

VALORACIÓN ENERGÉTICA DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DEL CANTÓN GONZALO PIZARRO, ECUADOR

(Energy valuation of the solid wastes of Gonzalo Pizarro Canton, Ecuador)

Juan Pablo Morales Corozo

Candidato a Doctor del programa Doctorado en Ambiente y Desarrollo, de la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora”, Director de Gestión de Ambiente del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Gonzalo Pizarro, de la provincia de Sucumbíos Ecuador. Ingeniero Químico, Universidad Central del Ecuador. Máster en Alta Dirección Universitá Degli Studi Di Bari Aldo Moro, Máster en Gestión de Medio Ambiente Universidad Camilo José Cela; Máster en Gestión de Calidad, Medio Ambiente y Prevención, Universidad Camilo José Cela; Especialidad en Auditorías de Sistemas de Gestión de Calidad, Universidad Técnica Particular de Loja; Diplomado en Investigación y Desarrollo Universidad Técnica Equinoccial

j.p.shevarajo@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4538-4488>

Recibido: 03-02-2021

Aceptado: 13-03-2021

RESUMEN

Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales de acuerdo a sus competencias en materia de servicios básicos establecida en el artículo 137 del Código Orgánico de Ordenamiento Territorial, Autonomía y Descentralización, están obligados a realizar la gestión integral de los desechos sólidos, incluyendo la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los desechos sólidos no peligrosos. El objeto de la presente investigación es establecer un criterio técnico para la valoración energética de los desechos sólidos como alternativa para el manejo de manera eficiente, evitando los impactos ambientales. El aprovechamiento energético de los desechos sólidos del cantón Gonzalo Pizarro es una opción adecuada que permitirá un ahorro en gastos debido al manejo de la celda de disposición final, por lo que la investigación sería un insumo referencial sobre el cual implantar un proyecto de mejoramiento continuo que permita el aprovechamiento de los mismos.

Palabras Clave: Manejo de los desechos sólidos/ Muestreo/ Determinación de biogas/ Cantidad de energía

SUMMARY

The Autonomous Decentralized Municipal Governments, according to their competences in the matter of basic services established in article 137 of the Organic Code of Territorial Organization, Autonomy and Decentralization, are obliged to carry out the integral management of solid waste, including the collection, transport, treatment and final disposal of non-hazardous solid waste. The purpose of this research is to establish a technical criterion on which an energy assessment of solid waste is carried out as an alternative for efficient management, avoiding environmental impacts. The energy use of solid waste from the Gonzalo Pizarro canton is an appropriate option that will allow cost savings due to the handling of the final disposal cell, so the research would be a reference input on which to implement a continuous improvement project that allow the use of them.

KEYWORDS: Solid waste management / Sampling / Determination of biogas / Amount of energy

INTRODUCCIÓN

La OPS¹ realizó una investigación en Ecuador acerca del manejo de los desechos sólidos, con la finalidad de “apoyar al desarrollo de la gestión de los desechos sólidos desde un enfoque sistemático, multidisciplinario e interinstitucional” (Pinos J., 2018, p. 135), dicho estudio presentó inconvenientes al no contar con una línea base y el desarrollo de indicadores, parte de los planes y coordinación interinstitucional, no se llevó a cabo. Para el año 2009 a nivel Nacional, en cuanto al manejo de los desechos sólidos, no existía variación significativa, el 72,39% de los municipios contaban con botaderos de basura a cielo abierto y su manejo provocaba contaminación a los recursos aire, suelo y agua. El Gobierno Nacional a través del Ministerio del Ambiente comienza a realizar notificaciones y procesos administrativos a varios municipios quienes pagaron fuertes multas por el daño ambiental.

Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales de acuerdo a sus competencias en materia de servicios básicos establecida en el artículo 137 del Código Orgánico de Ordenamiento Territorial, Autonomía y Descentralización, está obligado a realizar la gestión integral de los desechos sólidos, incluyendo la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los desechos sólidos no peligrosos.

