrededor de 14,00 personas. El producto final o sea la composta, se utiliza en los cultivos como acondicionador de suelos y para el control de erosión en el Sistema de Relleno Sanitario. Los equipos empleados en esta planta son dos (2) cargadores frontales, tres (3) camiones para mover el material vegetal dentro de la planta, una (1) trituradora y un (1) cernidor.

En el estado de Florida en la Ciudad de Miami, se encuentra la planta de capacidad mínima que se analizó, la misma se llama “Yard Management Facility”. Esta planta recibe 32,659 toneladas métricas/año de material vegetal, el cual es comportado utilizando el método de hilera estática aireada, generando 9,072 toneladas métricas/año. Esta planta utiliza la composta como acondicionador de suelos y la emplean en los parques y áreas verdes de la ciudad, además de venderla. Entre los equipos que utilizan podemos mencionar: un (1) cernidor, dos (2) camiones para transportar el material y un (1) cernidor de 3.18 cm.

En ambos estados se han creado leyes y regulaciones que prohíben la disposición del material vegetal en los Sistemas de Relleno Sanitarios con el fin de maximizar el uso de los mismos, y con el propósito de reutilizar este material que posee un alto potencial de ser reutilizado. Los beneficios que estas dos (2) plantas han obtenido por el uso de la composta vegetal son: una reducción de un 20% a un 60% del volumen original del material, han disminuido los gastos relacionados a la compra de fertilizantes, se le han devuelto nutrientes al terreno, y sobre todo han reducido la contaminación. Ambos estados han escogido la composta de material vegetal como la primera alternativa de manejo para el material vegetal que a dejado de ser dispuesto en los Sistemas de Relleno Sanitarios, gracias a sus beneficios. En Estados Unidos son varios los estados que tienen una legislación ambiental que prohíbe la disposición del material vegetal en los SRS.

En Puerto Rico la Autoridad de Desperdicios Sólidos, en su interés por que todos los municipios cumplan cabalmente con la nueva reglamentación, le concedió tiempo adicional a los municipios para que entregaran y establecieran sus Planes de Desvío, la fecha límite fue 31 de marzo de 2006. Al día de hoy la gran mayoría de los municipios

de Puerto Rico, se encuentran diseñando su Plan de Desvío de Material Vegetal y aún no han podido cumplir con las disposiciones del Reglamento (JCA, 2006). El Municipio de Guayama, comenzó a cumplir con algunas de las disposiciones del Reglamento en el mes de noviembre del 2006.

Tabla 2.01. Listado de estados en los Estados Unidos con legislación ambiental que prohíbe la disposición del material vegetal.

| Estados | Estados | Estados | Estados | Estados |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Alabama | Hawaii | Massachussets | New Mexico | South Dakota |
| Alaska | Idaho | Michigan | New York | Tennessee |
| Arizon | Illinoius | Minnesota | North carolina | Texas |
| Arkansas | Iowa | Mississippi | North Dakota | Utah |
| California | Indiana | Missouri | Ohio | Vermont |
| Colorado | Kansas | Montana | Pennsylvania | Virginia |
| Connecticut | Kentucky | Nebraska | Oklahoma | Washington |
| Delaware | Lousiana | Nevada | Oregon | West Virginia |
| Florida | Maine | New Hampshire | Rhode Island | Wisconsin |
| Georgia | Maryland | New Jersey | South Carolina | Wyoming |

El Plan de Desvío que esta realizando el Municipio de Guayama consiste en mover la trituradora que le proveyó ADS, a tres (3) puntos de encuentro ubicados en el estacionamiento de la Cancha Roque de Nido, estacionamiento de Obras Publicas Municipal y en la Comunidad Puente de Jobos, en el primer punto se recibirán los residuos del sector Guayama Pueblo, en el segundo punto se recibirán los residuos de los barrios Olimpo, Corazón, Carite, Palma, Guamani y Carmen; y en el tercer punto se recibirán los residuos correspondientes a los barrios de Puente de Jobos, Cimarrona, Puerto, Puente, Pozuelo y Villodas.

El material que se está desviando es solamente vegetal, las paletas de madera no se trituraran debido a que no cuentan con el personal suficiente para realiza el trabajo de quitar los clavos. Una vez el material se ha triturado, se depositara en el Sistema de Relleno Sanitario Municipal. La Oficina de Reciclaje de Guayama aun no tiene el dato de cuantos años le sumará al SRS la práctica de utilizar el material vegetal triturado como complemento a la cubierta diaria necesaria para soterrar los desperdicios sólidos, aunque seguramente serán mucho menos que si se utilizará la composta como alternativa de desvío, tal y como lo presenta el Capítulo 9 del Reglamento para la Reducción, Reutilización y el Reciclaje de los Desperdicios Sólidos en Puerto Rico.

Capítulo Tres

Metodología

Introducción

En este capítulo se presentará la metodología utilizada para llevar a cabo este estudio, el diseño del instrumento de investigación, que factores se tomaron en cuenta para determinar la muestra, los procedimientos realizados para la recopilación de los datos, además se presentarán los análisis estadísticos utilizados y el itinerario del proyecto. Este estudio contempló el desarrollo de un Plan de Manejo Sistemático para el Municipio de Guayama a través del programa de Desvío de Material Vegetal de su Relleno Sanitario de acuerdo al Reglamento para la Reducción, Reutilización y el Reciclaje de los Desperdicios Sólidos en Puerto Rico. Este estudio le provee al Municipio de Guayama una estrategia para lograr disminuir el volumen y cantidad del material vegetal que llega al SRS, utilizando el método de composta como instrumento para evitar que estos residuos lleguen al SRS y así aumentar la vida útil del mismo. El estudio se realizó utilizando como instrumento investigativo un modelo de ejecución descriptivo, el mismo es una investigación donde se presenta y describe la situación que actualmente está ocurriendo.

Se distribuyó un cuestionario entre los residentes de los barrios que componen el área urbana y rural del Municipio de Guayama, con el propósito de conocer cuál es la forma de pensar de las personas hacia la iniciativa del gobierno de no aceptar material vegetal en los SRS. El análisis estadístico de los resultados se realizó utilizando la aplicación de computadora Excel 2003, esta aplicación consiste de una hoja de cálculos

donde se presentan los datos numéricos que se interesa analizar, producto de la tabulación de los cuestionarios, además se crean formulas para ejecutar las operaciones matemáticas de necesarias y finalmente se crean gráficos de los datos de la hoja.

Como parte del proceso de investigación del estudio, se realizaron visitas al Programa de Reciclaje del Municipio de Guayama para conocer como ellos pretenden implantar el programa de desvío en su municipio. También se visito la Oficina Regional de la Junta de Calidad Ambiental de Guayama para obtener información sobre la condición actual del Sistema de Relleno Sanitario de Guayama. Se visitaron las facilidades del SRS para realizar una inspección visual del lugar, además se realizaron entrevistas con personal de la compañía encargada del recogido de basura con el propósito de obtener la caracterización de los desperdicios que llegan hasta el SRS. Como parte del proceso de investigación, se consultaron las leyes y reglamentos federales y estatales, aplicables a los recursos naturales, a los SRS y a las plantas de composta de material vegetal, además se analizaron plantas de composta en los Estados Unidos con el fin de poder elegir la composta como alternativa de manejo para el material vegetal de SRS de Guayama.

El estudio se realizó en áreas residenciales urbanas y rurales de Guayama, los estratos de donde se seleccionó la muestra probabilística estratificada son los siguientes; Algarrobo, Caimital, Jobos, Machete, Pozo Hondo y Pueblo, en este estudio no se han incluido los barrios de Carite, Carmen, Guamaní y Palmas debido a que su accesibilidad está limitada por distancias geográficas.

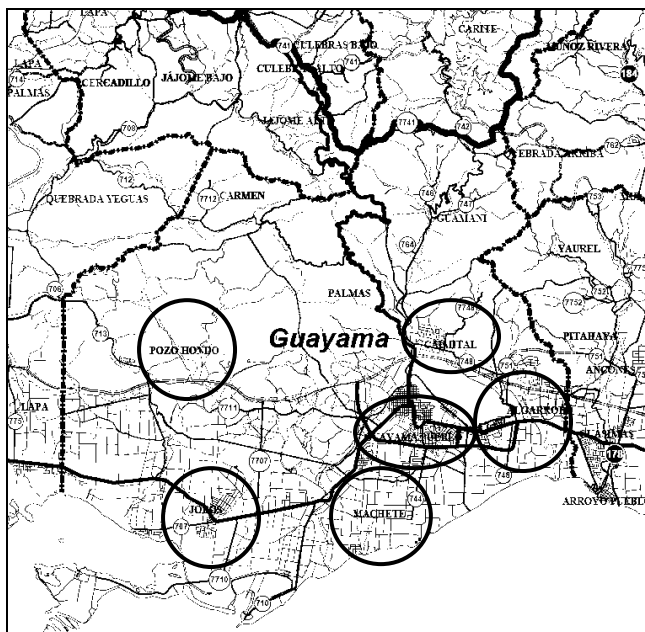


Figura 3.01. Mapa del Municipio de Guayama donde se incluyen los Municipios de Estudio, 2006.

Procedimiento para la Recolección de Datos

El instrumento investigativo se le administró a seis (6) estratos o barrios de un total de diez (10) en el municipio de Guayama, el cual cuenta con una población de 43,312 habitantes, esta muestra va a representar el área residencial del Municipio de Guayama. Para determinar el tamaño de la muestra de la población a impactar se necesitaron dos (2) elementos; el tamaño y la selección de elementos muestrales de forma aleatoria. El tamaño de la muestra se calculó con la varianza de la población y la varianza de la muestra, esta última expresada en términos de probabilidad de ocurrencia. La varianza de la población se calculó con el cuadrado del error estándar, el cual determinó la investigadora. Se calcularon los números de las residencias que se necesitan de cada estrato y se identificaron en los mapas de catastro que se buscaron en el Centro

de Recaudaciones Sobre Ingreso Municipal (CRIM). Se visitaron las residencias seleccionadas y se le explicó al jefe de familia en que consistía el estudio. Se les suministró el cuestionario, tuvieron la oportunidad de contestarlo en privado y al tener alguna pregunta se les explicó, siempre asegurando no influenciar en las contestaciones del encuestado.

Descripción del Instrumento de Investigación

La recopilación de los datos de esta investigación se realizó a través de un cuestionario de 25 preguntas. Las preguntas del cuestionario fueron diseñadas para determinar si la población tiene conocimiento de la nueva Reglamentación para el manejo del material vegetal, saber si los ciudadanos conocen lo que es la composta, averiguar cuál es la disposición que tienen los encuestados para separar los desecho de jardinería del resto de los desperdicios y saber si este tipo de iniciativa cuenta con el respaldo de la ciudadanía.

Las preguntas fueron de selección múltiple y la mayoría tienen las opciones de **sí, no algunas veces, nunca, siempre o frecuentemente**. A las personas que aceptaron realizar el cuestionario se le explicó cual es el propósito del estudio y cuán importante es su participación en el proceso de investigación.

Validación del Instrumento

El cuestionario que utilizado en esta investigación fue preparado y validado por Donato Ramos (2002), graduada de la Maestría de Manejo Ambiental de la Universidad del Turabo, la tesis fue presentada en Mayo del 2002. Las preguntas del cuestionario fueron evaluadas por un grupo de expertos, también se valida a través de la Validez de Campo.

Luego de aplicado el cuestionario arriba descrito y como parte del proceso de análisis de datos de esta investigación, se visitó la Planta de Composta del Municipio de Carolina con el propósito de conocer su funcionamiento, diseño y posibles mercados para la composta vegetal resultante de los procesos. La información obtenida en la Planta de Composta de Carolina es de suma importancia para este estudio por que sirve de modelo para desarrollar el Plan Estratégico de Manejo de Desvío de Material Vegetal, el cual es sugerido al municipio de Guayama para su implantación.

Procedimiento para Determinar el Tamaño de la Muestra

Para obtener un tamaño de muestra representativo del Municipio de Guayama dependeremos del valor del error estándar, el mismo fue calculado por la investigadora y corresponde a 0.015, esto significa que de cada 100 casos, 99 veces mi predicción será correcta (Hernández et al 2003).

Con el fin de determinar el tamaño de la muestra a ser encuestada utilizaremos la siguiente formula:

$$n = n' / (1 + n' / N) \quad \text{donde: } n' = (s^2 / v^2)$$

Donde:

n = tamaño de la muestra

n' = (S^2 / V^2) ; es el tamaño provisional de la muestra

N = tamaño de la población

\bar{y} = valor promedio de una variable = un (1) jefe por familia

Se = error estándar = 0.015 (determinado por la investigadora)

V² = varianza de la población; es el cuadrado de **Se**

S² = $p(1-p)$; es la varianza de la muestra expresada como la probabilidad de ocurrencia

de \tilde{y}

Para obtener el tamaño de nuestra muestra realizamos los siguientes cálculos:

Datos:

$N = 40,093$ habitantes de los estratos de estudio

$\tilde{y} = 1$ jefe de familia

$Se = 0.015$

Formula para determinar el tamaño provisional de la muestra:

$$n' = (S^2 / V^2) = 0.09 / 0.000225 = 400$$

$$S^2 = p(1-p) = .9(1-.9) = 0.09$$

$$V = (0.015)^2 = 0.000225$$

Formula para determinar el tamaño de la muestra:

$$n = n' / (1 + n' / N)$$

$$n = 400 / 1 + (400 / 40,093)$$

$n = 401$ residentes del Municipio de Guayama

Tabla 3.02. Distribución de Viviendas por Barrios de Estudio.

| Barrios | Población | Total de viviendas | Ocupadas | Vacantes |
|-----------|-----------|--------------------|----------|----------|
| Algarrobo | 7,377 | 2,546 | 2,315 | 231 |
| Caimital | 4,505 | 1,555 | 1,400 | 155 |

Continuación. Tabla 3.02.

| | | | | |
|-------------------|--------|--------|--------|-------|
| Jobs | 7,706 | 2,532 | 2,046 | 486 |
| Machete | 2,509 | 904 | 800 | 104 |
| Pozo Hondo | 885 | 343 | 278 | 65 |
| Pueblo | 17,111 | 6,934 | 6,072 | 862 |
| Total | 40,093 | 14,814 | 12,911 | 1,903 |

Fuente: Perfil Demográfico por Municipio, DC, 2000.

Para determinar la cantidad de familias por estratos que debíamos entrevistar se utilizó las siguientes formulas:

$$Sh = n/N$$

Donde:

Sh = es la desviación estándar de cada elemento en determinado estrato

n = tamaño de la muestra

N = tamaño de la población

$$Sh = 401/40,093 = 0.010$$

El total de la población de los estratos se multiplicó por esta fracción constante con el fin de obtener el tamaño de la muestra para el estrato. Sustituyendo tenemos:

$$Nh \times fh = nh$$

Donde:

Nh = población por estrato

fh = 0.010 es la fracción constante

nh = muestra a entrevistarse por cada estrato

Tabla 3.03. Proporciones por Estratos para la Administración del Cuestionario Final.

| Barrios | Población | Muestra |
|-------------------|------------------|----------------|
| Algarrobo | 7,377 | 74 |
| Caimital | 4,505 | 45 |
| Jobos | 7,706 | 77 |
| Machete | 2,509 | 25 |
| Pozo Hondo | 885 | 9 |
| Pueblo | 17,111 | 171 |
| Total | 40,093 | 401 |

Importancia del Estudio

A través de los resultados de esta investigación se ofrecerá al Municipio de Guayama información valiosa que los ayude a implantar su Programa de Desvío de Material Vegetal en su Relleno Sanitario, de acuerdo al Reglamento para la Reducción, Reutilización y el Reciclaje de los Desperdicios Sólidos en Puerto Rico. La información

que este trabajo proveerá podrá ser utilizada por otros municipios para el desarrollo de sus programas de desvío vegetal y así cumplir con las exigencias del nuevo programa.

También se espera analizar si la composta de material vegetal es la mejor alternativa para tratar el material que ya no puede ser dispuesto en el SRS de Guayama y si será costo efectivo la inversión de capital en maquinaria, equipo y recurso humano que el Municipio de Guayama tendrá que asumir para implantar este programa.

Itinerario del Proyecto

Noviembre 2006-----Administración de los cuestionarios

Enero 2007-----Aceptación de tesis

Febrero y Marzo 2007-----Terminar el muestreo y comenzar el
análisis de datos

Abril 2007-----Preparación defensa de tesis

Mayo 2007-----Presentación de tesis (4/mayo/2007)

Capítulo Cuatro

Resultados

Introducción

El propósito de este estudio fue analizar si la composta de material vegetal es la mejor alternativa para reducir los desperdicios de patio que llegan al Sistema de Relleno Sanitario de Guayama (SRS). Este análisis se realizó a través de la comparación de dos (2) plantas de composta en estados Unidos, Florida y Nuevo México, una planta es de capacidad mediana y la otra de capacidad mínima. En ambos estados hay leyes que prohíben la disposición de los desperdicios de patio en los Sistemas de Relleno Sanitario y utilizan la composta de material vegetal como primera alternativa de manejo. Con el uso de la composta estos estados han podido reducir los gastos relacionados a la compra de fertilizantes, han reducido la contaminación y han mejorado la condición de los terrenos. Actualmente, la forma en que el municipio de Guayama maneja el material vegetal no cumple con la jerarquía de manejo adecuada de los desperdicios sólidos, según la Ley Núm. 70 del 1992, es por esto que se escoge la composta vegetal como la mejor alternativa de manejo.

Este capítulo presenta los resultados finales obtenidos a través del estudio que se realizó en seis (6) barrios del Municipio de Guayama, los cuales fueron Algarrobo, Caimital, Jobos, Machete, Pozo Hondo y el barrio Pueblo. De estos barrios se seleccionó una muestra aleatoria estratificada de 401 individuos, la población de estudio se dividió en estratos (barrios), por que son más homogéneos que la población como un todo. Los elementos de la muestra o sea las familias entrevistadas, fueron seleccionadas al azar en

cada estratos. Se escogió este método por que las estimaciones de la población, basada en la muestra estratificada, usualmente tienen mayor precisión o menor error muestral, que muestreando la población entera mediante muestreo aleatorio simple.

