

Contaminación por desechos electrónicos en el departamento de San Vicente y alternativa de solución

Rene Wilberto Rivera Coreas

rene.rivera@ues.edu.sv

ORCID: 0000-0002-4340-4318

Introducción

Es impresionante cómo la sociedad ha evolucionado con el uso de las tecnologías de la información y las telecomunicaciones en la vida cotidiana de las personas, permitiéndoles mayores beneficios al momento de desarrollar actividades que requieren el uso de dicha tecnología. La globalización del mercado Internacional como nacional y la innovación tecnológica, hacen que este tipo de productos sean más accesibles, permitiendo ser sustituidos por productos que posean las tecnologías más avanzadas, la vida útil de estos aparatos es cada vez más corta haciendo que sean desechados más rápidamente generando grandes cantidades de desechos electrónicos los que no son tratados adecuadamente en cada país.

El crecimiento que tienen estas tecnologías ha dado origen a un nuevo problema social. En la tabla 1 se muestra resultados parciales sobre los desechos electrónicos encontrados durante la Investigación de campo. Basado en dichos datos es posible argumentar que ya se tiene un problema ambiental, ya que El Salvador no posee normativas para desechos electrónicos. El documento presenta los objetivos, justifica la razón por la que se debe hacer investigación de la basura electrónica, establece los alcances y toda la información de la investigación, como lo es el planteamiento del problema y la hipótesis a probar.

Tabla 1. Cantidad desechos electrónicos, 2020

Municipio	Cantidad (Lbs.)
Guadalupe	400
Verapaz	310
Tepetitán	250
San Cayetano Istepeque	75
Tecoluca	575
Apastepeque	325
Totales	1,935

Fuente: Elaboración propia con base de datos obtenida en el campo de investigación

Se describe el tipo de investigación y los métodos utilizados para recolectar información, se determinan la población de estudio con su respectiva muestra, así mismo se establece una base teórica de la investigación, que contienen conceptos y definiciones.

Antecedentes

Según la Política Nacional de Medio Ambiente, El Salvador tiene una baja calidad ambiental como resultado del inadecuado manejo de desechos sólidos y tóxicos; el abuso de los agroquímicos en la agricultura; el inadecuado o nulo tratamiento de aguas residuales provenientes de la industria, agroindustria y hogares que contaminan ríos, lagos y lagunas; las condiciones de operación de los rastros municipales; y la contaminación del aire generada por el transporte vehicular y prácticas agrícolas como la quema (Ministerio del Medio Ambiente, 2022). En años anteriores al 2006 en El Salvador se permitían los botaderos a cielo abierto habiendo muchos de estos a nivel nacional, pero con su prohibición en septiembre de 2007, el volumen de desechos a cielo abierto disminuyó de 1611 toneladas de desechos diarios en 2007 a 800 toneladas en 2011 (Ministerio de Medio Ambiente, 2011).

En lo relativo al tema, los cambios tecnológicos impulsan a las instituciones a buscar equipo de última tecnología, desechando equipo obsoleto, según se muestra en la tabla 1. Todo equipo electrónico pequeños que sean pueden contaminar el medio ambiente, (Baldé, et al., 2017).

La organización Asociación Centroamericana para la Economía, la Salud y el Ambiente (ACEPESA); hizo una investigación en un proyecto denominado “Estrategia sostenible de gestión de residuos electrónicos en El Salvador”, su primera etapa consistió en la elaboración del “Diagnóstico de la situación actual de los residuos electrónicos en El Salvador”, este diagnóstico se enfocó en los celulares, computadoras y dispositivos similares siendo este el primero en

su tipo desarrollado durante el año 2008 en el que se mostraban los actores principales, cantidades de equipo que se importaba así como el volumen de basura electrónica generada aproximadamente.

Para el año 2010, el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) continuando con los estudios sobre la contaminación por los desechos electrónicos tomó a bien realizar un nuevo diagnóstico titulado “Diagnóstico Nacional de Desechos Electrónicos El Salvador”, dirigido al departamento de San Salvador, tomando en cuenta las computadoras e impresoras. En este mismo año se llevó a cabo otro estudio a nivel nacional por la Escuela Superior de Economía y Negocios, enfocado a los desechos electrónicos con énfasis en los celulares donde se realizaron estimaciones de la cantidad de celulares que estarían obsoletas para el año 2011, además este estudio indicaba que de la totalidad de residuos que recolectan las municipalidades, el cinco por ciento corresponde a desechos electrónicos.