OBJETIVOS

Objetivo General

Establecer un criterio técnico para la valoración energética de los desechos sólidos

“El manejo integral de residuos sólidos es un conjunto de actividades relacionadas con el ciclo de vida del residuo; generalmente, es un proceso de cinco etapas que deben seguirse; el residuo debe recogerse, trasladarse, valorizarse en tanto materia o energía, reciclarse, tratarse, y finalmente disponerse en algún sitio seguro” (Jiménez N., 2015), el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Gonzalo Pizarro, cuenta con un relleno sanitario donde se disponen todos los desechos sólidos generados dentro de la circunscripción territorial, y tiene un plan de manejo ambiental objeto es realizar un manejo responsable de los desechos sólidos, motivo por el cual de manera continua realiza actividades de investigación y desarrollo para realizar un buen manejo de los desechos sólidos no peligrosos.

Se está investigando la producción de energía eléctrica a partir del biogas que se genera en las celdas de disposición final, tomando en cuenta variables que influyeron en el tipo de desechos sólidos entre ellos la variación de hábitos debido a la pandemia por COVID - 19, siendo “una de las principales problemáticas ambientales en la actualidad” (Hernán G. et. al., 2017), y como en el cantón Gonzalo Pizarro se podría realizar el aprovechamiento energético.

como alternativa para minimizar los impactos ambientales.

1 OPS “La Organización Panamericana de la Salud (OPS), fundada en 1902, es la agencia de salud pública internacional más antigua del mundo. Brinda cooperación técnica y moviliza asociaciones para mejorar la salud y la calidad de vida en los países de las Américas” (OPS, 2021)

Objetivos Específicos

Utilizar la investigación y el desarrollo para buscar alternativas para el manejo de los desechos.

Contar con un instrumento que sirva como un insumo referencial para la aplicabilidad dentro de las actividades programadas para el mejoramiento continuo del relleno sanitario.

MARCO TEÓRICO

Existen muchas investigaciones acerca de la gestión de desechos sólidos en el Ecuador, el aprovechamiento de las mismas como insumos referenciales de investigación y desarrollo para la implementación de tecnologías eficientes efectivas que ayuden a mejorar la gestión y el manejo ha sido un reto, desde el año 2010, con la aparición del PNGIDS², el cual elaboró una línea base encontrando varios problemas básicos y de gran impacto en los municipios de ahí que se inició notificaciones y procesos administrativos, obligando a los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales, recurrir a tecnologías nuevas tomando en cuenta la realidad. El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Gonzalo Pizarro, con su afán de dar cumplimiento a la normativa ambiental vigente busca cada año implantar tecnologías limpias y ajustadas a la realidad económica, buscando el aprovechamiento de los desechos sólidos por lo que se requiere realizar la valorización de los desechos sólidos urbanos.

(Hernán G. et. al., 2017), manifiesta que la concentración de metano en la estratósfera es menor en comparación al dióxido de carbono, pero “su alto potencial contaminante

lo convierte en la segunda fuente de calentamiento global” (p. 2), se considera la segunda fuente de calentamiento global debido a que almacena mayor cantidad de calor en la atmósfera y su capacidad es mayor que la del dióxido de carbono.

(Armenta M., 2017), dentro de su investigación de modelización de la producción de metano sostiene que “la cuantificación de metano por medio de modelos permite que su captura y uso como fuente de energía renovable se convierte en uno de los mecanismos de desarrollo limpio” (p. 184). Los desechos sólidos al descomponerse inician la producción de biogas de manera continua, este se encuentra compuesto por metano y dióxido de carbono con menor concentración de vapor de agua, nitrógeno, y oxígeno, contiene también compuestos orgánicos volátiles (COV's) e hidrocarburos policíclicos aromáticos (HAP's). “Dependiendo de la calidad del biogas y en función de una valoración de su potencial energético se lo puede utilizar como combustible ya que su valor calorífico se encuentra entre los 15 a los 18 MJ/m³” (Barragán E. et. al., 2016, p. 37).