Las preguntas de investigación postuladas en este trabajo cuestionan como el Municipio de Guayama implementaría un Programa de Desvío de Material Vegetal en su SRS, siguiendo las recomendaciones de este estudio, y si es la composta de material vegetal la mejor alternativa. Cuál es la receptividad del Gobierno Municipal y sus ciudadanos a la propuesta de composta vegetal y si es para Guayama costo efectivo la inversión de capital en maquinaria, equipos y recursos humanos necesarios para implantar el programa de composta vegetal en su SRS. Cuánto tiempo se alargaría la vida útil del SRS si se utiliza la composta para desviar el material vegetal.

Resultados de la Investigación

La administración del instrumento de investigación (ver Apéndice 1) comenzó el 16 de noviembre de 2006 y se extendió hasta el 8 de abril del 2007. Las entrevistas se realizaron semanalmente, de lunes a sábado, en las horas de la tarde, se seleccionó este horario con el propósito de poder encontrar en sus hogares a la mayor cantidad de personas posible, con excepción de los sábados que los cuestionarios se administraron durante el día.

El cuestionario que se administró contaba de 25 preguntas, las cuales medían el conocimiento de los encuestados sobre el reciclaje, lo que es la composta vegetal, la nueva reglamentación del gobierno para no aceptar desperdicios de patio en los SRS y si estaban dispuestos a separar el material, entre otras preguntas.

A continuación se presentan gráficamente los datos demográficos de la población, seguido de las contestaciones a las preguntas exploratorias.

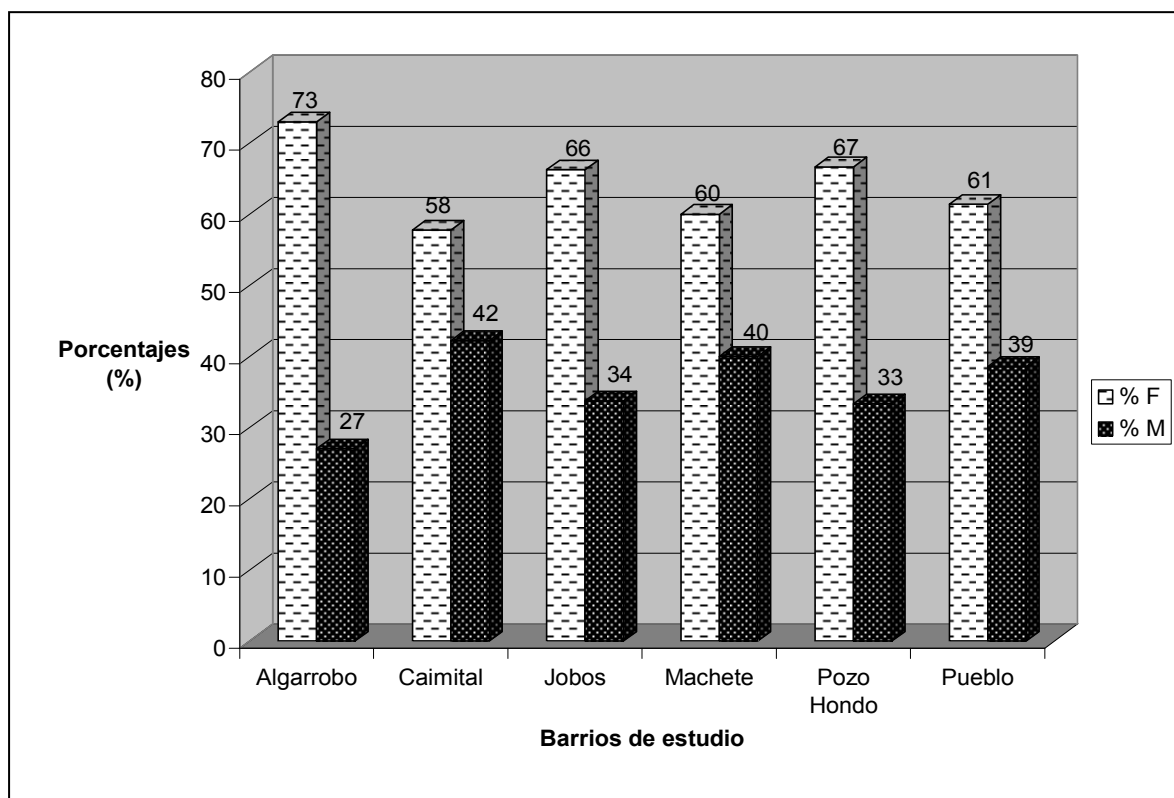


Figura 4.01. Población por género en los barrios de estudio del municipio de Guayama.

En todos los barrios de Guayama dónde se administró el cuestionario, la participación de las mujeres fue mayor comparada con la cantidad de hombres que se entrevistaron. El 61% de los entrevistados fueron mujeres y el 39% fueron hombres.

Con relación a la escolaridad de la población de estudio, el 20% de los encuestados tiene un grado de bachillerato completado o en proceso, un 35% solamente tienen el grado de escuela superior, un 22% tiene un grado asociado completado, un 19% tiene un nivel de escolaridad menor al grado de escuela superior, un 4% corresponde a personas con un grado de maestrías y el grado de doctorado no tuvo representación en la población de estudio.

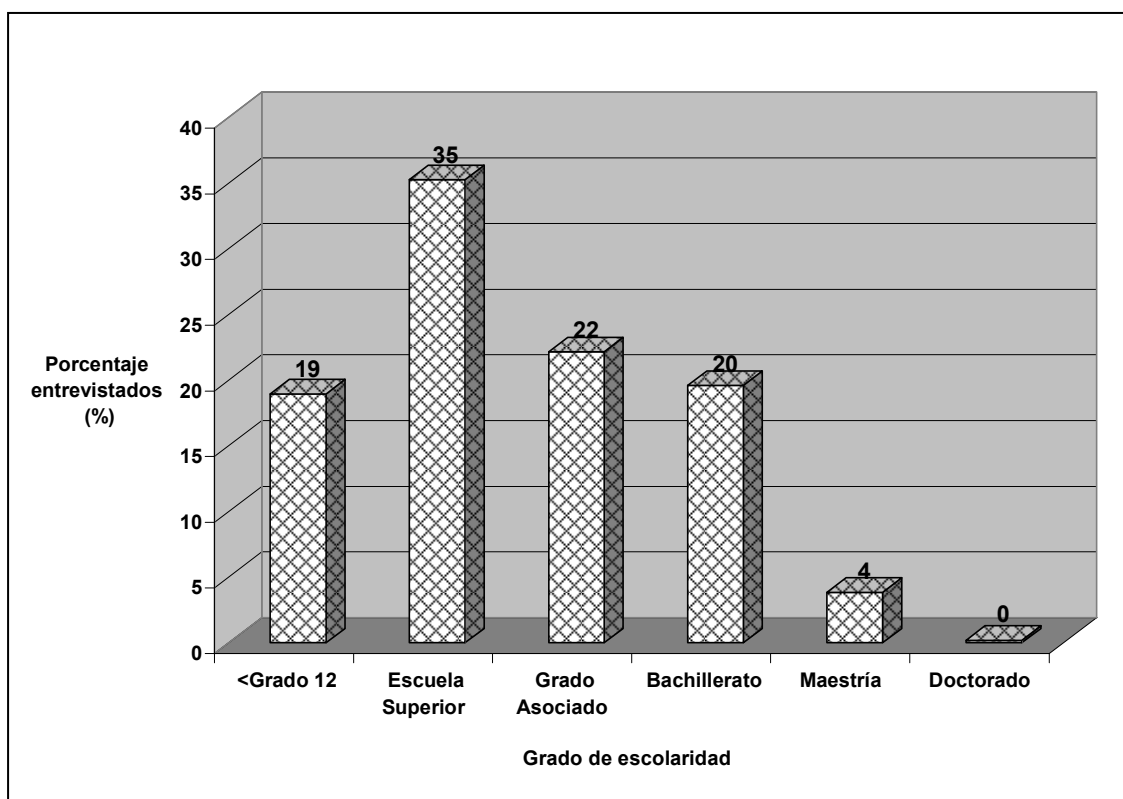


Figura 4.02. Grado de escolaridad de los entrevistados por barrio de estudio del municipio de Guayama.

El 45% de los entrevistados tienen un grupo familiar de tres (3) personas, el 25% de las familias son de cuatro (4) personas, un 16% son de dos (2) personas, un 8% es de cinco (5) miembros, un 5% de las familias son de una (1) persona y un 1% de seis (6) miembros.

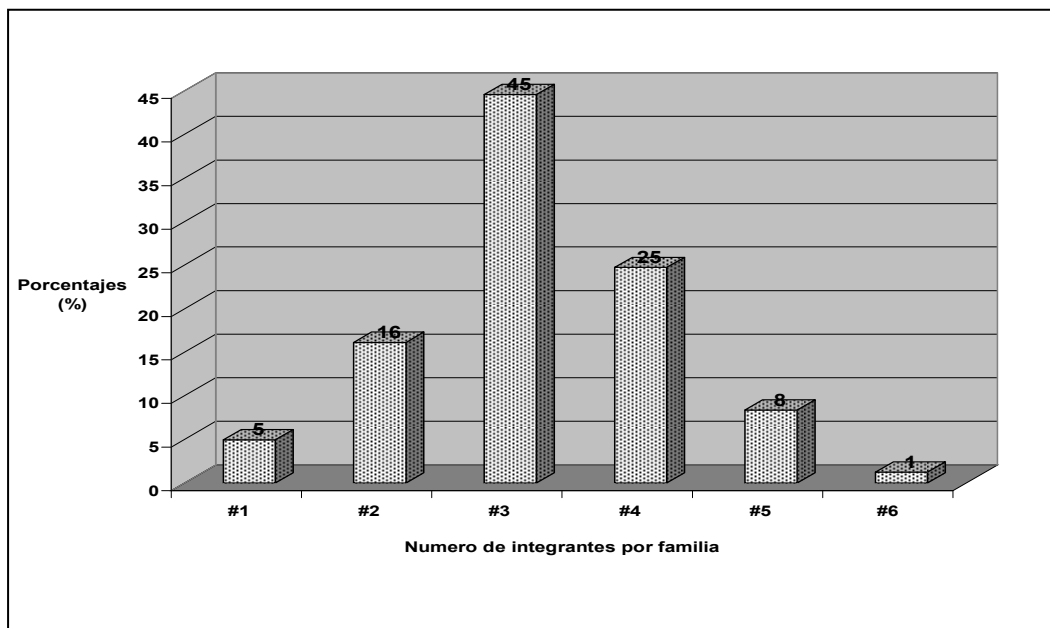


Figura 4.03. Composición familiar de los individuos entrevistados en el municipio de Guayama.

El 54% de los miembros de las familias entrevistadas se encuentran entre las edades de 30 a 39 años, el 30% se encuentran entre las edades de 40 a 49 años, un 14% corresponde a las edades de 20 a 29 años y el 6% corresponde a los mayores de 50 años.

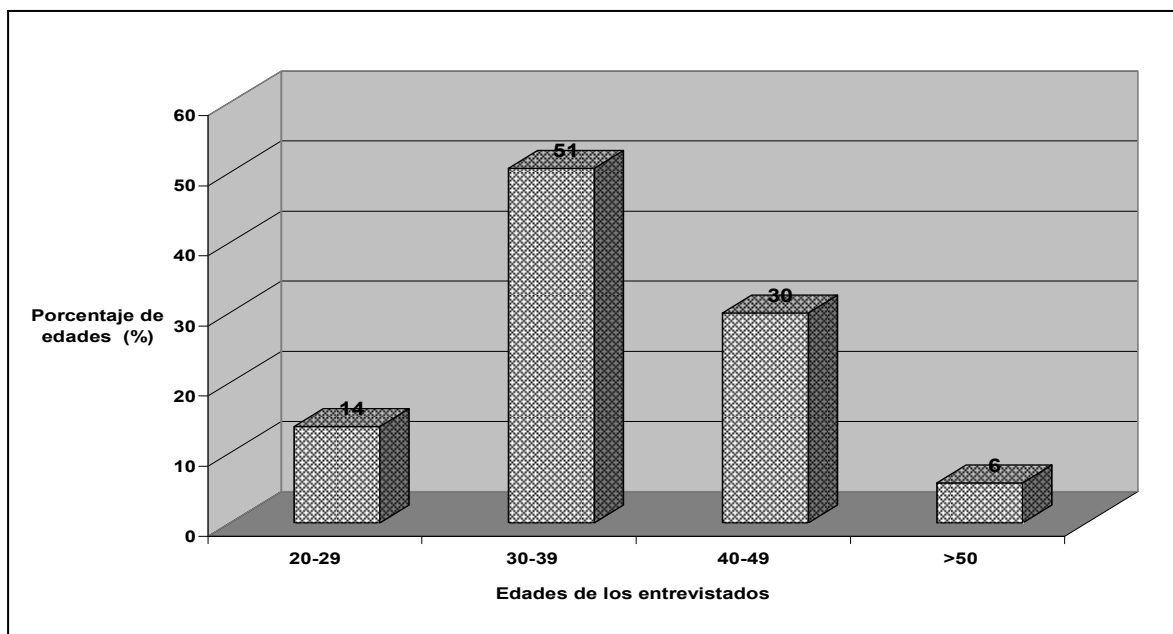


Figura 4.04. Edades de los integrantes de las familias entrevistadas en Guayama.

A continuación se presentan los datos correspondientes a las preguntas de carácter exploratorio:

El 46% de los desperdicios que se generan en los hogares de los entrevistados corresponde a comida, seguido por un 25% de desperdicios de patio, un 17% corresponde a papel, un 9% corresponde a plástico, para aluminio y vidrio tenemos un uno (1) % y nos queda un 1% que corresponde a otros desperdicios.

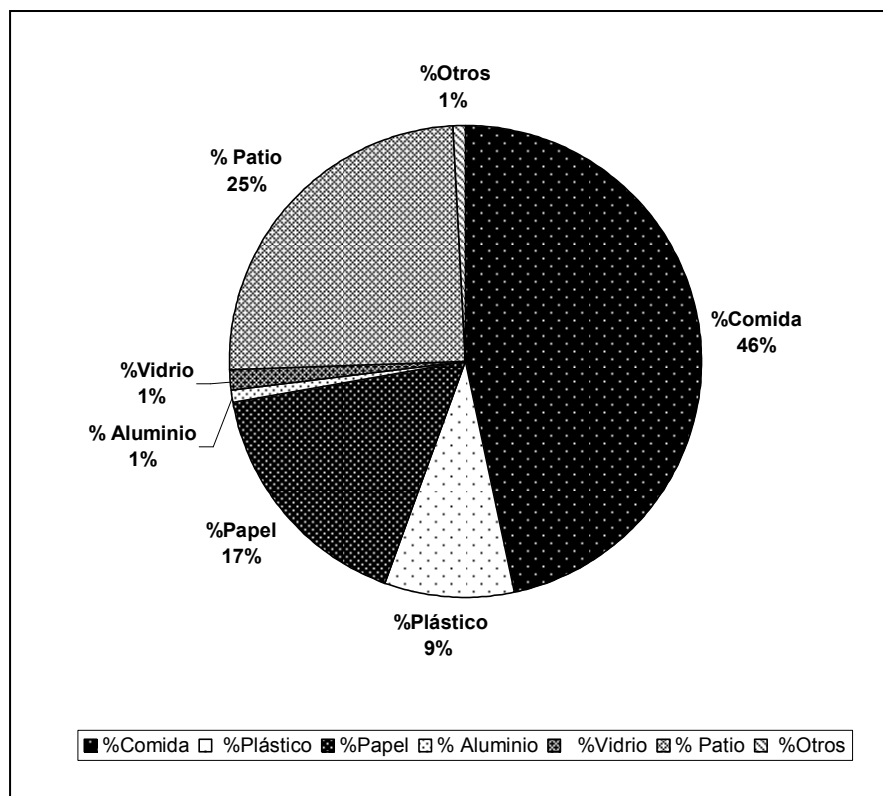


Figura 4.05. Componentes de la basura que se genera en las residencias de los entrevistados.

El 35% del total de las personas entrevistadas contestaron que depositan en el zafacón tres (3) veces por semana los desperdicios que generan, mientras que el 27% lo hace a diario, un 27% lo hace dos (2) veces por semana y sólo un 11% lo hace una (1) vez por semana.

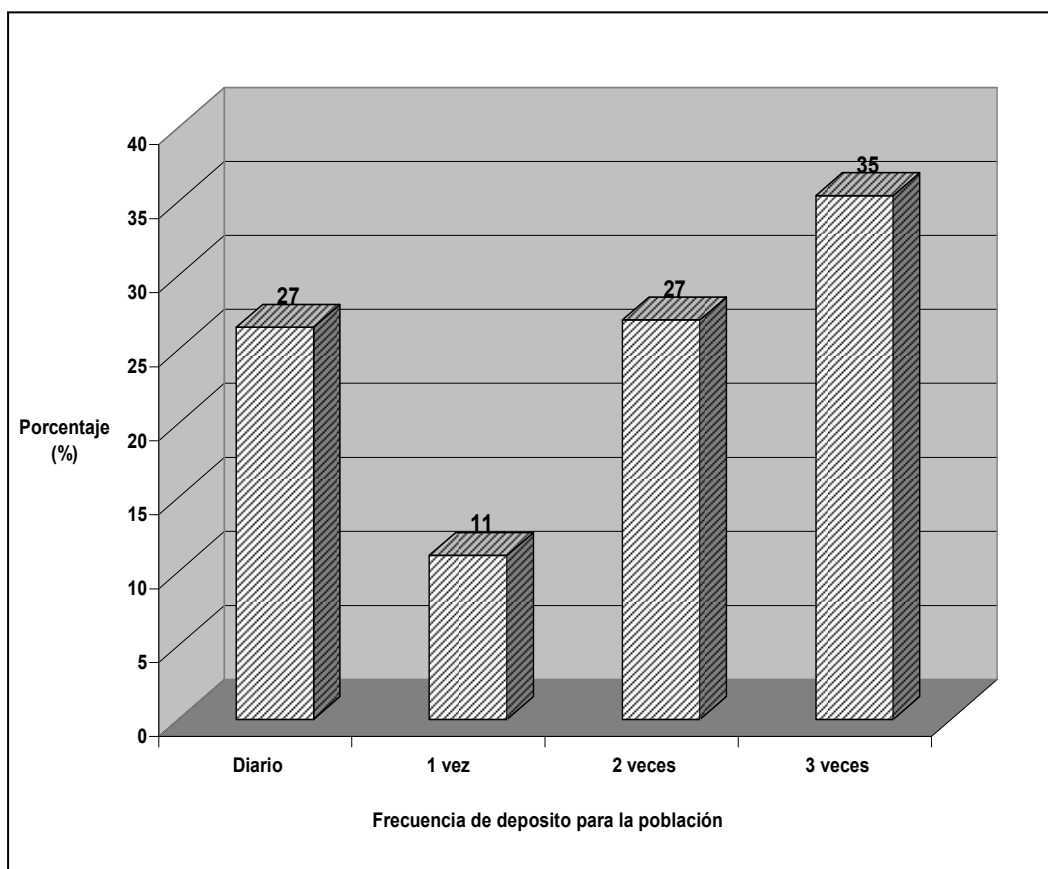


Figura 4.06. Rutina de disposición de la basura en el zafacón.