El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), ha tomado interés por los desechos de productos electrónicos, como seguimiento del diagnóstico elaborado en el año 2010, para enero del 2012 se creó el Grupo Técnico Interinstitucional (GTI11) que se encargó de la elaboración del Plan Nacional de Recuperación de Desechos Sólidos. En la misma línea de investigación se desarrolló en 2012 un trabajo de investigación de tesis por tres estudiantes de la carrera de Ingeniería en Sistemas, de la Facultad Multidisciplinaria Paracentral de la Universidad de El Salvador, enfocándose en los municipios de Apopa, Ilopango, Soyapango y San Salvador. Ambos estudios detallan que la chatarra electrónica es un problema recurrente y grave (Flores Rodríguez, Hernández Cuéllar, & Hernández Villacorta, 2012).

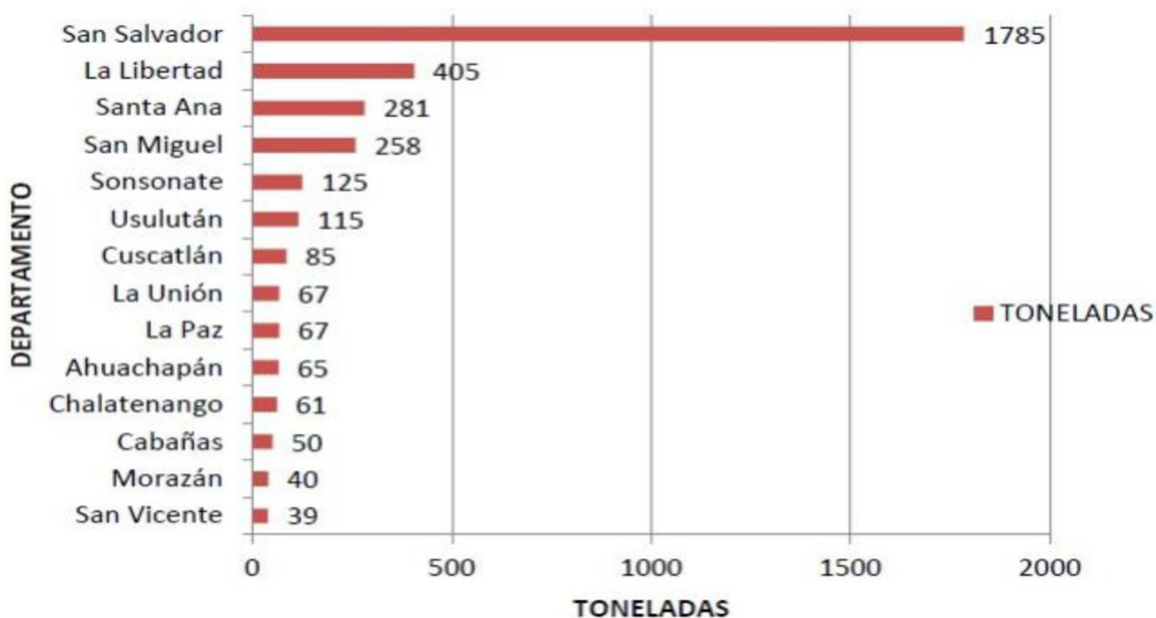
Los trabajos citados anteriormente han dado pie para continuar investigando, esta vez en el departamento de San Vicente, que con un avance del 50% se tienen los resultados que se muestran en la tabla número 1.

Justificación

En el mundo los avances tecnológicos crecen a pasos agigantados, lo que hoy pudiera considerarse tecnología de punta, puede convertirse en obsoleto el día de mañana, y es que la tecnología nos ayuda a hacer la vida más simple, pero qué hacer cuando esa tecnología ya no nos sirva es una pregunta que pocos sabemos responder, en nuestro afán de tener lo mejor en tecnología adquirimos equipo que al finalizar su vida útil o dañándose lo desechamos sin mayor problema o lo acumulamos, olvidando que se debe tener cuidado en su manipulación; dado que estos dispositivos nos advierten que no pueden tirarse solamente a la basura.