2 PNGIDS Programa Nacional de la Gestión Integral de los desechos sólidos, fue creado por el Ministerio del ambiente con el propósito “impulsar la gestión integral de los desechos sólidos en los municipios del Ecuador, con un enfoque integral y sostenible con el fin de disminuir la contaminación ambiental y mejorando la calidad de vida de los ciudadanos e impulsando la conservación de los ecosistemas” ambiente, (2020)

La descomposición de los desechos sólidos y la generación del biogas se da en las siguientes fases:

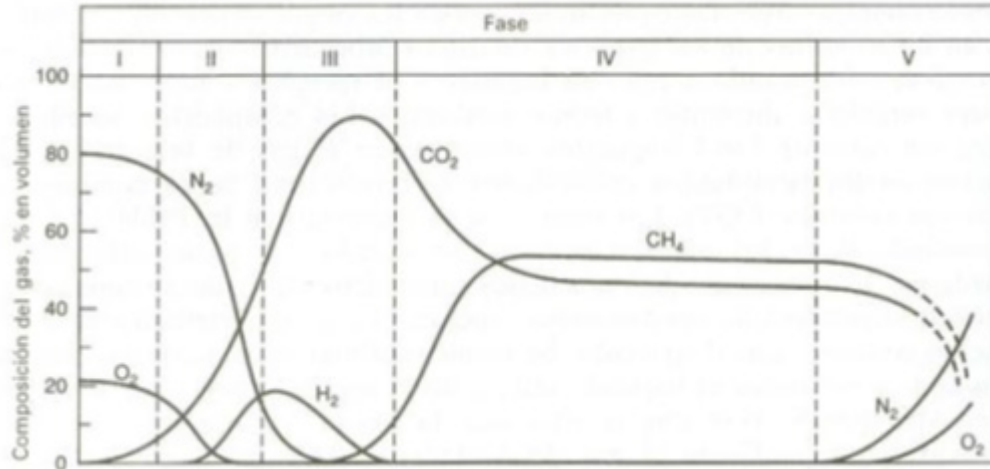


Figura 1. Fases generales en la generación de gases en la celda de disposición final

Fuente: (Peña J., 2015).

Fase I Hidrólisis: ajuste inicial: comprende la fase en la cual los compuestos biodegradables sufren la descomposición microbiana. Esta fase se desarrolla en condiciones aerobias.

Fase II Acidogénesis: transición: en esta fase se da el consumo del oxígeno e inician las condiciones anaeróbicas, donde los microorganismos comienzan la liberación de dióxido de carbono y metano, y “se inicia la conversión del material orgánico complejo en ácidos orgánicos y otros productos intermedios” (GRUPO EPM, 2016, p. 45)

Fase III Acetogénesis: Fase ácida: se incrementa la velocidad de reacción debido a la actividad microbiana dándose la producción de pequeñas cantidades de

oxígeno y una cantidad considerable de ácidos orgánicos. El primero se da por la presencia de enzimas dándose el proceso de hidrólisis, y el segundo se da por la acidogénesis debido a la conversión microbiana. El principal gas generado en esta fase es el dióxido de carbono y en pequeñas cantidades hidrógeno.

Fase IV: Fermentación del metano: “en esta fase predomina un segundo grupo de microorganismos, que convierten el ácido acético y el hidrógeno (producidos en la fase ácida) en CH_4 y CO_2 ” (GRUPO EPM, 2016, p. 46), aquí la velocidad de reacción con la que se producen los gases se reduce debido a que varios nutrientes se han separado en las anteriores fases y con el lixiviado generado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para nuestra investigación se realizó la determinación del tamaño de muestra a partir de la cantidad de usuarios registrados a los cuales se les da el servicio de recolección, posteriormente de las viviendas seleccionadas aleatoriamente, se realiza la recolección y se procede a realizar la caracterización a través del muestreo por cuarteo, el cual consiste en mezclar las muestras y dividir en cuatro partes donde se utiliza dos y se vuelve a mezclar para posteriormente realizar la separación por tipo de desechos y por último se pesa y se calcula la densidad.

El análisis de la información del ingreso de los desechos sólidos en el relleno sanitario del cantón Gonzalo Pizarro se realizó tomando

en cuenta el recorrido realizado por los vehículos recolectores; posteriormente con los datos de la cantidad de desechos sólidos que ingresa se calculó el potencial de biogás, por último, se identificó la procedencia de los desechos que presentan mayor potencial.