El 66% del total de la población entrevistada contestó que saben lo que es el reciclaje y el 34% no tienen conocimiento sobre el reciclaje.

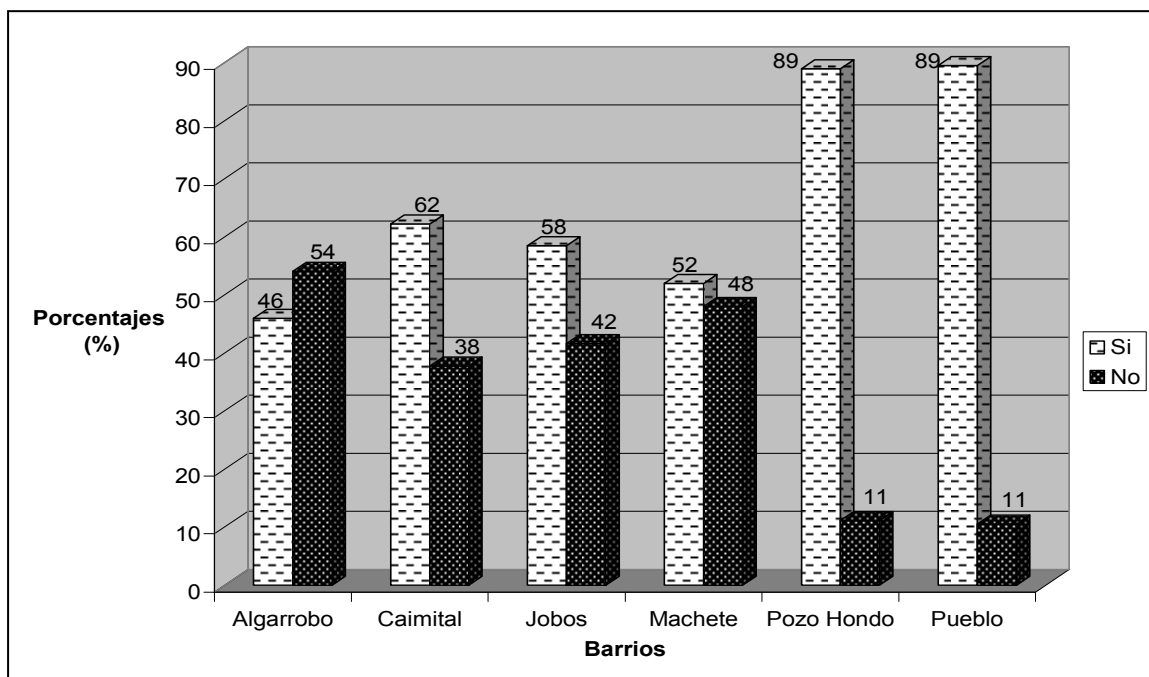


Figura 4.07. Conocimiento de los individuos sobre el reciclaje.

El 76% de los encuestados no recicla en su hogar, un 11% lo hace mensualmente, un 7% recicla cada dos (2) semanas, el 2% lo hace semanalmente y un 3% recicla a diariamente.

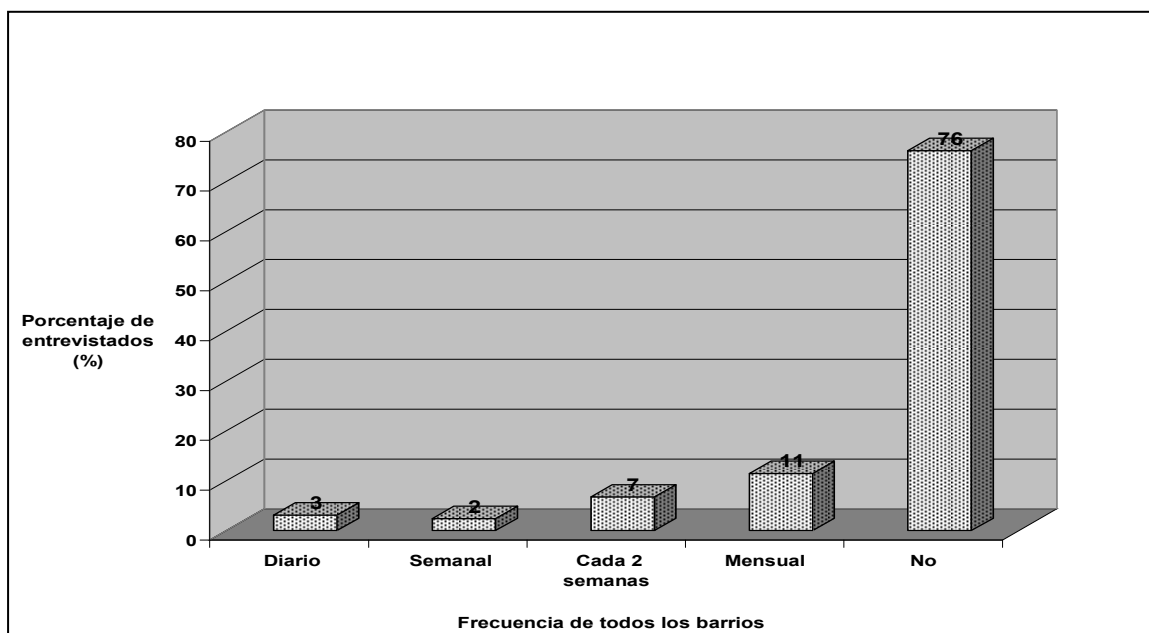


Figura 4.08. Rutina de reciclaje por individuo en el total de la población de Guayama.

El 54% de las personas contestó que no recicla por que no tiene tiempo para hacerlo, un 26% no lo hace por que no tiene espacio para guardar todos esos materiales hasta que sean suficientes para llevarlos al centro de deposito, un 12% por que no tiene interés en comenzar a reciclar y un 9% indica que desconoce como reciclar.

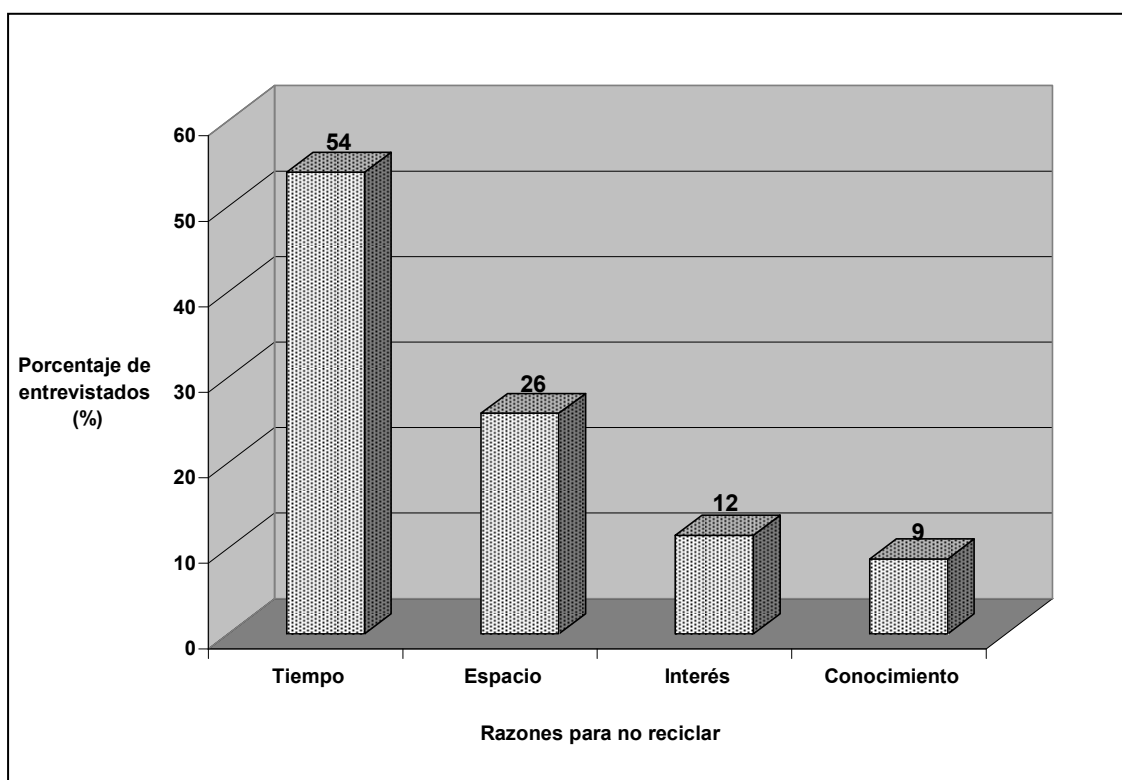


Figura 4.09. Información acerca de por qué no reciclan los residentes de los barrios de estudio.

El 87% de los encuestados desconocen el significado de composta, mientras que un 13% indico que tenían cierto conocimiento sobre el tema.

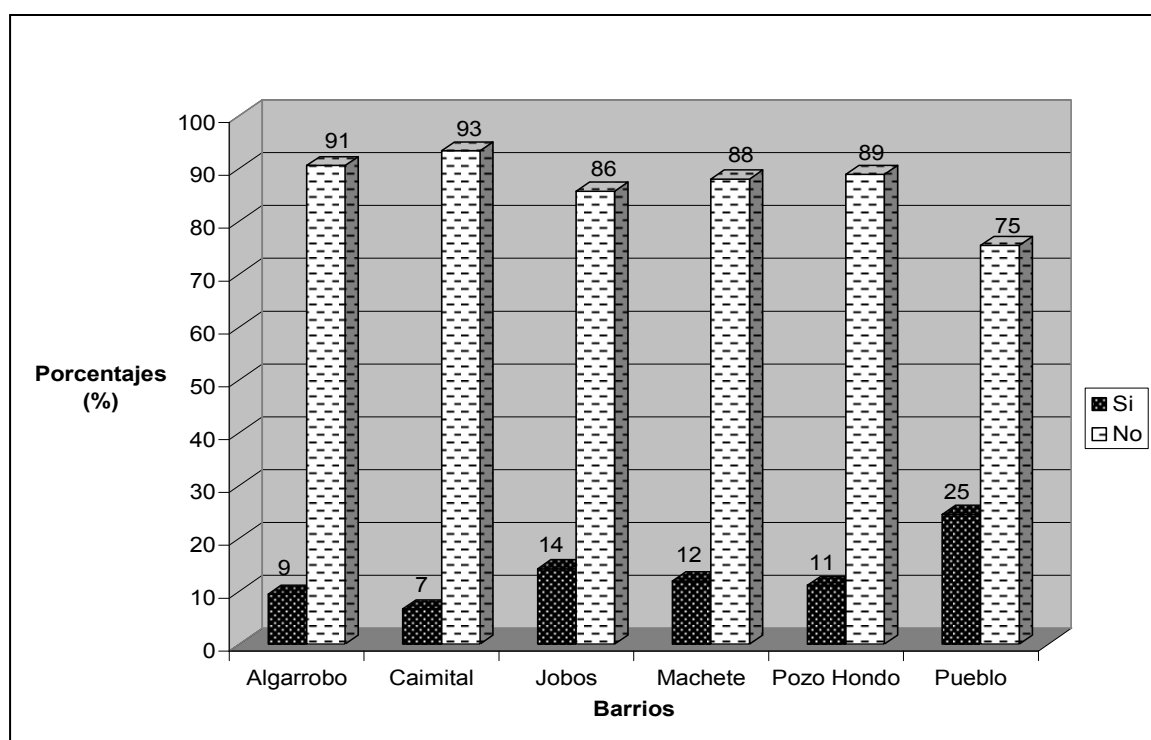


Figura 4.10. Conocimiento sobre la composta de material vegetal en los barrios de estudio.

El 89% de los entrevistados desconocían que existía una nueva reglamentación que prohíbe la disposición del material vegetal en los vertederos del país y un solamente un 11% contestó que sabían algo del tema.

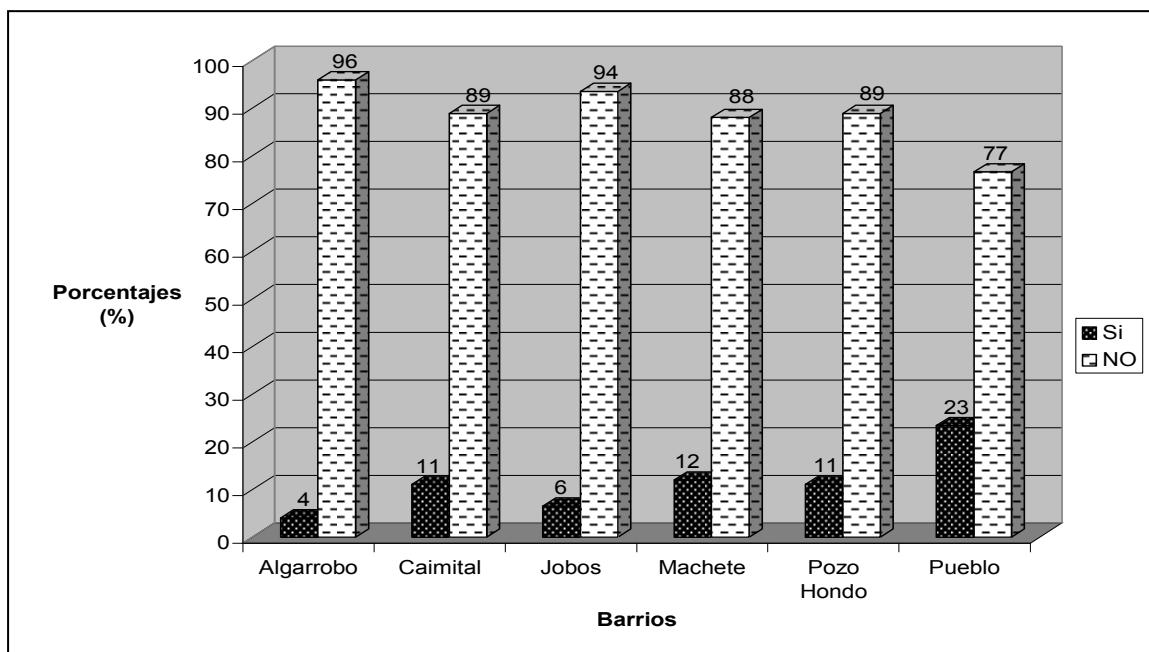


Figura 4.11. Conocimiento sobre la nueva reglamentación que prohíbe disponer el material vegetal en los Sistemas de Relleno Sanitarios del país.

El 91% de los entrevistados contestó que no saben dónde se recogerá el material vegetal ahora y el 9% del total de los entrevistados si tiene conocimiento.

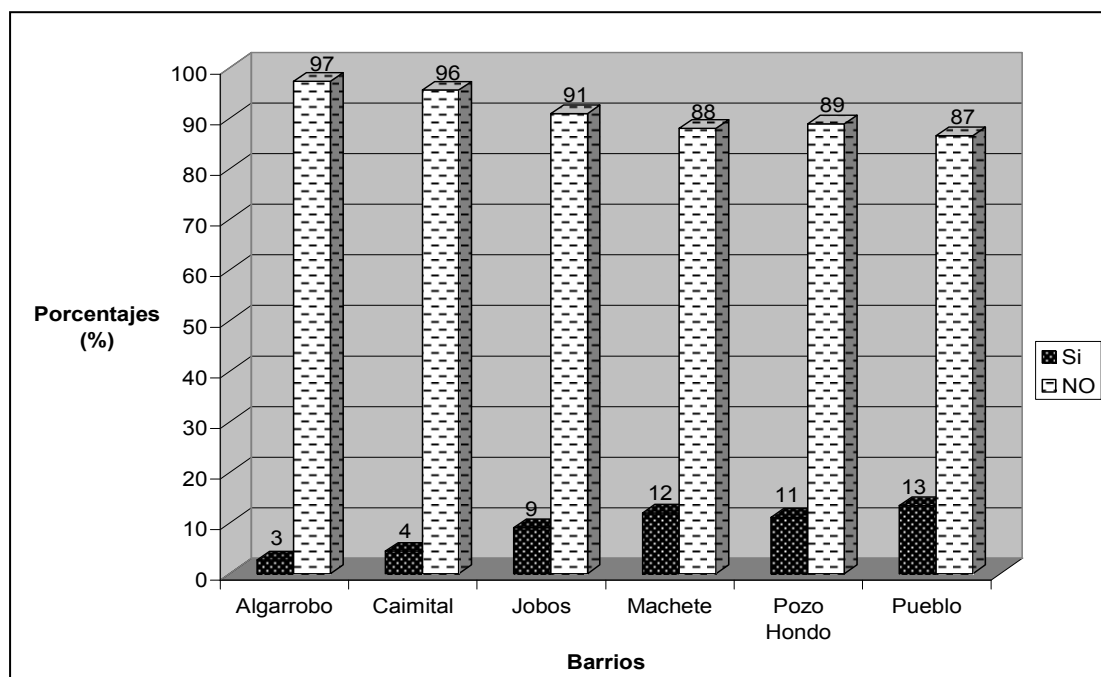


Figura 4.12. Conocimiento acerca de cómo se recogerá el material vegetal en Guayama.