Un estudio realizado en la Escuela Superior de Economía y Negocios (ESEN) y la Universidad Nebrija, de España, reveló por estimación que para mediados del 2011 en el país habría 21 millones 307 mil 961 teléfonos celulares obsoletos y, para principios de 2012 la cifra generada podría ser similar. Además, ese estudio indica que de la totalidad de residuos que recolectan las municipalidades, el cinco por ciento corresponde a desechos electrónicos. Según el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) para el año 2009 en el país se generaron aproximadamente 3 mil 400 toneladas de desperdicios al día. Se presentan los datos por departamento según estimaciones del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). En San Vicente no se tienen registros de investigaciones similares.

Figura 1. Cantidad de desechos sólidos generados por departamento diariamente

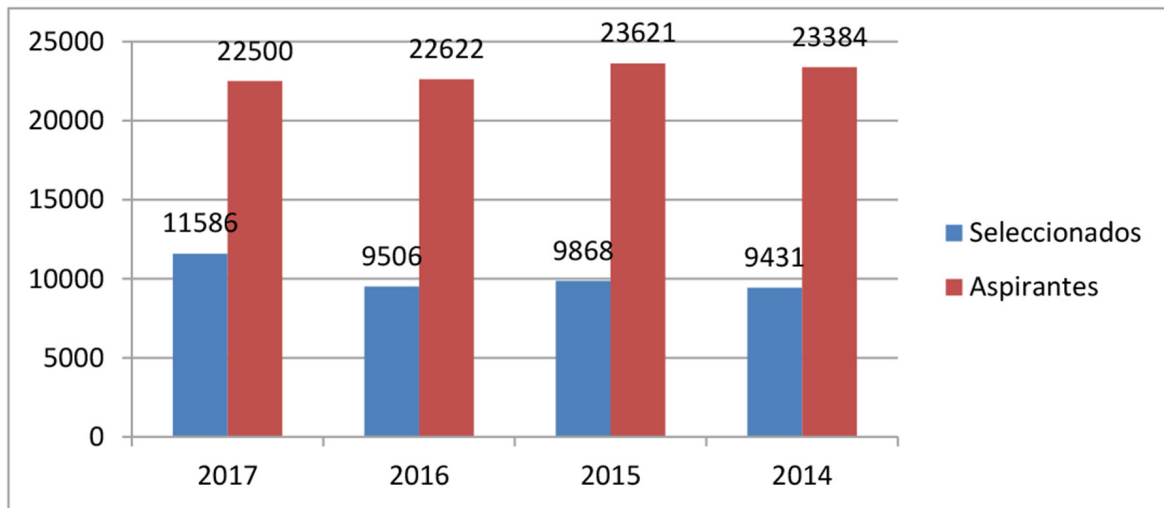


Fuente: Plan para el mejoramiento de desechos sólidos, según el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) en El Salvador, mayo de 2010

En El Salvador para el año 2011 se generó un aproximado de mil toneladas de residuos de equipos eléctricos y electrónicos al año, en el cual se contempla aparatos que contienen refrigerantes, equipos informáticos y telecomunicaciones; aparatos con monitores y pantallas; electrodomésticos grandes y medianos y equipos de iluminación.

Para el año 2010 de acuerdo a la Superintendencia General de Telecomunicaciones (SIGET) existían 126 celulares por cada 100 habitantes como se muestra en la siguiente figura:

Figura 02. Estimado de líneas activas en El salvador



En el país son pocas las empresas que se dedican a recolectar los desechos electrónicos, y las que lo hacen, los exportan a otros países. La mayoría de estas empresas laboran sin la autorización del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, ya que no cuentan con los permisos respectivos. Es importante tomar conciencia sobre un hecho que a todos nos compete como lo es la contaminación por desechos de productos electrónicos, ya que todos nos beneficiamos de la tecnología y somos responsables del trato que le damos y de los efectos que provoquemos al utilizarla de forma equivocada. Si no se incluye la responsabilidad al consumir productos tecnológicos, así como su reciclado, se estaría encaminando a agravar el problema, no solo por la contaminación por desechos sólidos, sino también por la contaminación por desechos electrónicos, lo que implicaría un mayor riesgo a nuestro bienestar. La importancia de realizar esta investigación es por la gran demanda que hay de productos electrónicos y las pocas investigaciones hechas al respecto en donde se muestran datos de hace 2 años o más, tomando en cuenta que los productos electrónicos tienen mejoras y actualizaciones todos los días, los desechos electrónicos irán aumentando también. De ahí la necesidad de contar con un estudio que muestre los elementos básicos de la problemática que se forma con relación a la contaminación por desechos electrónicos que enfrenta el país, identificar las empresas que intervienen actualmente, la manera en la cual estas manejan los desechos, mostrar un estimado de la cantidad de desechos electrónicos que se están generando actualmente en el país y poner a disposición de las entidades o personas que les interese la estrategia de mitigación de la contaminación por desechos de productos electrónicos.

Planteamiento del problema

En lo relativo al tema, los cambios tecnológicos nos impulsan a buscar equipo de última tecnología y muy pocos nos preguntamos qué pasa con estos equipos obsoletos, cuál es su disposición final y si los componentes por pequeños que sean pueden contaminar el medio ambiente, surge la interrogante de cómo son tratados estos desechos en el país, si como desechos especiales o desechos comunes y qué pasa con las sustancias tóxicas que contienen algunas piezas.

La organización Asociación Centroamericana para la Economía, la Salud y el Ambiente (ACEPESA); -una entidad no gubernamental reconocida en el ámbito costarricense y centroamericano por su aporte con productos técnicos innovadores y de alta calidad-; promoviendo acciones conjuntas a nivel regional para la atención de la problemática ambiental generada por los residuos electrónicos a nivel centroamericano, entre ellos El Salvador, haciendo posible la realización de un proyecto a nivel nacional denominado “Estrategia sostenible de gestión de residuos electrónicos en El Salvador”, su primera etapa consistió en la elaboración del “Diagnóstico de la situación actual de los residuos electrónicos en El Salvador”, este diagnóstico se enfocó en los celulares, computadoras y dispositivos similares siendo este el primero en su tipo desarrollado durante el año 2008 en el que se mostraban los actores principales, cantidades de equipo que se importaba así como el volumen de basura electrónica generada aproximadamente.

Para el año 2010, el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) continuando con los estudios sobre la contaminación por los desechos electrónicos tomó a bien realizar un nuevo diagnóstico titulado “Diagnóstico Nacional de Desechos Electrónicos El Salvador”, dirigido al departamento de San Salvador, tomando en cuenta las computadoras e impresoras. En este mismo año se llevó a cabo otro estudio a nivel nacional por la Escuela Superior de Economía y Negocios, enfocado a los desechos electrónicos con énfasis en los celulares donde se realizaron estimaciones de la cantidad de celulares que estarían obsoletas para el año 2011, además este estudio indicaba que de la totalidad de residuos que recolectan las municipalidades, el cinco por ciento corresponde a desechos electrónicos.

El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), ha tomado interés por los desechos de productos electrónicos, como seguimiento del diagnóstico elaborado en el año 2010, para enero

del 2012 se creó el Grupo Técnico Interinstitucional (GTI11) que se encargó de la elaboración del Plan Nacional de Recuperación de Desechos Sólidos.

No es posible eliminar por completo un problema ambiental. La dinámica humana y el desarrollo de la industria, son necesarias. Para tomar decisiones ante un problema de esta índole se hace necesario contar con información actualizada sobre cantidades y tipos de elementos electrónicos que son desechados. Ya con esta información será posible, encontrar una alternativa para minimizar el daño provocado.

Diseño metodológico Tipo de estudio

El tipo de investigación a realizar es de tipo explicativo, ya que se busca establecer las causas de los eventos, sucesos o fenómenos sobre la contaminación por desechos de productos electrónicos, explicar por qué ocurre este fenómeno y en qué condiciones se manifiesta. Proponiendo para esto, la definición del problema e hipótesis, determinar posteriormente la comprobación de las hipótesis y obtener conclusiones y recomendaciones sobre la contaminación por desechos de productos electrónicos.