Las muestras fueron entregadas al laboratorio de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Central donde con una bomba isoperibólica se realiza los respectivos ensayos para obtener el contenido de los compuestos volátiles, carbono fijo, cenizas y el contenido de humedad total, con estos resultados se aplicó la siguiente ecuación para determinar el poder calórico superior:

Donde:

	Contenido de carbono fijo
	Compuestos volátiles
	Coefficiente dependiente del coeficiente V''

El poder calórico inferior se lo obtiene a partir del poder calórico superior mediante la siguiente ecuación:

Donde:

	Poder Calórico Superior
	Cantidad de agua existente en los residuos sólidos
	Cantidad total de desechos sólidos

RESULTADOS

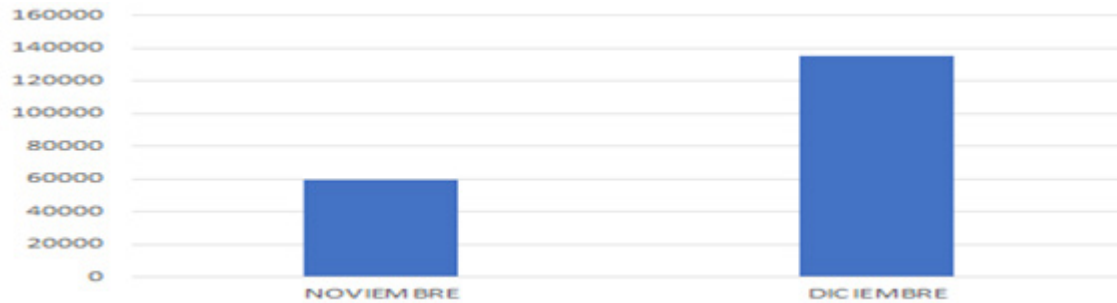


Figura 2. Cantidad de desechos sólidos registrados en el año 2020

Fuente: Morales, J. (2021)

En la Figura 2, se puede observar que en el mes de diciembre de 2020, se incrementó la cantidad de desechos sólidos que ingresan al relleno sanitario del cantón Gonzalo Pizarro.