El 85% deposita el material vegetal que genera en el zafacón, mientras que un 14% lo dispone de otra forma.

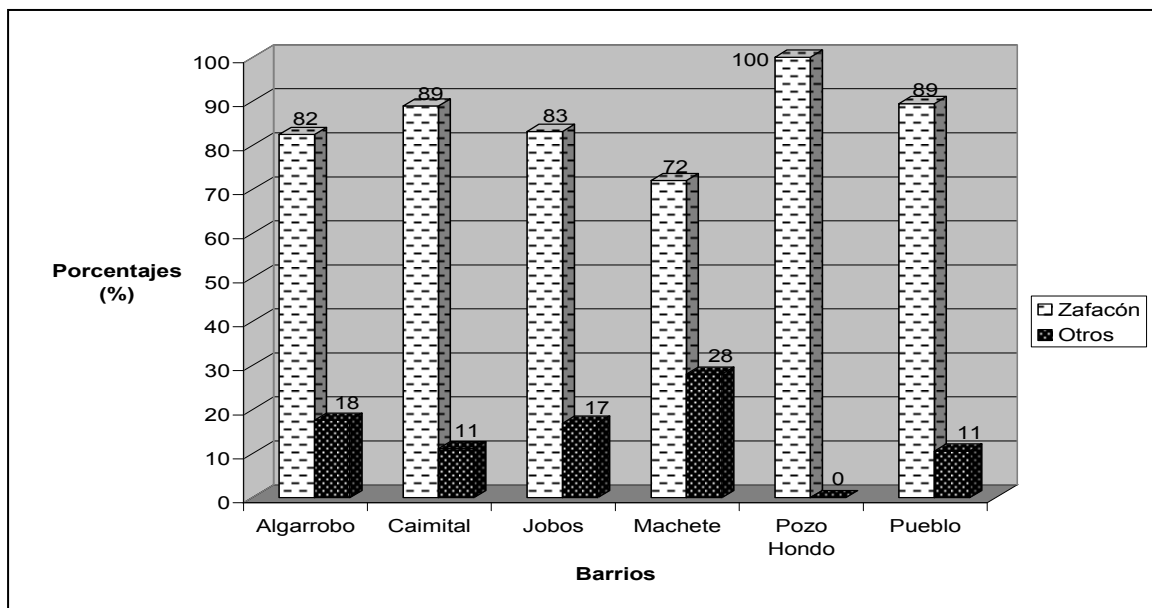


Figura 4.13. Conocimiento sobre como se maneja actualmente el material vegetal.

El 38% contestó que estarían dispuestos a separar el material vegetal del resto de la basura de forma frecuente, un 32% lo haría algunas veces, un 21% siempre y un 9% no lo haría nunca.

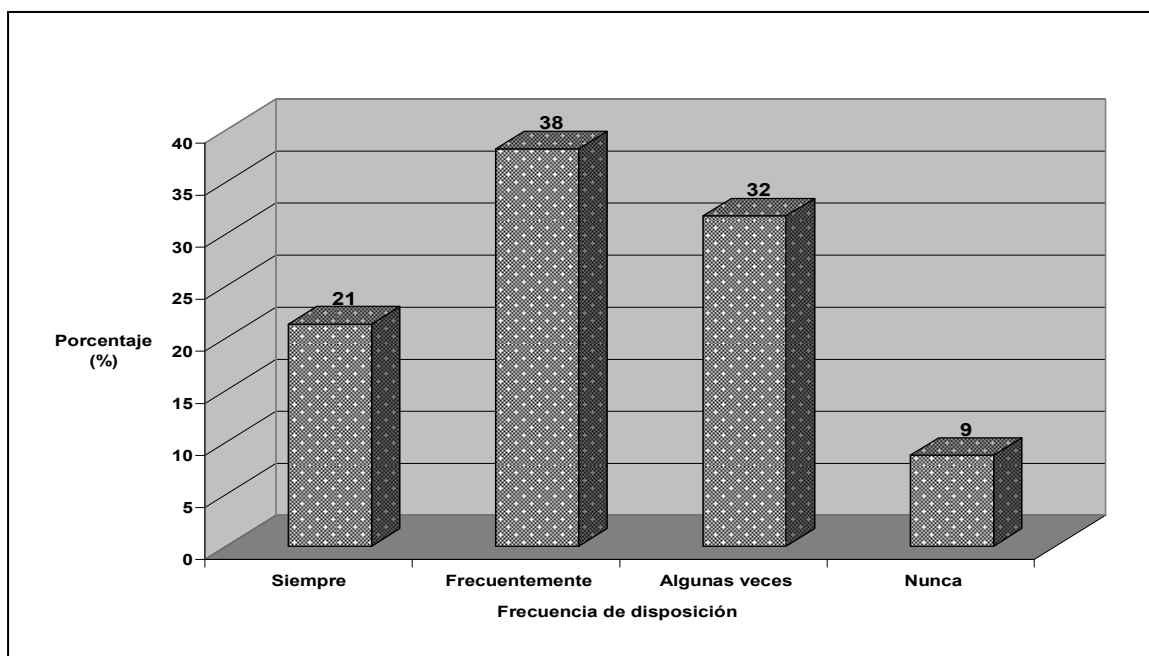


Figura 4.14. Disposición de los entrevistados a separar el material vegetal del resto de la basura.

El 65% contestó que llevarían el material vegetal a las estaciones de recogido, mientras que un 35% contestó que no.

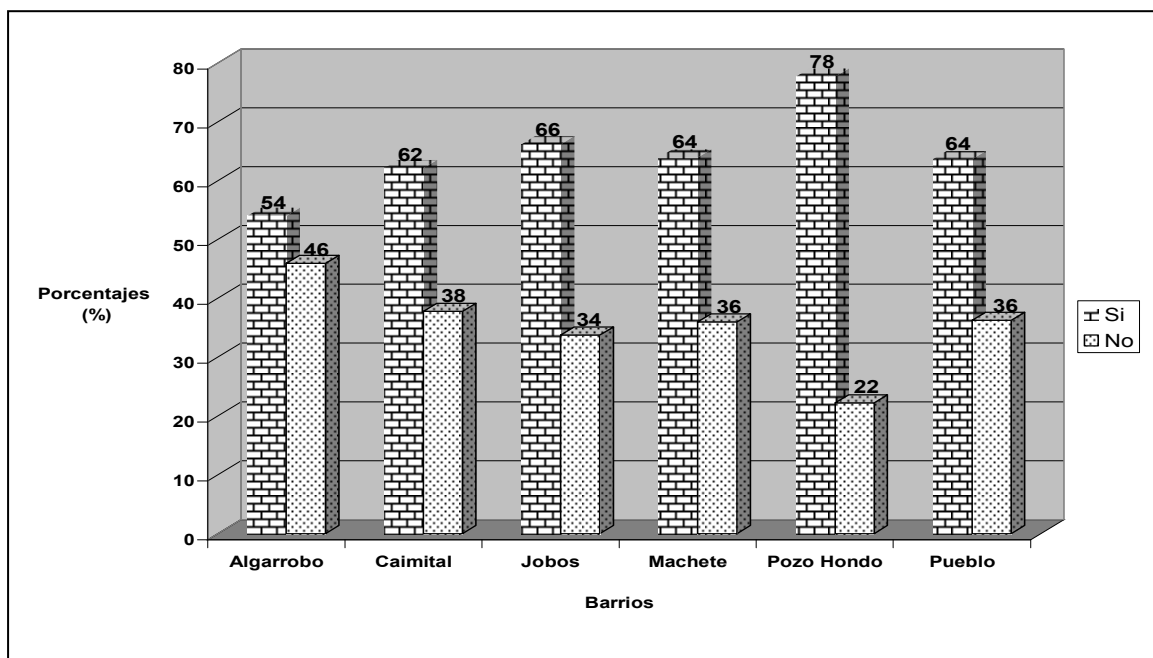


Figura 4.15. Disposición para llevar el material a las estaciones de recogido.

El 80% de los encuestados desconocía que los municipios que no cumplan con esta nueva reglamentación serán multados por el Gobierno de Puerto Rico y un 20% tenía conocimiento sobre el particular.

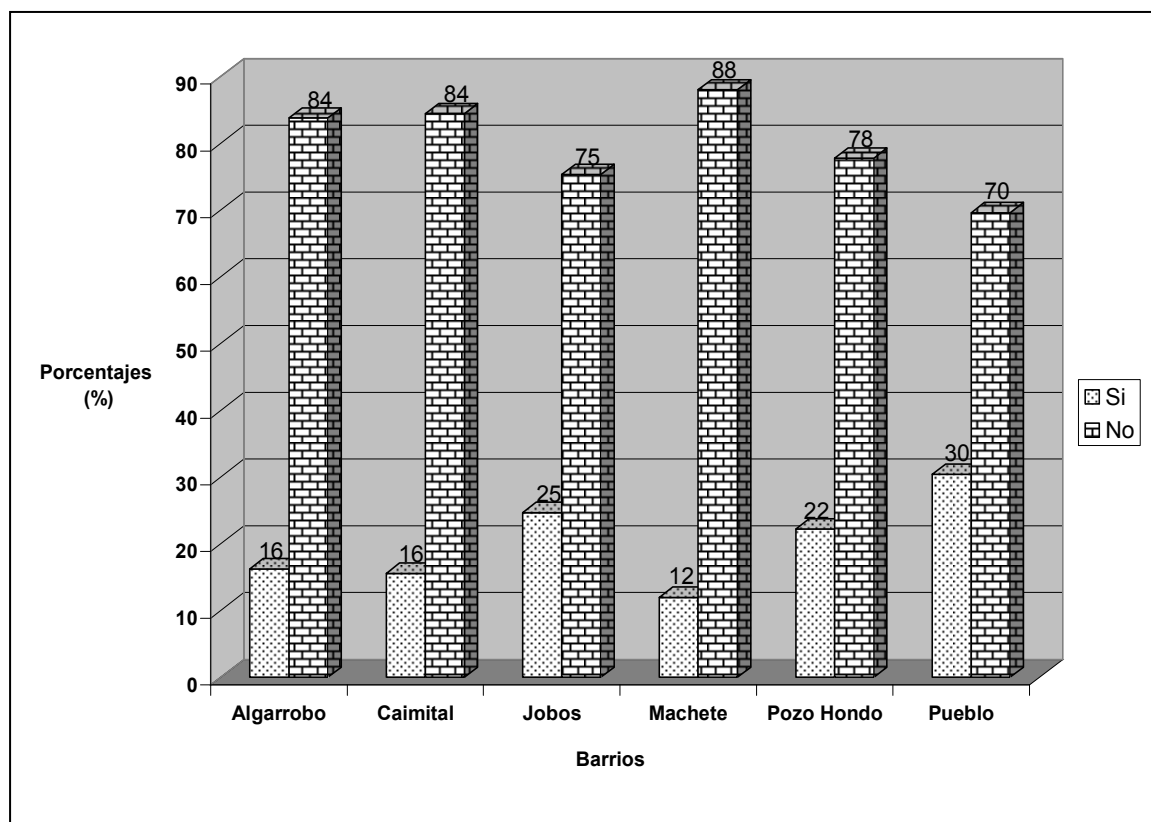


Figura 4.16. Conocimiento acerca de las multas que la ADS dará a los Municipios que no cumplan con la nueva reglamentación.

Un 87% del total d los entrevistados respondió que motivarían a otras personas a que separen el material vegetal del resto de la basura, sin embargo el 13% contestó que no lo harían.

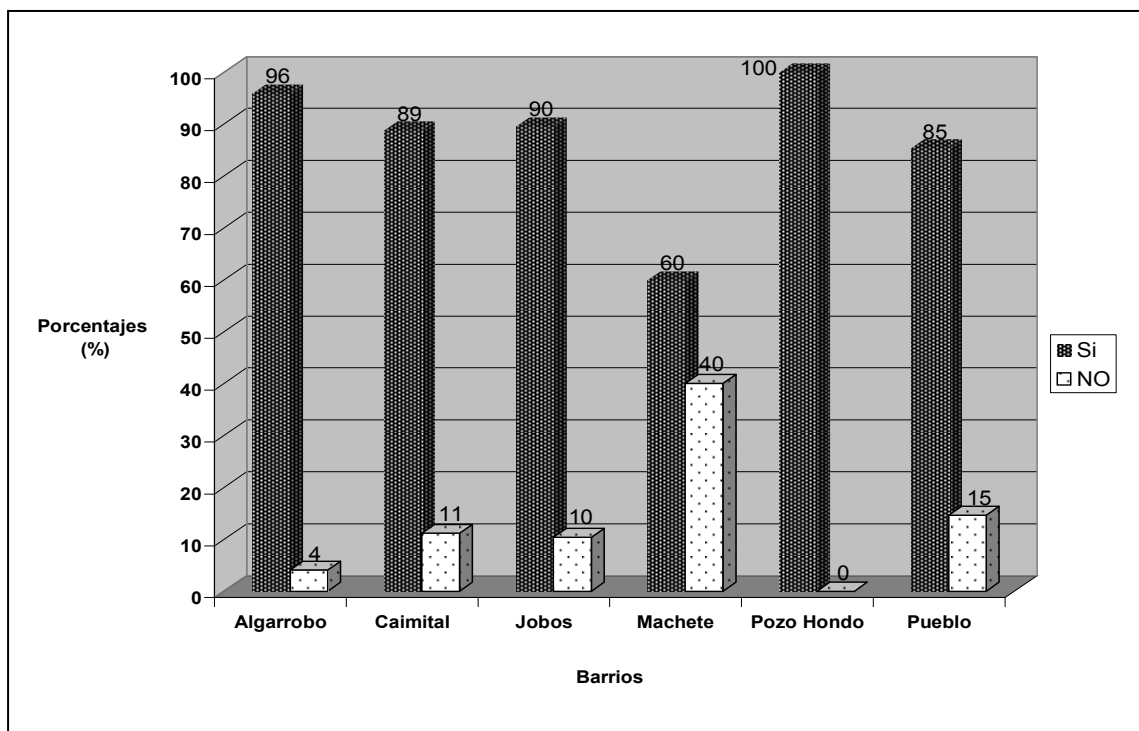


Figura 4.17. Interés en motivar a otras personas a separar el material vegetal.

El 41% de los encuestados contestó que no saben por cuánto tiempo más se podrá utilizar el vertedero de Guayama, un 40% contestó que se podrá utilizar por 10 años más y un 18% que sólo le quedan 5 años.

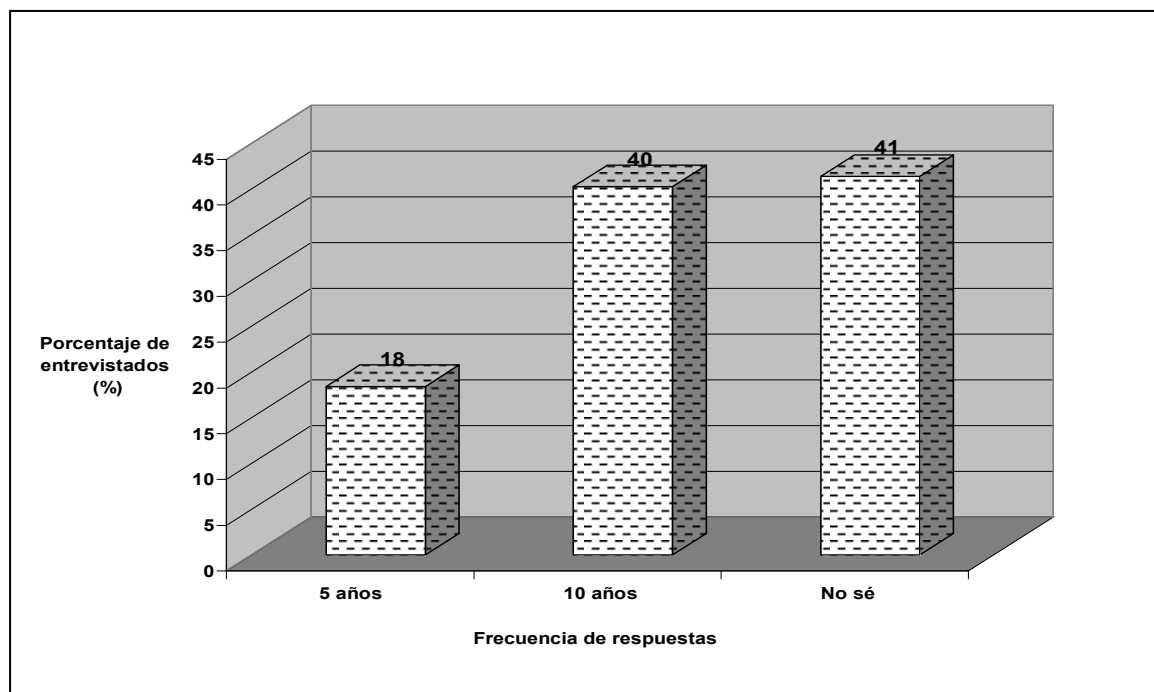


Figura 4.18. Conocimiento sobre la vida útil del Sistema de Relleno Sanitario de Guayama.

El 84% contestó que nunca han recibido charlas sobre el nuevo programa de Desvío de Material vegetal y el 16% contestó que sí han recibido pero no en la comunidad, sino que ha sido a través de otras personas que no son funcionarios del municipio.