La investigación se enfoca en los efectos de la contaminación por desechos de productos electrónicos. El estudio explicativo nos permitirá identificar, de acuerdo a los resultados obtenidos, cuáles son los efectos y el impacto que tiene la contaminación por desechos de productos electrónicos en la población y las posibles estrategias de mitigación sobre la recolección, manejo, desensamblaje y disposición final de los desechos de productos electrónicos.

Área de estudio

El estudio corresponde a las ciencias, tecnología y sociedad, ya que pretende descubrir la cantidad de basura generada como producto del descarte como basura de los aparatos electrónicos, así como

plantear una alternativa de manejo de los residuos generados para mitigar en parte la problemática generada, tomando como base los 13 municipios del Departamento de San Vicente.

Definición y medición de variables

En la presente investigación las variables de interés serán en principio cantidades y pesos de desechos electrónicos, donde no se necesita mayor precisión, los datos serán tomados con balanzas pudiendo tenerse resultados en libras o kilos y será hasta el momento de la investigación que se defina la forma de agrupación de variables o su segmentación por categorías.

Universo y muestra

Procedimiento para determinar el tamaño de la muestra

Se utilizará la formula siguiente:

$$n = \frac{Z^2 \cdot P \cdot Q \cdot N}{(N - 1)E^2 + Z^2 P \cdot Q}$$

Donde:

Z: valor crítico 1.96

P: proporción que ocurra el evento = 50%

Q: proporción que no ocurra el evento = 50% N: tamaño de la población

E: error muestral = 5%

Después de los cálculos respectivos se encontró que el total de encuestas sería de:

$$n = 155243.858 / 405.0704 \quad n = 383.251548$$

Por tanto, se procesarán 383 encuestas

Para calcular el porcentaje de población que se tomará por municipio se utilizará siguiente fórmula:

$$\% = n * \left(\frac{100}{N} \right)$$

Donde:

n: población total por municipio

N: total de la población en el departamento

Población

El estudio se realizará en los trece municipios del departamento de San Vicente, que en su totalidad suman una población de 161,645 habitantes¹.

En el caso de las instituciones, no existe ningún tipo de censo que detalle las empresas que usan o desechan productos electrónicos, y dado que los territorios urbanos tomados para el estudio, pequeños territorialmente se han seleccionado instituciones de gobierno, centros educativos, y empresas que dispongan de más de 5 computadoras. Los datos se detallan en el siguiente cuadro.

¹ Fuente: V Censo de población y vivienda, 2007. Ministerio de Economía. Gobierno de El Salvador

Nombre del Municipio	Instituciones estatales	Centros Educativos	Otras empresas	Total
Apastepeque	3	2	1	6
Guadalupe	3	2	1	6
San Cayetano Istepeque	3	2	1	6
San Esteban Catarina	3	2	1	6
San Ildefonso	3	2	1	6
San Lorenzo	3	2	1	6
San Sebastián	3	2	1	6
San Vicente	18	12	6	36
Santa Clara	3	2	1	6
Santo Domingo	3	2	1	6
Tecoluca	3	2	1	6
Tepetitlán	3	2	1	6
Verapaz	3	2	1	6
TOTAL INSTITUCIONES	54	46	18	108

Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos

Existen diferentes tipos de investigación de las cuales utilizaremos el tipo descriptivo- explicativo, ya que se busca establecer las causas de los eventos, sucesos o fenómenos sobre la contaminación por desechos de productos electrónicos, explicar por qué ocurre este fenómeno y en qué condiciones se manifiesta. Proponiendo para esto, la definición del problema e hipótesis, determinar posteriormente la comprobación de las hipótesis y obtener conclusiones y recomendaciones sobre la contaminación por desechos de productos electrónicos. La investigación se enfoca en los efectos de la contaminación por desechos de productos electrónicos. El estudio explicativo nos permitirá identificar, de acuerdo a los resultados obtenidos, cuáles son los efectos y el impacto que tiene la contaminación por desechos de productos electrónicos en la población y las posibles estrategias de mitigación sobre la recolección, manejo, desensamblaje y disposición de los desechos de productos electrónicos.