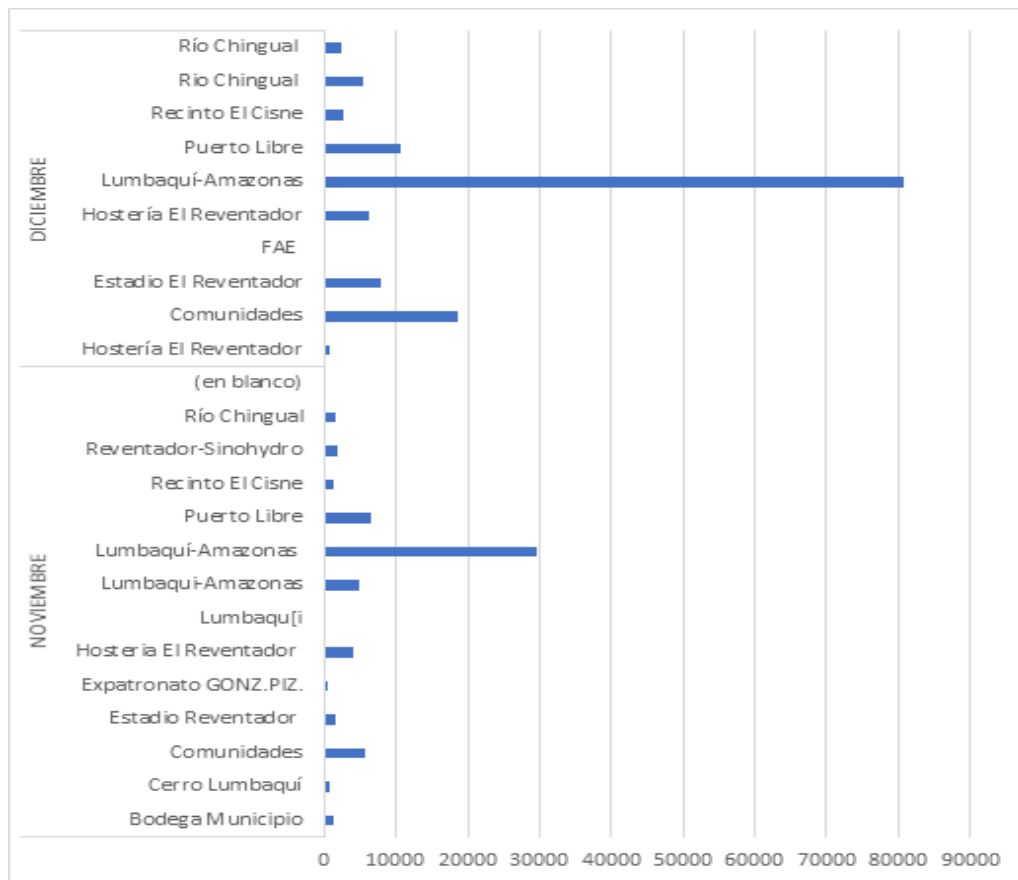


Figura 3. Procedencia de los desechos sólidos tomando en cuenta la ruta

Fuente: Morales, J. (2021)

En la Figura 3 se evidencia la ruta Lumbaqui – Amazonas donde se recolecta mayor cantidad de desechos sólidos, en el mes de noviembre la cobertura del servicio

llegó a más sitios, se demuestra que el mes de diciembre existe un problema de logística debido al incremento de los desechos sólidos.

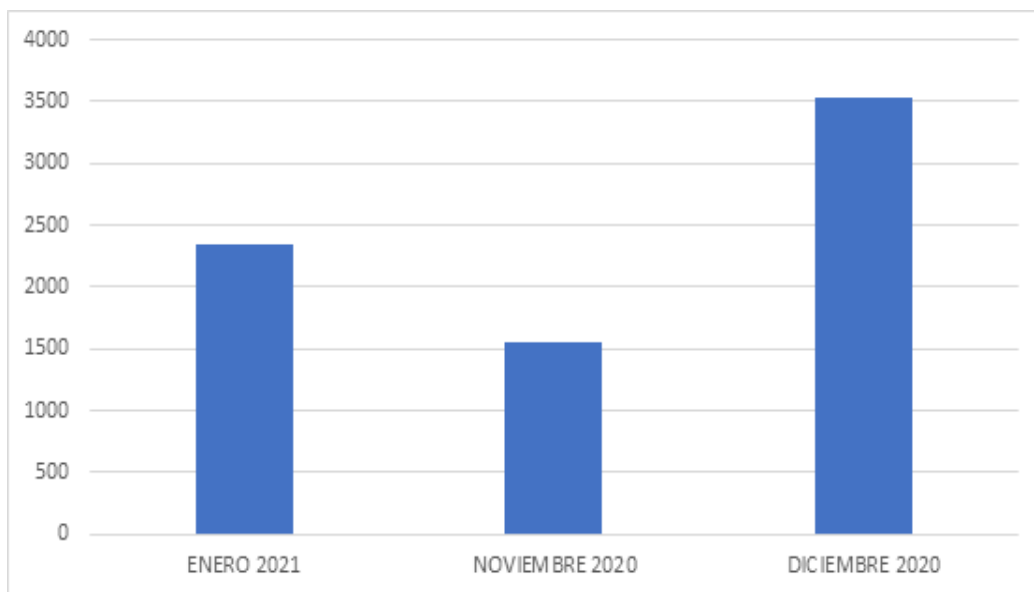


Figura 4. Biogas generado en el relleno sanitario

Fuente: Morales, J. (2021)

En la figura 4 observamos que la mayor cantidad de biogas se generó en el mes de diciembre debido a la gran cantidad de desechos que ingresaron al relleno sanitario, mientras que el mes de enero de 2021, la

cantidad de biogas generado es mayor en comparación al mes de noviembre, siendo la cantidad de desechos casi similar, lo que nos da a entender que ingresaron mayor cantidad de desechos orgánicos

Tabla 1. Potencial disponible.

MES	ENERGÍA CALÓRICA (Kcal/kg)
ENERO 2021	820,94
NOVIEMBRE 2020	542,62
DICIEMBRE 2020	1.239,04
Total, general	2.602,60

Fuente: Morales, J. (2021)

En la tabla 1 observamos el valor de el poder calorífico inferiores donde existen variaciones en los meses evaluados esto es debido a variables

de causas atribuibles a la humedad, y la falta de clasificación en la fuente.