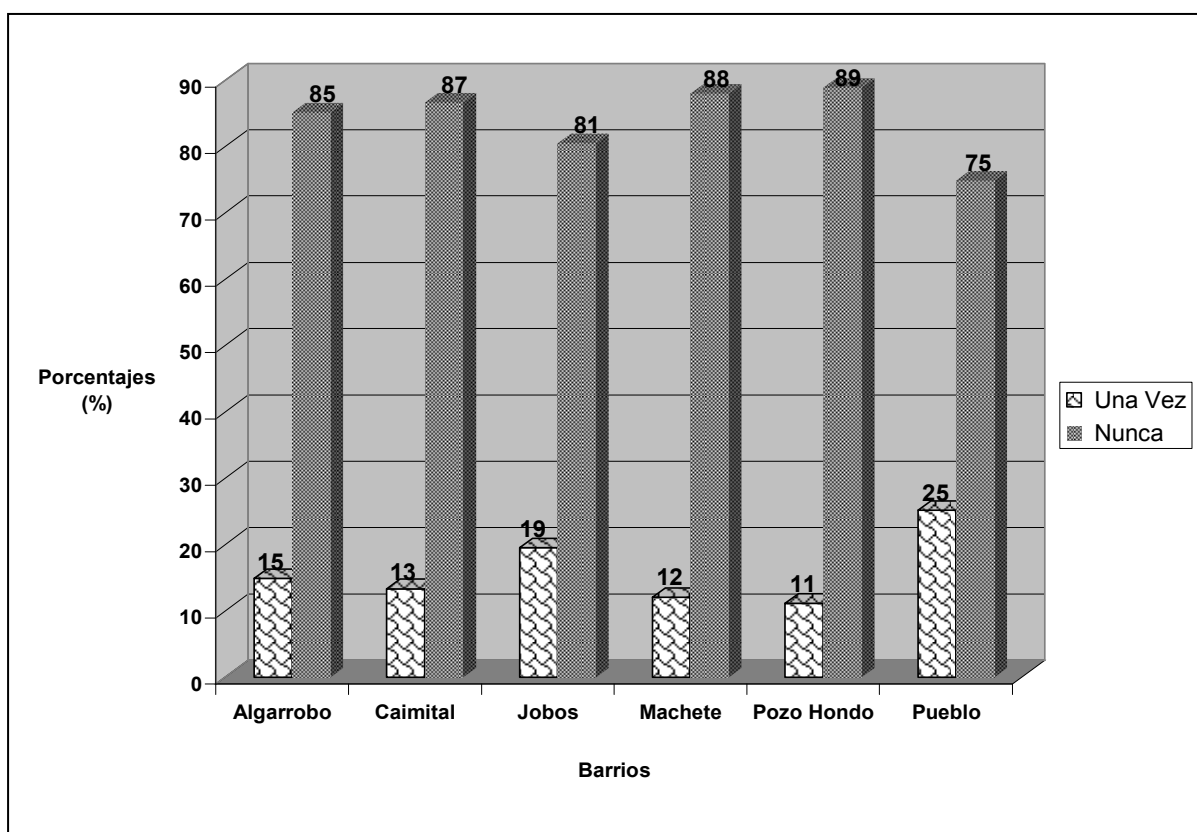


Figura 4.19. Información sobre si fueron orientados sobre la nueva reglamentación y cuantas veces.

El 84% de los entrevistados contestó que no sabe a dónde deben ir para depositar el material vegetal que separen y un 16% contestó que sí sabe. A las personas que contestaron que si tenían conocimiento, se les preguntó cuáles eran los lugares y contestaron que el vertedero.

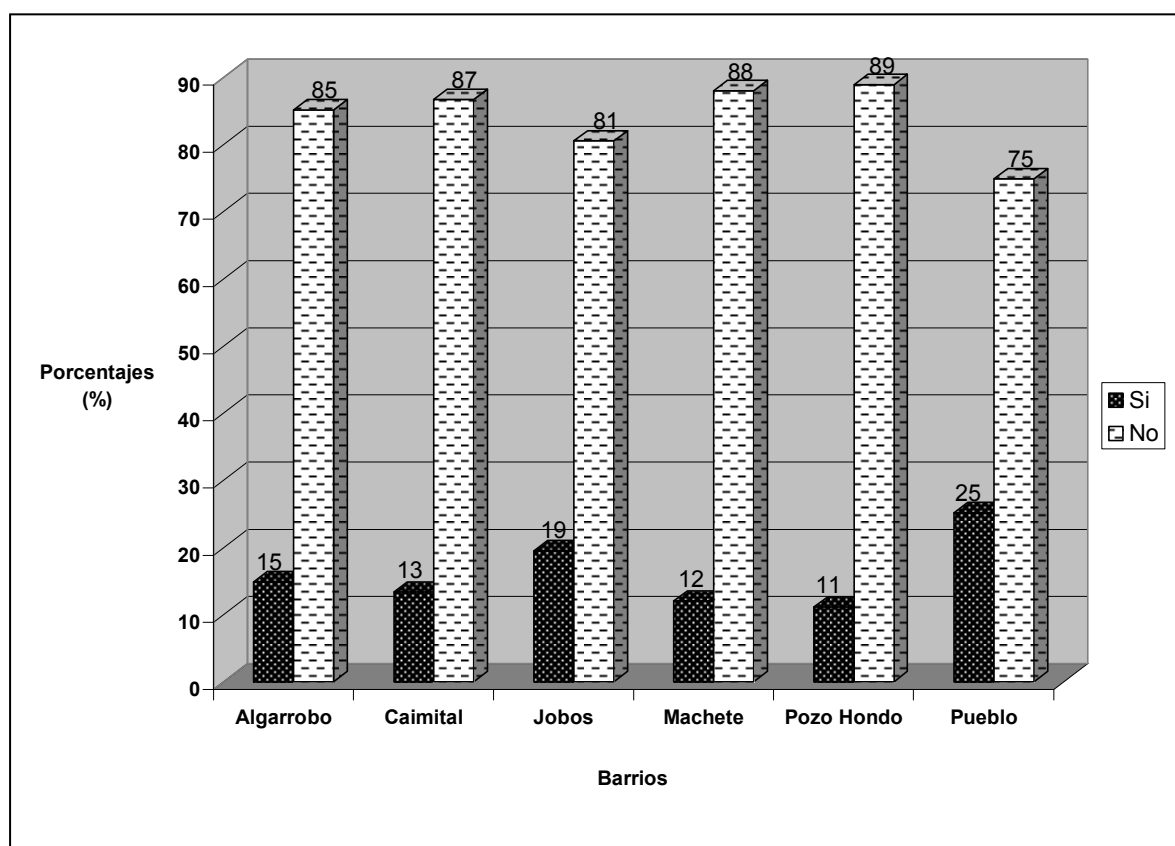


Figura 4.20. Conocimiento sobre a dónde se debe ir para depositar el material vegetal que generan los entrevistados.

El 81% de los entrevistados expresaron estar de acuerdo con la iniciativa del

gobierno de no aceptar el material vegetal en vertederos del país, por otro lado un 19% se mostró en desacuerdo con esta nueva reglamentación.

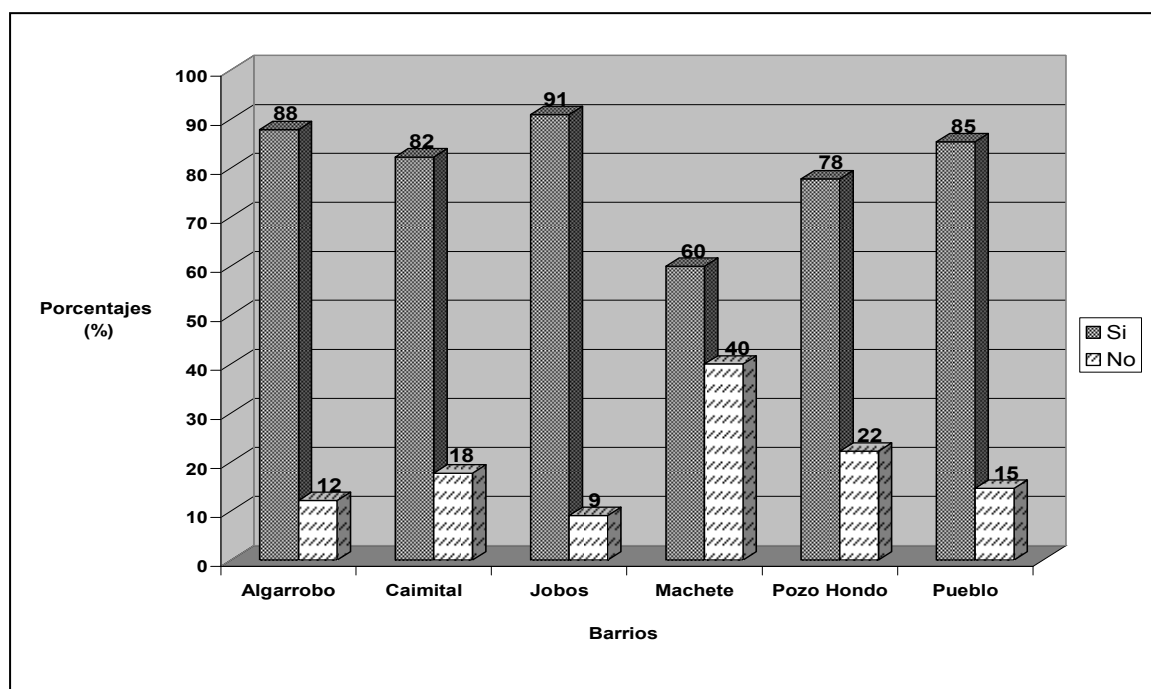


Figura 4.21. Opinión de los entrevistados sobre la reglamentación de no depositar material vegetal en los Sistemas de Rellenos Sanitarios del país.

El 90% de los entrevistados contestó que si le dieran un incentivo económico

separarían el material vegetal del resto de la basura, en cambio un 10% contestó que aunque le den el incentivo no lo haría.

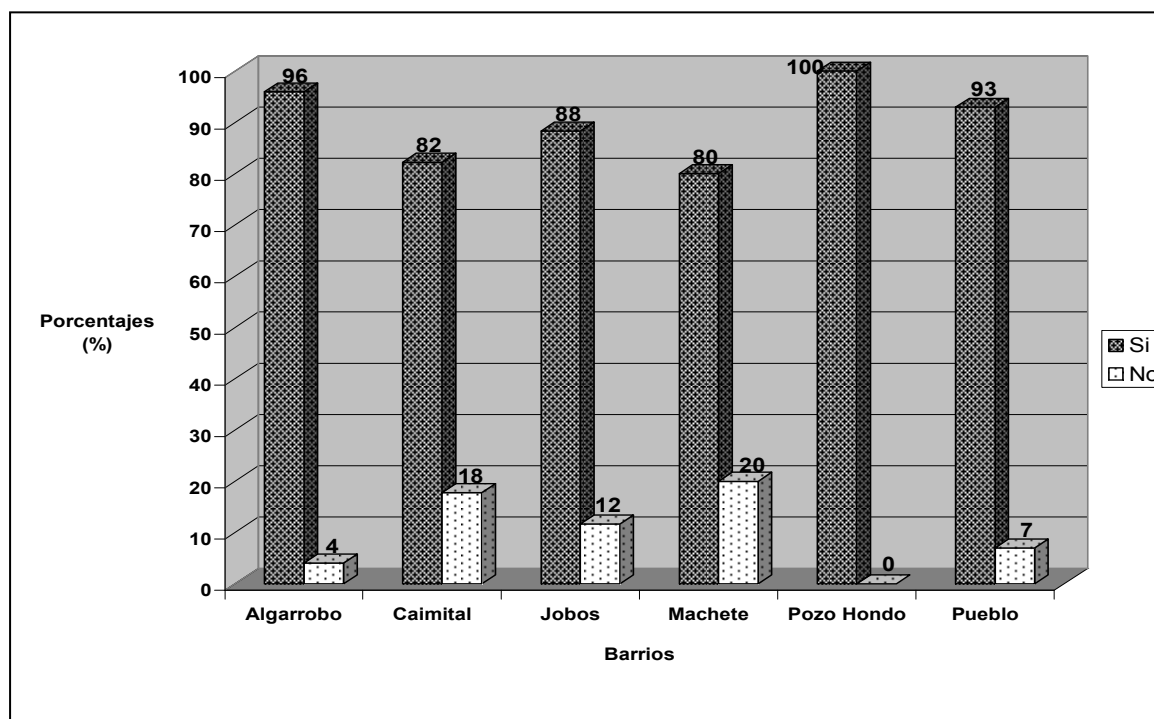


Figura 4.22. Disposición de los entrevistados a separar el material vegetal sí le dieran un incentivo monetario.

El 56% piensa de los entrevistados piensan que las leyes y regulaciones que el

Gobierno de Puerto Rico crea son efectivas, mientras que un 36% piensa que son efectivas algunas veces y un 8% piensa que no lo son.

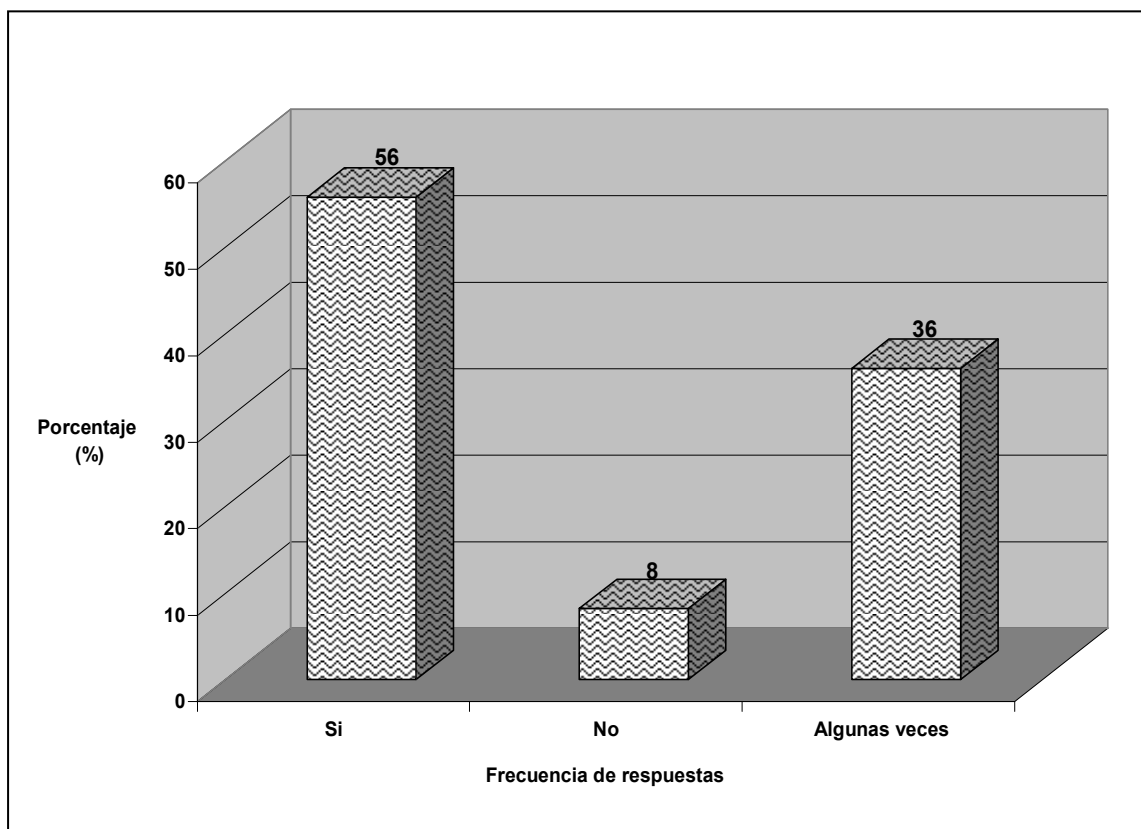


Figura 4.23. Opinión de los entrevistados en todos los barrios de estudio acerca de las leyes y regulaciones del gobierno de Puerto Rico.

El 72% de las personas entrevistadas contestaron que se opondrían a la expansión

del Relleno Sanitario de Guayama por que puede ser perjudicial para el municipio, un 28% dijo que no se opondría a la expansión por que si se oponen, no tendrán luego dónde disponer de la basura.

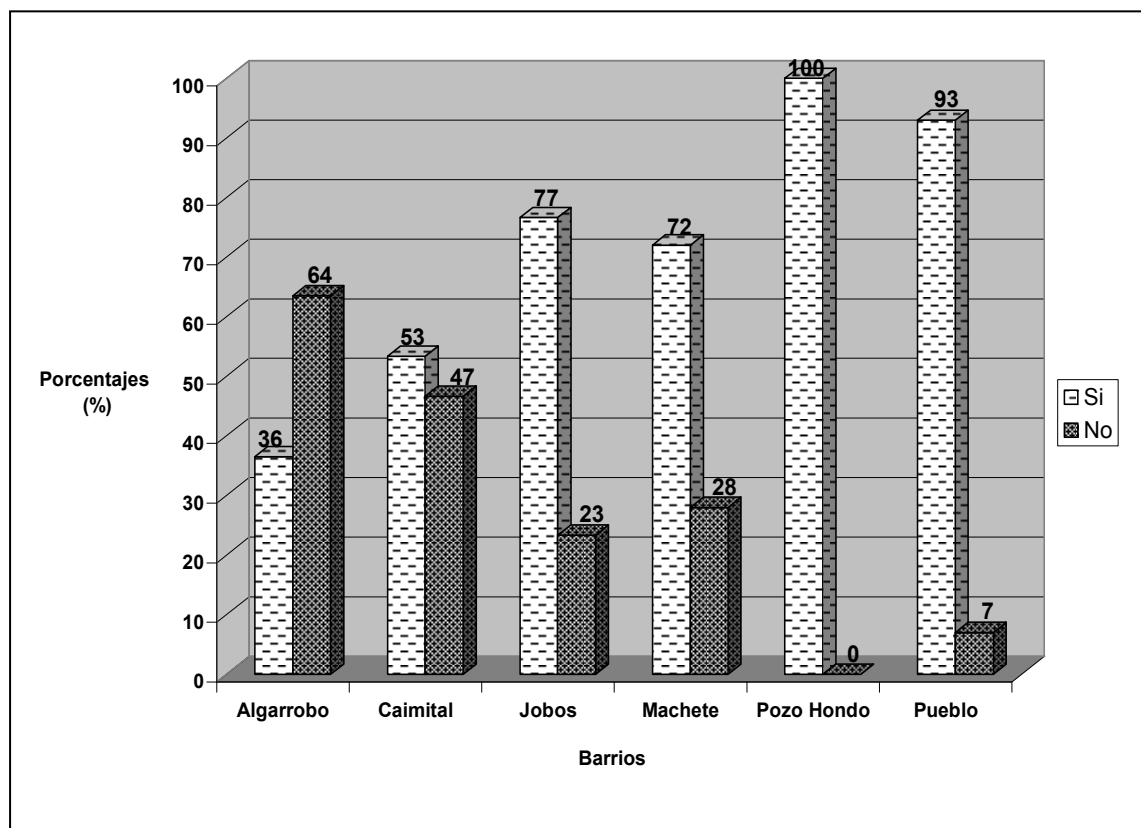


Figura 4.24. Opinión de los entrevistados acerca de la expansión del SRS de Guayama.