Durante esta investigación se utilizará el método hipotético-deductivo que es el procedimiento o camino que sigue el investigador para hacer de su actividad una práctica científica. El método hipotético-deductivo tiene varios pasos esenciales, como la observación del fenómeno a estudiar, creación de una hipótesis para explicar dicho fenómeno, deducción de consecuencias o proposiciones más elementales que la propia hipótesis, y verificación o comprobación de la verdad de los enunciados deducidos comparándolos con la experiencia. Este método obliga al científico a combinar la reflexión racional o momento racional (la formación de hipótesis y la deducción) con la observación de la realidad o momento empírico (la observación y la verificación).

Instrumentos de recolección de datos

En esta investigación se ha utilizado diversos tipos de instrumentos para medir las variables de interés, donde tendremos datos que obtendremos directamente de la realidad por medio de la observación, encuestas y entrevistas.

Plan de análisis y tratamiento estadístico de los datos

Para el análisis estadístico de datos se utilizará de uso general como hojas electrónicas (Excel y similares), pero también programas estadísticas específicos para el trabajo con encuestas tales como SPSS (distribución de paga) o PSPP (distribución libre), para la prueba de hipótesis probablemente usaremos chi cuadrado, y la información se presentará por medio de gráficos y tablas de doble entrada. Por el tipo de investigación, el análisis estadístico no es la parte esencial para la obtención de resultados o verificación de logro de objetivos.

Resultados esperados

Al finalizar la investigación se espera contar con lo siguiente

- Un diagnóstico sobre cantidades y tipos de basura electrónica que se genera en el Departamento de San Vicente.
- Un mapa donde se pueda identificar los lugares con donde se genera la mayor cantidad de basura electrónica,
- Un documento-propuesta sobre la reducción de la basura para mitigar el problema de la contaminación
- Una guía de usuarios final para disminuir la generación de basura electrónica

El principal impacto ambiental de la basura electrónica se debe principalmente a un proceso inadecuado del desecho mas que a su contenido tóxico inherente, ya que cuando se libera a la superficie terrestre se combinan sus componentes con elementos agua y aire, a partir de eso, se genera la cadena de contaminación hasta llegar el cuerpo humano. Combinar residuos electrónicos con basura común es un problema urgente que debe resolverse en principio mediante normativas estatales.

Conclusiones

La contaminación por desechos electrónicos, es un problema latente, si bien, en El Salvador aun es controlable urge la creación de leyes y mecanismos que frenen el aumento de este tipo de contaminantes. En la investigación parcial que se tiene, se ha observado que el 100% de la población se deshace de la basura electrónica, tirándola junto a la basura común, contrario a lo que sucede con los talleres que la acumulan en sus lugares de trabajo. Ante esto argumentan que no tienen otra alternativa. Un detalle que se observa es por ejemplo que las instituciones educativas, disponen de contenedores para separar la basura, pero nada más como una forma de cultura y educación, ya que, aunque la basura esté separada, no existen camiones recolectores que separen la basura y toda se coloca en un mismo contenedor.

Referencias

Álvarez-Romero, I.; Blanno de la Vega. A. L. González-León J. C.; Hernández- Hernández A. y Lara-Molina, J. 2010. Residuos electrónicos.

Baldé, C.P., Forti V., Gray, V., Kuehr, R., Stegmann, P. The Global E-waste Monitor (2017), United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU)

Flores Rodríguez, C. P., Hernández Cuéllar, S. A., & Hernández Villacorta, N. A. (2012). *Diagnóstico y alternativa de solución a la contaminación por desechos electrónicos en el departamento de San Salvador*. San Salvador.

Hidalgo-Aguilera L. sf. La basura electrónica y la contaminación ambiental.

Jacott M. 2005. Tóxicos en la industria electrónica.

Ministerio de Medio Ambiente. (2011). *Política nacional de medio ambiente*.

Ministerio del Medio Ambiente. (2022). *Política Nacional de Medio Ambiente*. El Salvador.

Oficina Regional para las Ciencias en América Latina y el Caribe 2015, (UNESCO). *Gestión Sostenible de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en América Latina*.

Pérez-López, A. (2013). *Contaminación en México por Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos*.

Rojas-Bracho, L. (2007) ; Sf. *Los residuos electrónicos en México y el mundo*.

V Censo de población y vivienda, 2007. Ministerio de Economía. Gobierno de El Salvador