CONCLUSIONES

En el cantón Gonzalo Pizarro, no se realiza la separación de la fuente a través de una recolección selectiva, de acuerdo a la información disponible se demuestra que, no se ha realizado una capacitación adecuada y no ha tomado en cuenta lo estipulado en la ORDENANZA QUE REGLAMENTA LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS EN EL CANTÓN GONZALO PIZARRO, este es un factor a considerar ya que influye en el ingreso de una gran cantidad de desechos orgánicos a los cuales no se les realiza un tratamiento adecuado.

El aprovechamiento energético de los desechos sólidos del cantón Gonzalo Pizarro es una opción adecuada que permitirá un ahorro en gastos debido al manejo de la celda de disposición final, por lo que la investigación sería un insumo referencial para implantar un proyecto de mejoramiento continuo que permita el aprovechamiento de los mismos.

El 45% de los desechos sólidos que ingresan al relleno sanitario son del tipo biodegradables y constituyen un problema de contaminación considerable que afecta a los recursos naturales y a los cuales no se

les da un debido tratamiento, por lo que el aprovechamiento energético es una de las opciones muy factibles y ayuda a fomentar buenas prácticas ambientales siendo es una alternativa que se ajusta a las condiciones del cantón.

El cantón Gonzalo Pizarro con esta investigación tiene la oportunidad de analizar el potencial energético de los desechos sólidos y sus beneficios ambientales con respecto al aprovecharlos en la obtención de energías limpias, pudiéndose dar beneficios económicos, mejorando la calidad de vida de los moradores del sector.

Romero H. (2010) asevera que el “Poder Calórico Inferior de los residuos sólidos debe ser mayor a 3000Kcal/Kg con lo que se logrará un rendimiento energético de 20 y 30%” (p. 25). Los desechos sólidos del cantón Gonzalo Pizarro no cumplen con esta condición, esto es debido a el gran porcentaje de humedad que contienen, el promedio del poder calórico inferior es de 867,53 Kcal/Kg no siendo apto para realizar el aprovechamiento energético sin contar primero con un proceso de secado previo al sistema de tratamiento alternativo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Armenta M. (2017). Modelación de la producción de metano en el relleno sanitario Parque Ambiental Palangana (Santa Marta). Ingeniería, Investigación y Tecnología, 183 - 192.
- Barragán E. et. al. (2016). Fomento del metabolismo energético circular mediante generación eléctrica proveniente de rellenos sanitarios: Estudio de caso, Cuenca, Ecuador. Ingenius revista de ciencia y tecnología, 36 - 43.
- Coyago E. et. al. (2016). Recomendaciones para la caracterización y cuantificación de residuos sólidos universitarios. Caso de estudio: Universidad Politécnica Salesiana, Campus Sur, Quito. La GRanja Revista de Ciencias de la Vida, 60 - 72.
- Fernandez R. et. al. (2015). La cobertura periodística del cambio climático y el calentamiento global en El País, El Mundo y La Vanguardia. Revista Latina de Comunicación Social No. 70, 122 - 140.
- GRUPO EPM. (2016). Tecnologías

empleadas en los rellenos sanitarios para la obtención de metano a partir de biogas. 44 - 63.

Gutierrez F., & Rojas Z. (2016). Gas metano en la producción ganadera y su contribución al calentamiento global. *Ecoscienza* Vol. 2 No. 2, 26 - 36.

Hernán G. et. al. (2017). Producción de energía a partir de biogas obtenido de residuos sólidos urbanos.

Jiménez N. (2015). La gestión integral de residuos sólidos urbanos en México: entre la intensión y la realidad. *Letras Verdes Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales* No. 17.

OPS. (31 de enero de 2021). <http://www.paho.org>. Recuperado de <http://www.paho.org>: https://www.paho.org/arg/index.php?option=com_content&view=article&id=184:acerca-ops&Itemid=486

Peña J. (23 de marzo de 2015). Gases generados en rellenos sanitarios. Recuperado de <https://es.slideshare.net/RedesExpertos/webinar-rellenos-sanitarios-analisis>.

Recuperado de <http://www.es.slideshare.net>: <https://es.slideshare.net/RedesExpertos/webinar-rellenos-sanitarios-analisis>

Pinos J. (2018). Instrumentos económicos para la gestión de residuos sólidos de envases. *Revista Electrónica Ciencia Digital*, 123 - 143.