La información obtenida a través de la administración del cuestionario y la interacción con los entrevistados nos permitió analizar y sugerir alternativas de manejo para el material vegetal del Municipio de Guayama. Además los datos obtenidos se utilizaron para contestar las preguntas de investigación del estudio, que se discutirán en el

próximo capítulo. También la información se utilizó para diseñar el Plan Estratégico para el Programa de Desvío de Material Vegetal que se le presentara al municipio de Guayama.

Capítulo Cinco

Discusión

Introducción

En este capítulo se dedica una sección a la revisión e interpretación de los resultados obtenidos en el cuestionario administrado a seis (6) barrios del Municipio de Guayama y se contestan las preguntas de investigación. Utilizando la información obtenido, se diseñará un Plan Estratégico para el Manejo del Material Vegetal en el Municipio de Guayama. Finalmente se señalan las limitaciones del estudio, las conclusiones obtenidas y como parte de las recomendaciones, se presenta el Plan de Desvío para el Material Vegetal diseñado para el Municipio de Guayama.

Este trabajo de investigación se realizó con el objetivo de analizar que la composta es la alternativa más adecuada para manejar el material vegetal, que a partir del 31 de marzo del 2006 comenzó a ser desviado de la corriente de desperdicios que llegan al SRS de Guayama. Este análisis se realizó comparando dos (2) plantas de composta ubicadas en el estado de Florida y Nuevo México, ambos estados se han creado leyes y regulaciones que prohíben la disposición del material vegetal en los Sistemas de Relleno Sanitarios. Otro objetivo del estudio es analizar si la composta de material vegetal ayuda a extender la vida útil del SRS de Guayama y otros municipios. Se estima que la vida útil del SRS de Guayama es de 15 años, según el estudio de la Situación Actual de los Vertederos de Vincenty, 2004.

Discusión de los Resultados del Cuestionario

Los datos obtenidos sirven como herramienta en el diseño del Plan Estratégico de

Manejo del Material Vegetal sugerido al Municipio de Guayama como parte de esta investigación. Utilizando esta información se diseñarán las estrategias necesarias para que el Plan de Manejo tenga éxito en Guayama y pueda ser extensivo a otros municipios que presenten características y condiciones similares.

1. El mayor grado de escolaridad que tiene la población encuestada corresponde al cuarto año de escuela superior (35%), seguido por un 22% correspondiente a un grado asociado y un 20% de personas con un grado de bachillerato. Esto nos indica que la educación es una prioridad que debe ser atendida en el Plan sugerido, es estrictamente necesario diseñar campañas educativas que impacten a todos los ciudadanos por igual y esta campaña debe extenderse las escuelas publicas y privadas del municipio de Guayama y en todos los niveles. Cuando las personas tengan las herramientas, entiéndase el conocimiento de cuán importante es el atender la problemática de los desperdicios sólidos en Puerto Rico podrán tomar decisiones consonas con el ambiente.
2. Cerca de la mitad (45%) de las familias entrevistadas se componen de tres (3) miembros y se encuentran entre las edades de 30-39 años (54%). Analizando este dato podemos ver que la población se compone de personas adultas, capaces de comprender la problemática de los residuos sólidos en nuestro país y el estado de deterioro ambiental que esta sufriendo Puerto Rico. Se podría esperar que más de la mitad de la población practique el reciclaje en cambio un tercera parte de la población (76%) no recicla. Para comenzar a eliminar el desinterés que muestran

los ciudadanos de Guayama por la condición de los recursos naturales de nuestro país, la falta de conocimiento del estado actual y vida útil de los SRS, es necesario que en el Plan de Estratégicos se incluyan objetivos específicos para lograr la máxima participación de lo ciudadanos, se puede comenzar con reuniones comunitarias donde el personal de la Oficina de Reciclaje visite la comunidad ofreciendo orientaciones sobre diferentes temas ambiental y llevando literatura informativa para los residentes. Se deben crear enlaces entre la Oficina de Reciclaje y la Oficina de Actividades y Relaciones Públicas del Municipio de Guayama con el fin de que cualquier actividad dentro o patrocinada por el gobierno municipal se incorpore el tema ambiental o por lo menos se distribuyan hojas informativas sobre el tema. Hay que saturar a los residentes de Guayama y demás municipios, con publicidad agresiva, que presente de forma sensacionalista la condición ambiental de Puerto Rico, haciendo énfasis en las consecuencias que tendrán nuestras acciones en todos los recursos naturales del planeta. El objetivo de la publicidad debe ser crear temor sobre nuestros actos.

3. El tipo de basura que más se genera en los hogares de los entrevistados son los desperdicios de comida (46%), seguido por los desperdicios de patio (25%), entre los que podemos mencionar; hojas, grama y ganchos de árboles. Estos son los materiales que se utilizaran para realizar la composta. Este dato nos indica que existe una necesidad de crear alternativas prácticas para el manejo de estos desperdicios que eviten su llegada al SRS. Estos residuos son abultados, lo que significa que ocupan mucho espacio en los SRS, limitando así el área para

depositar los desperdicios que realmente no son reciclables. Es por esta razón que el Plan Estratégico se diseña utilizando la composta como alternativa de manejo para los desperdicios de patio. Los criterios de selección para esta alternativa fueron los siguientes: que el material vegetal se descomponen fácilmente, no requiere de grandes áreas de terreno para poder realizar el proceso, es útil para reducir, reutilizar y reciclar los residuos orgánicos, le devuelve nutrientes al terreno, reduce la necesidad de espacios en los SRS y por ultimo, la composta vegetal tiene muchos usos, por ejemplo se puede utilizar en campos de golf, en jardinería, cultivos, en procesos de bioremediación, entre otros.

4. Cerca del total de población entrevistada, (89%) conoce lo que es el reciclaje y la necesidad imperante que existe de poner en marcha los Planes de Reciclaje de cada Municipio. Sin embargo, la gran mayoría no practica el reciclaje por diferentes razones, como lo son la falta de tiempo, de espacio y la falta de interés en el asunto. Para atender esta problemática, se deben ubicar al menos tres contenedores para el recogido de papel (17%), plástico (9%) y desperdicios de patio (25%) siendo estos los desperdicios más generados por la población de estudio, en diferentes comunidades. De esta forma a los ciudadanos le sería más fácil reciclar. Solamente el 24% de los entrevistados expresó que recicla, esta porción de la población lleva los materiales recuperados a centros de acopio en otros municipios, ya que en Guayama no hay estas facilidades.
5. Cuando se le preguntó a los entrevistados si conocían lo que es la composta y si tenían conocimiento sobre la nueva reglamentación de la Autoridad de

Desperdicios Sólidos de Puerto Rico, que prohíbe la disposición del material vegetal en los SRS del país, el 86% contestó que desconocían sobre el tema. Como parte del Plan de Estratégico, el Municipio de Guayama debe crear y distribuir entre la población folletos informativos que contengan información sobre la nueva reglamentación y la jerarquía de manejo de los desperdicios sólidos, con énfasis en el material vegetal.

6. El 89% de los entrevistados desconocían que en su Municipio se comenzaría un programa de desvío para el material vegetal e indicaron que nunca habían recibido orientación sobre este particular, en cambio un 11% de la población de estudio contestó que sabían del nuevo programa. El motivo de la discrepancia se debe a que la información le ha llegado por amigos, por la prensa y la televisión, según expresaron.
7. Cerca del total de la población de estudio (85%) deposita en el zafacón los desperdicios de patio que generan, cuándo se le preguntó si estarían dispuesto a separar el material del resto de la basura, contestaron que lo podrían hacer de forma frecuente. Cuando le preguntamos si llevarían el material a las estaciones de recogido designadas por el Municipio, el 65% contestó que si. Es importante mencionar que si se ubican contenedores de 16 o 17 yds³ en la s comunidades este número podría aumentar.
8. El 41% de los residentes del Municipio de Guayama desconocen por cuánto tiempo más podrán continuar disponiendo de su basura en el SRS municipal, el

40% piensa que podrán utilizar el SRS por unos 10 años más y el 18% opina que el SRS sólo cuenta con cinco (5) años de vida útil. La realidad es que la Autoridad de Desperdicios Sólidos en el 2003 publicó el Plan Estratégico para el Manejo de los Desperdicios Sólidos en Puerto Rico, ahí se señala que la vida útil del SRS de Guayama es de alrededor de seis (6) a siete (7) años.

9. Al preguntar sobre la posibilidad de expansión del SRS o vertedero de Guayama, el 72% de los entrevistados contestaron que se opondrían, mientras que un 28% no presentó ninguna objeción con relación al asunto. Es necesario que la población entienda la necesidad que existe de buscar alternativas para el manejo de los desperdicios sólidos, que no sea la disposición en el SRS, si no están de acuerdo con la expansión.

10. Un 81% de la población entiende que la iniciativa del gobierno de no depositar el material vegetal en los SRS es necesaria, aunque opinan que será difícil de implementar si los ciudadanos desconocen las nuevas reglamentaciones. Partiendo de esta dato, el municipio de Guayama tiene que unir esfuerzo para orientar a la población sobre la importancia que tiene para el municipio y el país, el comenzar a manejar los desperdicios que generamos de una forma ambientalmente segura, con el fin de alargar la vida útil de los SRS, propiciar la viabilidad económica de los residuos y conservar en buen estado los recursos naturales de nuestro país y el mundo, para el disfrute de las próximas generaciones.

Conclusiones

Utilizando los resultados obtenidos en la investigación realizada, se contestaron las preguntas de investigación, además la información obtenida se utilizó para el diseño del Plan Estratégico de Manejo del Material Vegetal, sugerido al municipio de Guayama, como parte de esta investigación. Los resultados obtenidos en la investigación demuestran que existe desconocimiento entre los residentes de Guayama y seguramente entre los residentes de los 77 municipios restantes de Puerto Rico, sobre lo qué es la composta, cuál es la nueva reglamentación para el manejo del material vegetal y qué el Municipio está haciendo para poder cumplir.

El Municipio de Guayama y la Oficina de Reciclaje ha comenzado a diseñar su Plan de Desvío de Material Vegetal. En el Plan de Desvío, el municipio de Guayama ha identificado tres (3) lugares dónde llevaran la trituradora, esta es una maquina de utilidad agrícola, que se utiliza cuando se requiere reducir a trozos muy pequeños el tamaño de un objeto, en este caso, el material vegetal. Los lugares identificados por el municipio son la Cancha Roque Nido, el estacionamiento de Obras Públicas Municipal y la comunidad Puente de Jobos. La trituradora se moverá entre esto tres (3) lugares de acuerdo a la ruta que han diseñado.

El municipio cuenta con una trituradora, que fue donada por ADS, la cual se mueve entre la cancha, el estacionamiento y la comunidad de acuerdo a la ruta de recogido que han diseñado. Los ciudadanos pueden llegar hasta las estaciones de recogido y depositar el material vegetal allí, pero son pocas las personas que tienen conocimiento de dónde están ubicadas estas estaciones y cuál es su propósito. Los ciudadanos interesados en llevar su material vegetal a cualquiera de los lugares, solamente lo pueden hacer cuando

la trituradora esté, ya que no se han ubicado contenedores para este material. Los resultados del estudio sugieren que el Municipio debe comprar contenedores de 13 m³ y ubicarlos de forma permanente en la Cancha, en la Com. Puente de Jobos y en el estacionamiento de Obras Publicas, de esta forma todo aquel que desee llevar su material vegetal lo puede hacer en el momento que pueda y en el momento que lo generen. De esta forma los ciudadanos no tienen que guardar los desperdicios de sus patios en sus casas hasta el día que el triturador este operando. Una vez el material es triturado, el municipio lo dispone en el SRS y también lo utilizan como cubierta al finalizar las labores diarias. El municipio de Guayama todavía no se ha dado a la tarea de orientar y hacer partícipes de este nuevo proceso a sus ciudadanos, la gran mayoría vive en desconocimiento de lo que se quiere hacer. La participación y el entendimiento que tengan los ciudadanos sobre el por qué se hace, como se hace y de que forma se van a beneficiar, serán los factores determinantes para un programa exitoso.

Para contestar la pregunta de investigación que plantea si la composta de material vegetal es la mejor alternativa para tratar el material que ya no puede ser dispuesto en el SRS de Guayama, se analizaron dos (2) plantas de composta en los Estados Unidos. Se observó la cantidad de material vegetal recibido, la cantidad de material generado, los equipos y métodos que utilizan y los usos de la composta. Ambas plantas han obtenido beneficios utilizando la composta como alternativa de manejo de los desperdicios de patio: han disminuido los gastos relacionados a la compra de fertilizantes, se han devuelto nutrientes al terreno y sobre todo se a reducido la contaminación. Ambos estados han escogido la composta de material vegetal como la primera alternativa de manejo para el material vegetal que a dejado de ser dispuesto en los Sistemas de Relleno Sanitarios,

gracias a sus beneficios.

El gobierno municipal de Guayama y otros municipios del área, muestran interés en cumplir con el nuevo reglamento de ADS y se han encaminado hacia esa meta. La nueva reglamentación establece que el material vegetal y las paletas de madera no deben llegar a los SRS del país y sugiere que trituren el material y que la viruta se utilice primordialmente como composta. En el área sur y sureste del país ya hay algunos municipios que están triturando el material vegetal, entre ellos podemos mencionar al Municipio de Coamo, que tritura el material y lo utiliza para composta, la cual emplea en los jardines municipales, su Plan de Desvío esta en función total desde agosto del 2006. Podemos mencionar al municipio de Arroyo, dónde el Plan de Desvío se encuentra en el proceso de evaluación y aceptación por parte de ADS y JCA, aunque ya trituran el material y lo regalan a los potreros del área. En Guayanilla el material se tritura pero se dispone en el SRS por que está muy contaminado, su Plan de desvío lo sometieron a ADS y la JCA, esperan por aprobación. En el municipio de Juana Díaz ya tienen su Plan en función total desde septiembre de 2006, la composta la utilizan en los jardines y la regalan al público. Los municipios de Santa Isabel y Salinas se encuentran en el proceso de evaluación y aceptación de los Planes de Desvío, igual que el municipio de Guayama, este último ha comenzado a triturar el material vegetal y la viruta la deposita en el SRS municipal.

Actualmente Guayama y otros municipios no han tenido que incurrir en gastos mayores de compra de maquinaria por que cuentan con al menos una trituradora que ADS les regaló. Tampoco han contratado recurso humano, sino que han reubicado a cuatro (4) empleados de la Oficina de Reciclaje para que trabajen de forma permanente

con este nuevo proyecto. Sin embargo los costos de inversión y operación para una planta de composta son muy altos. Se recomienda la construcción de una Planta de Composta Regional que sirva a los municipios del área sureste de Puerto Rico. Esta recomendación va a tono con el Itinerario de Proyectos de infraestructura que la Autoridad de Desperdicios Sólidos ha diseñado.

En el municipio de Guayama el 25% de los desperdicios generados son desperdicios de patio, si se utiliza la composta de material vegetal como alternativa de manejo para el material vegetal, desviando conservadoramente un 15% del material generado, se le sumarían dos (2) años a la vida útil del SRS. Si se desvía el 20% de los desperdicios de patio que se generan, se le sumarían tres (3) años de vida útil al SRS.

Limitaciones de la Investigación

Los factores limitantes de esta investigación se han presentado de acuerdo a la importancia que tenían para el estudio:

1. No existen estudios similares que pudieran ser utilizados como marco de referencia para esta investigación.
2. Funcionarios del Municipio de Guayama mostraron hermetismo al proveer información sobre el Plan de Manejo de Desperdicios Sólidos del Municipio, Plan de Reciclaje y Plan de Desvío para el Material Vegetal.
3. La información referente a la cantidad de material vegetal y demás desperdicios que se disponen en el Relleno Sanitario de Guayama no estaba disponible a la fecha que se solicitó, hubo que esperar la actualización de la información.
4. La gran mayoría de las entrevistas se realizaron de lunes a viernes en horas de la tarde, justo cuando las personas están llegando a sus casas después de un día de

trabajo y se mostraban cansados. El día sábado también tenía su particularidad, por que es cuando se realizan las tareas en el hogar.

5. Muchas de las personas pensaban que las entrevistas tenían algún fin político, ya que se acercan las próximas elecciones y las campañas políticas han comenzado.
6. Los barrios de estudio se encontraban geográficamente distantes unos de otros.

Recomendaciones

Una vez analizados los resultados obtenidos en la investigación y después de identificar las limitaciones del estudio y discutir las conclusiones, procedemos a dar nuestras recomendaciones. La recomendación más importante que podemos ofrecerle al Municipio de Guayama es la redacción de un Plan Estratégico que atienda de forma integral y ambientalmente segura la disposición del material vegetal generado y luego dispuesto en el Sistema de Relleno Sanitario municipal. La finalidad de este Plan es obtener el mayor rendimiento posible de las áreas activas del SRS de Guayama, disminuyendo la cantidad y volumen del material vegetal que se dispone, y propiciar su viabilidad económica. Se sugiere que el Municipio de Guayama adopte la práctica de composta como primera alternativa en la jerarquía de manejo de los desperdicios de patio triturados o sin triturar que llegan al SRS, sustituyendo el método actual de utilizar la viruta como complemento a la cubierta diaria necesaria para soterrar los desperdicios sólidos. Además, se sugiere la construcción de una Planta Regional de Composta Vegetal, que atienda las necesidades de los municipios que comprenden el área sur y sureste de Puerto Rico: Salinas, Guayama, Patillas, Arroyo, Maunabo y Yabucoa.

Plan Estratégico para un Programa de Desvío de Material Vegetal en el Municipio de Guayama

Población: 43,312 habitantes

Total de Desperdicios Sólidos Generados: 42,682 m³ /anuales

1. Base Legal

Este Plan Estratégico se redacta al amparo de la Ley Núm. 70 del 18 de septiembre de 1992, según enmendada, conocida como Ley para la Reducción y el Reciclaje de los Desperdicios Sólidos en Puerto Rico. La Ley Núm. 70 tiene como meta reducir un 35% el total de los desperdicios sólidos generados para el año 2006, incluyendo los desperdicios de patio. Como parte de los esfuerzos, se requiere que cada Municipio diseñe un Plan de Desvío para el Material Vegetal con el fin de disminuir el volumen y cantidad de los desperdicios de patio que llegan a los SRS del país.

2. Aplicabilidad

Este Plan de Desvío aplicara a todos los residentes del Municipio de Guayama, dependencias municipales, cooperativas y bancos, comercios, industrias, comunidades, complejos de vivienda, instituciones privadas y escuelas que estén establecidas en las limitaciones del Municipio, y que generen o manejen desperdicios de patio.

3. Sistema Actual de Manejo de Desperdicios Sólidos

- Cada comunidad, dependencias municipales y comercios reciben el servicio de recogido de basura semanalmente por la compañía privada ARB.
- Los desperdicios son llevados al Sistema de Relleno Sanitario municipal.

4. Programa Actual de Desvío de Material Vegetal

- El municipio de Guayama mueve su trituradora que tiene una capacidad de

15.3 m³ a tres (3) lugares distintos, ubicados en el estacionamiento de la Cancha Roque de Nido, el estacionamiento de Obras Publicas Municipal y en la Comunidad Puente de Jobos. Los ciudadanos pueden ir a cualquiera de los lugares y depositar su material vegetal.

- Una vez el material esta triturado, lo disponen en el RS y lo utilizan como cubierta.

5. Identificación de los Objetivos del Plan Estratégico Propuesto

- Desarrollar e implantar estrategias que disminuyan el volumen y cantidad del material vegetal que es dispuesto en el SRS de Guayama, y propiciar su viabilidad económica y ambiental.
- Lograr máxima participación de los ciudadanos en la implantación de este Plan de Desvió.
- Diseñar campañas educativas que impacten a todas las comunidades, dependencias municipales, comercios y al sector privado, se debe hacer énfasis en todos los niveles escolares.
- Realizar reuniones comunitarias a través de la Oficina de Reciclaje y la Oficina de Relaciones Públicas del municipio

6. Acciones Estratégicas del Plan

- En los lugares ya designados: el estacionamiento de la Cancha Roque de Nido, en el estacionamiento de Obras Publicas Municipal y en la Comunidad Puente de Jobos se sugiere que se ubiquen contenedores del tamaño de 13 m³ de forma permanente para la disposición del material vegetal.
- El Municipio de Guayama ubicar contenedores para el recogido de este material en otras comunidades, con el fin de promover un plan piloto que

luego pueda ser extensivo a las demás comunidades y a los sectores públicos y privados del municipio de Guayama.

- Se tiene que diseñar una campaña promocional bien agresiva, que incluya cruza calles, hojas informativas, guaguas de sonido, anuncios en la prensa y en la radio local, convocar reuniones con los Líderes Comunitarios con el fin de que todos los residentes de Guayama tengan conocimiento de cómo se va a manejar el material vegetal que ellos generan y la importancia que tiene para el proyecto su cooperación.

7. Logística de Implementación

- La Oficina de Reciclaje debe coordinar con la compañía privada que ofrece el servicio de recogido de basura, ARB, rutas y establecer un itinerario de recogido para el material vegetal.
- Al inicio del Plan, se seguirán utilizando los dos (2) camiones para mover la trituradora y para transportar la viruta y las cuatro (4) personas que operan la maquinaria actualmente. A medida que la participación ciudadana aumente será necesario adquirir más equipos y contratar o reubicar más personal.
- El material vegetal recuperado en la ruta, será llevado a las estaciones de recogido y será triturado, al igual que el material que llegue directamente a las estaciones. Una vez triturado, será transportado al RS municipal.
- El SRS de Guayama está ubicado en una finca de 548,956.68 acres, de los cuales solamente se utilizan cinco (5) para la operación activa. Hay que identificar dentro del SRS un área que se pueda utilizar para la preparación

de la composta y para el almacenaje de la viruta. Una vez el material triturado llegue al SRS se comienza con el proceso de elaboración de composta. Se formaran al aire libre dos (2) o tres (3) hileras, las cuales pueden llegar a medir 1.50 metros de largo y 1.50 metros de alto. Las medidas de las hileras dependerá de la cantidad del material vegetal triturado. El proceso de elaboración de composta dura alrededor de 90 días, durante este tiempo la humedad de la hilera hay que mantenerla entre un 40% a 60%, mientras que la temperatura debe se de 140° a 160°, esto significa que hay actividad microbiana. Una vez la temperatura disminuye, se comienza con el proceso de curación.

8. Mercados de Distribución

El Municipio de Guayama debe crear Ordenanzas Municipales que le permitan la venta y distribución de la composta con el fin de generar ingresos, los cuales serán empleados en el mejoramiento de las facilidades dirigidas al almacenaje y elaboración de la composta dentro del RS y también se podrán utilizar los ingresos en la compra de maquinaria e instrumentos de medición. Una vez se obtenga la composta, se mercadeara y venderá entre los siguientes:

- Agricultores del área.
- Fincas de palmas y plantas ornamentales.
- Potreros
- Campos del Golf del área.
- Oficina Municipal para el Embellecimiento y Ornato de las áreas verdes.

- Proyectos de bioremediación

La viruta que no sea utilizada para elaborar composta, debido a su tamaño, será distribuida gratuitamente entre los ciudadanos y empleada como cubierta diaria en el Relleno Sanitario Municipal. Es necesario realizar un Estudio de Mercado para saber si existe la necesidad de este producto.

9. Costo del Proyecto

Se realizó un análisis de costos para la construcción y operación de una Planta de Composta de capacidad mínima (0 a 22,680 toneladas métricas) con el tecnología mínima., y otro análisis para un Planta de Composta de capacidad mediana (22,681 a 90,719 toneladas métricas) y tecnología moderada. La construcción de la Planta Regional de Composta vegetal que se sugiere debe ser capacidad mediana.

Los costos de inversión para el Plan de Desvío que se sugieres se detallan a continuación, se realizaron dos (2) análisis de costos de acuerdo a la capacidad de la Planta. La estimación de los costos es un aproximado basado en costo actualizados con un interés compuesto de 3.5% debido a la inflación.

Tabla 5.01. Costos aproximados de la construcción de una planta de composta de capacidad mínima.

| Tecnología | Capacidad de Diseño | Tierra (acres) | Cargador Frontal | Termómetros |
|-------------------|--------------------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------|
| Mínima | 22,680 ton. métricas | 15 | 1 | 15 |

Tabla 5.02. Costos totales aproximados para la adquisición y mejoras al terreno donde se construirá la planta de composta de capacidad mínima.

| Descripción | Costo(\$) | Vida Útil (años) |
|-----------------------|------------------|-------------------------|
| Tierra | \$30,108.00 | N/A |
| Control de sedimentos | \$13,111.00 | 20 |
| Verja | \$34,206.00 | 20 |

Tabla 5.03. Costos aproximados de inversión en el área terrestre donde se construirá la planta de composta de capacidad mínima.

| Descripción | Costo(\$) | Vida Útil (años) |
|------------------------|------------------|-------------------------|
| Clasificar y compactar | \$122,616.00 | 20 |
| Suelo de arcilla | \$411,477.00 | 10 |

Tabla 5.04. Costos aproximados para la compra de equipo y maquinaria para una planta de composta de capacidad mínima.

| Descripción | Costo(\$) | Vida útil (años) |
|----------------------|------------------|-------------------------|
| Bomba de agua (1) | \$728.00 | 10 |
| Termómetros (15) | \$4,856.00 | 10 |
| Cargador frontal (1) | \$181,293.00. | 10 |

Tabla 5.05. Costos aproximados de operación para una planta de composta de capacidad mínima.

| Tecnología | Capacidad de Diseño | Agua | Equipo | Mano de Obra | Total |
|-------------------|--------------------------------|-------------|---------------|-------------------------|--------------|
| Moderada | 22,680 ton. métricas | \$3,642.00 | \$7,011.00 | \$24,477.00 | \$38,130.00 |

Tabla 5.06. Costos aproximados para la construcción de una planta de composta de capacidad mediana.

| Tecnología | Capacidad de Diseño | Tierra (acres) | Cargador Frontal | Termómetros | Volteadora | Trituradora |
|-------------------|----------------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| Moderada | 90,719 ton. métricas | 10 | 1 | 10 | 1 | 1 |

Tabla 5.07. Costos totales aproximados para la adquisición y mejoras al terreno donde se construirá la planta de composta de capacidad mediana.

| Descripción | Costo(\$) | Vida Útil (años) |
|-----------------------|------------------|-------------------------|
| Tierra | \$20,071.00 | N/A |
| Control de sedimentos | \$8,749.00 | 20 |
| Verja | \$22,804.00 | 20 |

Tabla 5.08. Costos aproximados de inversión en el área terrestre dónde se construirá la planta de composta de capacidad mediana.

| Descripción | Costo(\$) | Vida Útil (años) |
|------------------------|------------------|-------------------------|
| Clasificar y compactar | 81,743.00 | 20 |
| Asfalto de 2" y 4" | \$722,232.00 | 10 |

Tabla 5.09. Costos aproximados de equipo y maquinaria para una planta de composta de capacidad mediana.

| Descripción | Costo(\$) | Vida Útil (años) |
|----------------------------|------------------|-------------------------|
| Bomba de agua (1) | \$728.00 | 10 |
| Termómetros (10) | \$3,237.00 | 10 |
| Cargador frontal (1) | \$181,293.00. | 10 |
| Volteadora de composta (1) | \$208,811.00 | 10 |
| Trituradora (1) | \$147,220.00 | 10 |

Tabla 5.10. Costos aproximados de operación para una planta de composta de capacidad mediana.

| Tecnología | Capacidad de Diseño | Agua | Equipo | Mano de Obra | Total |
|-------------------|----------------------------|-------------|---------------|---------------------|--------------|
| Moderada | 90,719 ton. métricas | \$3,642.00 | \$17,467.00 | \$33,677.00 | \$54,786.00 |

Literatura Citada

- ADS - Autoridad de Desperdicios Sólidos de Puerto Rico. 2003. Plan Estratégico para el Manejo de los Residuos Sólidos (PEMRS) en Puerto Rico.
- ADS - Autoridad de Desperdicios Sólidos de Puerto Rico. 2004. Reglamento para la Reducción, Reutilización y el Reciclaje de los Desperdicios Sólidos en Puerto Rico.
- DC - Departamento de Comercio de Los Estados Unidos, Oficina del Censo. 2000. Censo de Población y Vivienda, Perfil Demográfico de Puerto Rico.
- EPA - Environmental Protection Agency (USA).1994. Composting Yard Trimming and Municipal Solid Waste. Office of Solid Waste and Emergency Response (5305). Report number EPA 530-R-94-003, Washington, DC
- Gobierno de Puerto Rico. 2000. Ley para la Reducción y Reciclaje de los Desperdicios Sólidos en Puerto Rico, Ley Núm. 70 del 18 de septiembre de 1992 y sus enmiendas. Disponible en <http://www.lexjuris.com>.; accesado el 15 de septiembre del 2006.
- Gobierno de Puerto Rico. 2005. Ley sobre Política Publica Ambiental de Puerto Rico, Ley Núm. 416 del 22 de septiembre de 2004. Disponible en <http://www.lexjuris.com>.; accesado el 15 de septiembre de 2006.
- Gobierno de Puerto Rico. 2000. Ley sobre Política Publica Ambiental de Puerto Rico, Ley Núm. 9 del 18 de junio de 1970 y sus enmiendas. Disponible en <http://www.lexjuris.com>.; accesado el 25 de septiembre de 2006.

- Hernández, R., C. Fernández y P. Batista. 2003. Metodología de la Investigación. Tercera Edición. México DF., México, McGraw-Hill.
- JCA - Junta de Calidad Ambiental, Oficina del Gobernador. 2005. Informe sobre el Estado y Condición del Ambiente en Puerto Rico.
- JCA - Junta de Calidad Ambiental, Oficina del Gobernador. 2006. San Juan, Puerto Rico Informe sobre el Estado y Condición del Ambiente en Puerto Rico.
- JCA - Junta de Calidad Ambiental. 1997. Reglamento para el Manejo de los Desperdicios Sólidos No Peligrosos en Puerto Rico.
- López-Feliciano, D. 1999. El ambiente y las leyes en Puerto Rico, Lo que todos queremos saber. Rincón, Puerto Rico: Publicaciones Paraíso.
- Tchobanoglous, G., H, Theisen y S, Vigil. 1993. Integrated Solid Waste Management, Engineering Principles and Management Issues. McGraw-Hill, Boston, MA. P. 281-282, 302-313, 684-688, 743-745.

Apéndices

Apéndice Uno

Cuestionario para determinar el conocimiento y aceptación de los residentes del Municipio de Guayama sobre la implantación del Programa de Desvío de Material Vegetal del Relleno Sanitario municipal.

Instrucciones para contestar el cuestionario:

Propósito:

Este cuestionario está preparado para que usted indique si tiene conocimiento sobre la nueva reglamentación para disponer del material vegetal que usted genera en su hogar.

La administración de este cuestionario es con fines educativos y forma parte de un trabajo de investigación que como estudiante de la Universidad del Turabo en Gurabo estoy realizando.

Información requerida:

Marque con una (X) la alternativa que describa los aspectos relacionaos a usted. No tiene que escribir su nombre en el cuestionario.

Instrucciones específicas:

Lea cuidadosamente cada una de las preguntas y seleccione la alternativa que mejor describa su respuesta a cada una de las preguntas. La información que usted provea en este cuestionario es confidencial y usted puede retirarse del mismo en cualquier momento. Usted encontrará un glosario que le permitirá aclarar dudas sobre el significado de algunas palabras que se utilizan en el cuestionario.

Definición de términos que encontrará en el cuestionario.

1. **Basura o desperdicios sólidos:** desechos, residuos de comidas, papeles, trapos viejos, trozos de cosas rotas y otros desperdicios. Por lo general al utilizar el concepto de basura nos referimos a todos los materiales que descartamos y echamos al zafacón porque pierden valor de uso. Pueden ser sólido, semisólido, líquido o gaseoso, resultante de operaciones domésticas, industriales, agrícolas o gubernamentales.
2. **Reciclaje:** es una de las alternativas utilizadas para reducir el volumen de los residuos sólidos. Este proceso consiste en recuperar materiales (reciclables) que fueron descartados y que pueden utilizarse para elaborar otros productos o el mismo.
3. **Composta:** se refiere a la degradación microbiana controlada de desechos orgánicos para obtener como resultado un producto con valor potencial como acondicionador de terrenos o fertilizante
4. **Sistema de Relleno Sanitario o vertedero:** instalación en la que se disponen los desperdicios sólidos. Dicha disposición se realiza mediante el esparcimiento en capas de material de relleno el cual es aplicado diariamente y que su vez compacta el volumen para reducir el espacio utilizado.

6. ¿Con qué regularidad usted deposita su basura en el zafacón?

- a. Diariamente
- b. Una vez a la semana
- c. Dos veces a la semana
- d. Tres veces a la semana

7. ¿Sabe usted lo qué es el reciclaje?

- a. Sí
- b. No

8. ¿Recicla usted en su hogar?

- a. Diariamente
- b. Cada dos semanas
- c. Semanal
- d. Mensual
- e. No

9. ¿Por qué no recicla?

- a. No tiene tiempo
- b. No tiene espacio
- c. No le interesa
- d. No tengo conocimiento

10. ¿Sabe usted lo qué es composta?

- a. Sí
- b. No

11. ¿Sabía usted que hay una nueva reglamentación que prohíbe disponer del material vegetal en los vertederos?

- a. Sí
- B. No

12. ¿Se le informó a usted que empezaría un programa de desvío de material vegetal en Guayama?

- a. Sí
- b. No

13. ¿Conoce usted como se recogerá este material ahora?

- a. Sí
- b. No

24. ¿Cree usted que las leyes y regulaciones del Gobierno de Puerto Rico son efectivas?

a. Sí b. No c. Algunas veces

25. ¿Se opondría a la expansión del relleno sanitario (vertedero) de Guayama?

a. Sí b. No

Apéndice Dos

Apéndice 2.01. Contestación a la pregunta número uno (1) del cuestionario (Apéndice Uno).

| Pregunta 1 | | | |
|-------------------|------------|------------|----------------|
| Barrios | % F | % M | % Total |
| Algarrobo | 73 | 27 | 100 |
| Caimital | 58 | 42 | 100 |
| Jobos | 66 | 34 | 100 |
| Machete | 60 | 40 | 100 |
| Pozo Hondo | 67 | 33 | 100 |
| Pueblo | 61 | 39 | 100 |

Apéndice 2.02. Contestación a la pregunta número dos (2) del cuestionario (Apéndice Uno).

| Pregunta 2 | | | | | | |
|-------------------|-------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------|-----------------|------------------|
| Barrios | <Grado 12 | Escuela Superior | Grado Asociado | Bachillerato | Maestría | Doctorado |
| Algarrobo | 38 | 35 | 14 | 14 | 0 | 0 |
| Caimital | 27 | 44 | 18 | 11 | 0 | 0 |
| Jobs | 23 | 32 | 21 | 19 | 4 | 0 |
| Machete | 20 | 48 | 20 | 8 | 4 | 0 |
| Pozo | | | | | | |
| Hondo | 0 | 22 | 33 | 33 | 11 | 0 |
| Pueblo | 6 | 29 | 27 | 32 | 4 | 1 |

Apéndice 2.03. Contestación a la pregunta número tres (3) del cuestionario (Apéndice Uno).

| Pregunta 3 | | | | | | |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Barrios | #1 | #2 | #3 | #4 | #5 | #6 |
| Algarrobo | 0 | 8 | 68 | 19 | 4 | 1 |
| Caimital | 2 | 9 | 67 | 20 | 2 | 0 |
| Jobos | 8 | 14 | 30 | 29 | 16 | 4 |
| Machete | 8 | 24 | 40 | 16 | 12 | 0 |
| Pozo Hondo | 0 | 22 | 33 | 44 | 0 | 0 |
| Pueblo | 12 | 19 | 30 | 20 | 16 | 2 |

Apéndice 2.04. Contestación a la pregunta número cuatro (4) del cuestionario (Apéndice Uno).

| Pregunta 4 | | | | |
|-------------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| Barrios | % 20-29 | % 30-39 | % 40-49 | % >50 |
| Algarrobo | 16 | 51 | 28 | 4 |
| Caimital | 16 | 56 | 22 | 7 |
| Jobos | 13 | 53 | 31 | 3 |
| Machete | 12 | 44 | 40 | 4 |
| Pozo Hondo | 11 | 56 | 22 | 11 |
| Pueblo | 15 | 44 | 36 | 6 |

Apéndice 2.05. Contestación ala pregunta número cinco (5) del cuestionario (Apéndice Uno).

Pregunta 5

| Barrios | % | % | % | % | % | % | % |
|------------------|---------------|-----------------|--------------|-----------------|---------------|--------------|--------------|
| | Comida | Plástico | Papel | Aluminio | Vidrio | Patio | Otros |
| | 58 | 7 | 4 | 3 | 4 | 23 | 1 |
| Algarrobo | | | | | | | |
| Caimital | 18 | 7 | 27 | 0 | 0 | 49 | 0 |
| Jobos | 49 | 1 | 21 | 0 | 1 | 27 | 0 |
| Machete | 52 | 12 | 20 | 0 | 0 | 16 | 0 |
| Pozo | 67 | 11 | 11 | 0 | 0 | 11 | 0 |
| Hondo | | | | | | | |
| Pueblo | 36 | 16 | 18 | 2 | 2 | 23 | 4 |

Apéndice 2.06. Contestación a la pregunta número seis (6) del cuestionario (Apéndice Uno).

Pregunta 6 / Semana

| Barrios | Diario | 1 vez | 2 veces | 3 veces |
|-------------------|---------------|--------------|----------------|----------------|
| Algarrobo | 15 | 14 | 26 | 46 |
| Caimital | 29 | 13 | 38 | 20 |
| Jobos | 39 | 8 | 19 | 34 |
| Machete | 36 | 12 | 20 | 32 |
| Pozo Hondo | 22 | 11 | 44 | 22 |
| Pueblo | 18 | 9 | 15 | 58 |

Apéndice 2.07. Contestación a la pregunta número siete (7) y ocho (8) del cuestionario (Apéndice Uno).

| Barrios | Pregunta 7 | | Pregunta 8 | | | | |
|------------------|-------------------|-----------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|-----------|
| | Si | No | Diario | Semanal | Bi-semanal | Mensual | No |
| Algarrobo | 46 | 54 | 0 | 1 | 7 | 5 | 86 |
| Caimital | 62 | 38 | 2 | 2 | 7 | 7 | 82 |
| Jobos | 58 | 42 | 3 | 4 | 9 | 13 | 71 |
| Machete | 52 | 48 | 0 | 0 | 8 | 28 | 64 |
| Pozo | | | | | | | |
| Hondo | 89 | 11 | 11 | 0 | 0 | 0 | 89 |
| Pueblo | 89 | 11 | 3 | 7 | 10 | 16 | 64 |

Apéndice 2.08. Contestación a la pregunta número nueve (9) del cuestionario (Apéndice Uno).

Pregunta 9

| Barrios | Tiempo | Espacio | Interés | Conocimiento |
|-------------------|---------------|----------------|----------------|---------------------|
| Algarrobo | 58 | 7 | 28 | 7 |
| Caimital | 38 | 42 | 16 | 4 |
| Jobos | 52 | 22 | 14 | 12 |
| Machete | 48 | 28 | 8 | 16 |
| Pozo Hondo | 78 | 22 | 0 | 0 |
| Pueblo | 50 | 33 | 3 | 13 |

Apéndice 2.09. Contestación a la pregunta número 10 y 11 del cuestionario (Apéndice Uno).

| Pregunta 10 | | | Pregunta 11 | | |
|--------------------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|
| Barrios | Si | No | Barrios | Si | No |
| Algarrobo | 9 | 91 | Algarrobo | 4 | 96 |
| Caimital | 7 | 93 | Caimital | 11 | 89 |
| Jobos | 14 | 86 | Jobos | 6 | 94 |
| Machete | 12 | 88 | Machete | 12 | 88 |
| Pozo Hondo | 11 | 89 | Pozo Hondo | 11 | 89 |
| Pueblo | 25 | 75 | Pueblo | 23 | 77 |

Apéndice 2.10. Contestación a la pregunta número 12, 13 y 14 del cuestionario
(Apéndice Uno).

| Pregunta 12 | | | Pregunta 13 | | | Pregunta 14 | | |
|--------------------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|--------------------|----------------|--------------|
| Barrios | Si | No | Barrios | Si | No | Barrios | Zafacón | Otros |
| Algarrobo | 4 | 96 | Algarrobo | 3 | 97 | Algarrobo | 82 | 18 |
| Caimital | 4 | 96 | Caimital | 4 | 96 | Caimital | 89 | 11 |
| Jobos | 12 | 88 | Jobos | 9 | 91 | Jobos | 83 | 17 |
| Machete | 20 | 80 | Machete | 12 | 88 | Machete | 72 | 28 |
| Pozo | | | Pozo | | | Pozo | | |
| Hondo | 11 | 89 | Hondo | 11 | 89 | Hondo | 100 | 0 |
| Pueblo | 17 | 83 | Pueblo | 13 | 87 | Pueblo | 89 | 11 |

Apéndice 2.11. Contestación a la pregunta número 15 del cuestionario (Apéndice Uno).

| Pregunta 15 | | | | |
|--------------------|----------------|-----------------------|----------------------|--------------|
| Barrios | Siempre | Frecuentemente | Algunas veces | Nunca |
| Algarrobo | 8 | 42 | 31 | 19 |
| Caimital | 18 | 27 | 36 | 20 |
| Jobos | 28 | 48 | 20 | 4 |
| Machete | 48 | 20 | 28 | 4 |
| Pozo Hondo | 11 | 33 | 56 | 0 |
| Pueblo | 15 | 59 | 20 | 6 |

Apéndice 2.12. Contestación a la pregunta número 16 y 17 del cuestionario (Apéndice Uno).

| Barrios | Pregunta 16 | | Barrios | Pregunta 17 | |
|-------------------|--------------------|-----------|-------------------|--------------------|-----------|
| | Si | No | | Si | No |
| Algarrobo | 54 | 46 | Algarrobo | 16 | 84 |
| Caimital | 62 | 38 | Caimital | 16 | 84 |
| Jobos | 66 | 34 | Jobos | 25 | 75 |
| Machete | 64 | 36 | Machete | 12 | 88 |
| Pozo Hondo | 78 | 22 | Pozo Hondo | 22 | 78 |
| Pueblo | 64 | 36 | Pueblo | 30 | 70 |

Apéndice 2.13. Contestación a la pregunta 18 y 19 del cuestionario (Apéndice Uno).

| Barrios | Pregunta 18 | | Barrios | Pregunta 19 | | |
|-------------------|--------------------|-----------|-------------------|--------------------|----------------|--------------|
| | Si | No | | 5 años | 10 años | No sé |
| Algarrobo | 96 | 4 | Algarrobo | 14 | 28 | 58 |
| Caimital | 89 | 11 | Caimital | 7 | 33 | 60 |
| Jobos | 90 | 10 | Jobos | 26 | 52 | 22 |
| Machete | 60 | 40 | Machete | 24 | 40 | 36 |
| Pozo Hondo | 100 | 0 | Pozo Hondo | 22 | 56 | 22 |
| Pueblo | 85 | 15 | Pueblo | 18 | 32 | 50 |

Apéndice 2.14. Contestación a la pregunta número 20 y 21 del cuestionario (Apéndice Uno).

| Barrios | Pregunta 20 | | Barrios | Pregunta 21 | |
|-------------------|--------------------|--------------|-------------------|--------------------|-----------|
| | Una Vez | Nunca | | Si | No |
| Algarrobo | 15 | 85 | Algarrobo | 15 | 85 |
| Caimital | 13 | 87 | Caimital | 13 | 87 |
| Jobos | 19 | 81 | Jobos | 19 | 81 |
| Machete | 12 | 88 | Machete | 12 | 88 |
| Pozo Hondo | 11 | 89 | Pozo Hondo | 11 | 89 |
| Pueblo | 25 | 75 | Pueblo | 25 | 75 |

Apéndice 2.15. Contestación a la pregunta número 22 y 23 del cuestionario (Apéndice Uno).

| Pregunta 22 | | | Pregunta 23 | | |
|--------------------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|
| Barrios | Si | No | Barrios | Si | No |
| Algarrobo | 88 | 12 | Algarrobo | 96 | 4 |
| Caimital | 82 | 18 | Caimital | 82 | 18 |
| Jobos | 91 | 9 | Jobos | 88 | 12 |
| Machete | 60 | 40 | Machete | 80 | 20 |
| Pozo Hondo | 78 | 22 | Pozo Hondo | 100 | 0 |
| Pueblo | 85 | 15 | Pueblo | 93 | 7 |

Apéndice 2.16. Contestación a la pregunta número 24 y 25 del cuestionario (Apéndice Uno).

| Barrios | Pregunta 24 | | | Pregunta 25 | | |
|-------------------|--------------------|-----------|----------------------|--------------------|-----------|-----------|
| | Si | No | Algunas veces | Barrios | Si | No |
| Algarrobo | 45 | 0 | 55 | Algarrobo | 36 | 64 |
| Caimital | 47 | 16 | 38 | Caimital | 53 | 47 |
| Jobos | 69 | 27 | 4 | Jobos | 77 | 23 |
| Machete | 60 | 0 | 40 | Machete | 72 | 28 |
| Pozo Hondo | 78 | 0 | 22 | Pozo Hondo | 100 | 0 |
| Pueblo | 37 | 6 | 57 | Pueblo | 93 | 7 |

Apéndice Tres

Glosario:

1. Agencia: toda entidad, dependencia, departamento, junta, comisión, división, negociado, oficina, corporación pública, cuasi pública u otra institución gubernamental del Estado Libre Asociado de Puerto Rico y federal.
2. Autoridad: se refiere a la Autoridad de Desperdicios Sólidos, creada mediante la Ley Número 70 del 23 de junio de 1978, según enmendada.
3. Cartón corrugado: tipo de cartón en el cual una capa de papel ondulado (onda) es reforzado externamente por dos (2) capas de papel (tapas o “liners”) pegadas con adhesivo en las crestas de la onda.
4. Cobertura alterna: material equivalente o complementario a la cubierta que es requerida para soterrar diariamente los desperdicios sólidos en los sistemas de relleno sanitario.
5. Comercio: todo establecimiento o actividad de negocios vinculado al intercambio, compra o venta de bienes o servicios.
6. Composta: producto del proceso de compostaje con valor potencial como acondicionador de terrenos o fertilizante.
7. Compostaje: se refiere a la biodegradación controlada de desechos orgánicos para obtener como resultado composta.
8. Contenido reciclable: se refiere al material o producto en cuya elaboración se utilizó materia prima susceptible de ser recuperada, rehusada o procesada para convertirla nuevamente en material prima o productos útiles.

9. Coordinador de Reciclaje: persona designada por las agencias, municipios, escuelas y sector privado para diseñar, planificar, desarrollar e implantar los planes y programas de reducción, reutilización y reciclaje.
10. Desperdicios o residuos sólidos: significará la basura, escombros, artículos inservibles como neveras, estufas, calentadores, congeladores y artefactos residenciales y comerciales similares, cenizas, cieno o cualquier material desechado no peligroso, sólido, líquido, semisólido o de contenido gaseoso resultante de operaciones domésticas, industriales, comerciales, mineras, agrícolas o gubernamentales. Esta definición incluye materias que han sido desechadas, abandonadas o dispuestas, y materias a las cuales se les haya expirado su utilidad o que ya no sirven a menos que sean procesadas o recuperadas.
11. Dispensa: autorización especial y temporal, expedida por la Autoridad a solicitud de parte, que se registrará conforme a lo dispuesto en el Capítulo IX de este Reglamento.
12. Disposición ilegal de residuos: se refiere a la descarga no autorizada, depósito, inyección, derrame, quema, filtración o el dejar algún residuo sólido o material reciclable dentro o sobre un cuerpo de agua o tierra, de forma que dichos residuos o sus contaminantes puedan penetrar los terrenos, ser emitidos al aire o descargados en acuíferos o esparcidos de alguna manera en el ambiente.
13. Generador: toda persona que usa un material o producto y lo dispone para descartarlo, reutilizarlo, reducirlo o reciclarlo.

14. Industria: planta, fábrica, maquinaria o conjunto de maquinarias o equipo con capacidad para llevar a cabo las principales funciones utilizadas en la producción de un producto manufacturado o artículo designado en escala comercial.
15. Instalación de disposición: toda instalación autorizada utilizada para disponer finalmente de los desperdicios sólidos.
16. Instalación para el manejo de residuos sólidos: cualquier área de disposición de desperdicios o residuos sólidos, planta reductora o de reciclaje, estación de trasbordo u otra instalación autorizada cuyo propósito sea la recuperación, procesamiento, almacenamiento y/o disposición de desperdicios o residuos sólidos.
17. Manejo de desperdicios sólidos: proceso mediante el cual los desperdicios o residuos sólidos se recogen, transportan, almacenan, procesan o disponen en conformidad con un programa planificado.
18. Material putrescible: materiales que se descomponen mediante microorganismos de una forma lo suficientemente rápida como para producir molestia con sus olores o gases y proporcionan alimento o atraen a pájaros y vectores que producen enfermedades. Entre éstos se consideran alimentos, cáscaras de frutas y legumbres.
19. Material reciclable: aquellos materiales de la corriente de los desperdicios sólidos potencialmente procesables y reutilizables que cumplan con los requerimientos de los mercados como materia prima para la elaboración de otros productos.

20. Material recuperado: aquellos materiales potencialmente reciclables que han sido removidos del resto de los desperdicios o residuos para su venta, utilización o reutilización, ya sea mediante separación, recogido o procesamiento.
21. Material vegetal o vegetativo: desechos de la totalidad o porción de árboles, hojas, residuos de jardines, arbustos, gramas, hierbas o cosechas.
22. Municipio: cualquiera de los municipios del Estado Libre Asociado de Puerto Rico, sus corporaciones, agencias o instrumentalidades.
23. Paletas de madera: plataformas utilizadas para estibar, constituidas por dos pisos unidos entre sí, que de ser necesario, permiten su manipulación por medio de aparatos mecánicos.
24. Permisos: autorización escrita expedida por las agencias reguladoras para la construcción u operación de toda instalación para el manejo de los desperdicios sólidos.
25. Persona: toda persona natural o jurídica, incluyendo sin limitación alguna a corporaciones públicas, privadas o estatales, unidades gubernamentales locales, federales, agencias públicas, individuos, socios, sociedades, firmas, fideicomisos, municipios o cualquier otra entidad legal.
26. Plan o Plan de Reciclaje: se refiere al Plan de Reducción, Reutilización y Reciclaje que debe ser elaborado por los municipios o consorcios, las agencias y el sector privado para cumplir con las disposiciones de la Ley 70.
27. Plan de desvío: documento que establece las acciones que serán llevadas a cabo en los sistemas de relleno sanitario para evitar la disposición final de material

vegetal y paletas de madera, según dispuesto en el Capítulo IX de este Reglamento.

28. Procesamiento: cualquier método, sistema o tratamiento utilizado para alterar las características físicas o el contenido químico de los desperdicios sólidos, incluyendo la remanufactura de productos.
29. Reciclaje: proceso mediante el cual los materiales son recuperados de la corriente de los desperdicios sólidos, separados, procesados y reutilizados en forma de materia prima para fabricar productos diferentes o similares al original.
30. Reciclar: acción de recuperar de la corriente de los residuos sólidos materiales a ser procesados para fabricar productos nuevos, diferentes o similares al original.
31. Recuperación: proceso mediante el cual se rescata el material de la corriente de los desperdicios sólidos.
32. Reducción: se refiere al resultado de la eliminación o cambios al diseño, manufactura, empaque, utilización y manejo de productos, de forma que cuando estos sean desechados se disminuya su volumen, cantidad o peligrosidad.
33. Reducción en su origen: la reducción o eliminación de residuos o contaminantes en su fuente de generación, usualmente dentro del proceso de producción o durante el ofrecimiento de servicios.
34. Residuos orgánicos: Residuos sólidos originados por organismos vivos y sus productos residuales metabólicos que contienen compuestos orgánicos producidos naturalmente y se descomponen biológicamente por la acción de microbios u hongos.

35. Reutilización de residuos sólidos: Se refiere al uso en más de una ocasión, de artículos para el propósito para el cual originalmente fueron creados o para cualquier otro uso que no requiera el procesamiento de dichos artículos ni cambie su identidad original.
36. Separación en la fuente: Se refiere a la clasificación sistemática de los desperdicios sólidos en el lugar donde se originan tales desperdicios.
37. Sistema de Relleno Sanitario: Cualquier instalación o parte de ésta, en la que se disponen desperdicios sólidos no peligrosos. Dicha disposición se realiza mediante el esparcimiento y compactación de los desperdicios en capas donde cada una de las capas es compactada al volumen práctico más pequeño y separada de las demás, mediante la aplicación diaria de material de relleno o cobertura alterna aprobado para reducir al mínimo los riesgos a la salud, la seguridad pública y el ambiente.

