

EFFECTO DE LA RECIRCULACIÓN DE LIXIVIADOS SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS SOMETIDOS A DIGESTIÓN ANAERÓBICOS, AERÓBICOS Y AGITACIÓN.

EFFECT OF LEACHATE RECIRCULATION ON PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF URBAN SOLID WASTE BY ANAEROBIC AEROBICS DIGESTION AND AGITATION

**Oswaldo Flores C., Shannet García L., Alexander Garcilazo S.,
Alexandra Ponce A., Diana Valderrama B., Valeria Yupanqui C.**
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental. Universidad César Vallejo

Recibido: 12 octubre 2015 - Aceptado: 25 noviembre 2015

RESUMEN

Esta investigación se centra en el estudio del efecto de la recirculación de lixiviados sobre las propiedades físicas y químicas de los residuos sólidos sometidos a digestión anaeróbica, aeróbica y de agitación, para ello se realizó una revisión de la literatura que era relevante para los puntos de investigación que era la lixiviación de suelos, sistemas de biorreactores, parámetros físicos y químicos del recurso suelo. Se analizaron los lixiviados generados en el mercado La Hermelinda, sometidos a tres procesos donde cada uno de ellos consta con diferentes características especiales. Igualmente se evaluaron los parámetros de acidez (pH), conductividad, temperatura, humedad y capacidad amortiguadora. Se trabajó con tres sistemas siendo anaeróbico, aeróbico y de agitación: donde, en cada uno se trabajó con 200.15g de muestra de tierra más 100 mL de H₂O. La experimentación se realizó por cinco días para luego hacer los respectivos análisis y obtener los resultados requeridos. Se concluyó que en todos los sistemas se generó cambios en los parámetros resultantes. Se obtuvieron resultados de pH promedio de 6.466 - 7.818, una conductividad promedio de 1.154 - 1.97 (20-200ms), una temperatura promedio de 24.02 °C - 26.04 °C, humedad promedio en porcentaje de 2.80% - 20.39%. Los lixiviados se caracterizan por su alto contenido de materia orgánica e inorgánica, como también alto contenido de metales pesados.

Palabras clave: Lixiviado, anaeróbico, aeróbico y agitación.

ABSTRACT

This research project focuses on the study of the effect of leachate recirculation on the physical and chemical properties of solid waste under anaerobic, aerobic digestion and agitation. To do so, a review of the literature was performed, it had to be relevant for the research objectives, and they were leaching soil bioreactor systems, physical and chemical parameters of soil resources. It was analyzed the lixivated generated on the market La Hermelinda, submitted to three processes where each one of them performs with different special natures. Likewise it was evaluated the parameters of acidity (pH), conductivity, temperature, humidity and muffling capacity. Three systems were analyzed: anaerobic, aerobic and of agitation: Each system worked with further 200.15g of earthen sample 100 mL of water itself. Experimentation was carried out for five days, then the respective analyses and data obtaining was done. It Was Concluded That all the systems changed in the resulting parameters were generated, results for pH were obtained were proven to be of average pH of 6,466 - 7,818, the average humidity in percentage of 2, 80 % - 20, 39%, an average temperature of 24,02 °C - 26,04 °C, an average conductivity of 1,154 - 1,97 (20-200ms). The lixivated characterizes for the high contents of organic and inorganic matter, also by the high contents of heavy metals.

Key words: Lixivated, anaerobic, aerobic and agitation.

I. INTRODUCCIÓN

Se definen los desechos como residuos, desperdicios o sobrantes de las actividades antrópicas. La magnitud de la problemática actual es grande y tiende a aumentar ya que actualmente se ha cuadruplicado su producción, incrementándose esta cifra en un dos o en un tres: porcentuales al año. Por lo que se deduce que el volumen de producción de desechos es inversamente proporcional al nivel de desarrollo. (Miranda Ruiz Edwin, 2011). Uno de los problemas más graves relacionados con el manejo de los residuos sólidos en el Perú, y en muchas partes de mundo, es su disposición final.

La práctica de disponer los residuos sólidos en lugares abiertos, comúnmente denominados "botaderos", es altamente nociva para el ambiente y pone en grave riesgo la salud de la población. La materia orgánica presente en los residuos sólidos urbanos (RSU) se degrada formando un líquido contaminante, de color negro y de olor muy penetrante, denominado lixiviado. Además, este líquido arrastra todo tipo de sustancias nocivas: Se han encontrado hasta 200 compuestos diferentes, algunos de ellas tóxicos y hasta cancerígenos. La humedad de los residuos y la lluvia son los dos factores principales que aceleran la generación de lixiviados (Guía técnica para la clausura y conversión de botaderos de residuos sólidos, 2004). Unos de los problemas ambientales que afecta a la ciudad de Trujillo lo constituye la mala disposición de los residuos sólidos, causado, fundamentalmente, por el amontonamiento de basura al aire libre. Esta permanece en un mismo lugar durante mucho tiempo, parte de la basura orgánica (residuos de alimentos como cascaras de fruta, pedazos de tortilla, etc.) se fermenta, además de dar origen a mal olor y gases tóxicos, al filtrarse a través del suelo en especial cuando éste es permeable, (deja pasar los líquidos) contamina con hongos, bacteria, y otros microorganismos patógenos (productores de enfermedades), no solo ese suelo, sino también las aguas superficiales y las subterráneas que están en contacto con él, interrumpiendo los ciclos biogeoquímicos y dándose de esta manera una contaminación de suelos por lixiviados. Si bien es cierto uno de los grandes problemas que afrontan los comerciantes, los pobladores y los que visitan el mercado La Hermelinda, es la mala disposición de los residuos sólidos que de una manera u otra van a contaminar

nuestro medio ambiente y por ende nos traerá daños a la salud, ya mencionado uno de los problemas más graves del mercado La Hermelinda es falta de higiene, este problema es observado con frecuencia por no decirlo casi a diario por las autoridades, comerciantes, y compradores que transitan o realizan sus compras. Actualmente el mercado La Hermelinda cuenta con cuatro botes de basura los que son insuficientes para el depósito de basura generada por los que arrojan cada día más de 158 toneladas diarias de basura, en su mayoría residuos orgánicos que origina olores fétidos y gran contaminación las cuales los trabajadores del SEGAT solo recoge unas 90 toneladas (Espinoza, 2013). Cabe recalcar que la mayoría de la basura botada es orgánica que debería ser separadas de los plásticos y/o vidrios, la cual es algo que no se hace, estos residuos orgánicos al momento de descomponerse emanan gases, también, líquidos que de alguna manera van a ser perjudiciales para la salud y el medio ambiente asimismo, se observa que los animales tales como insectos, perros, gatos, y roedores, merodean por la basura. Mendoza Chávez Erick Alejandro, Márquez-Benavides Liliana, Sánchez-Yáñez Juan M., Buenrostro Delgado Otoniel y Rutiaga-Quiñones José Guadalupe, 2013) en el trabajo que se estudió el efecto de la recirculación de lixiviados (LIX) en residuos sólidos urbanos (RSU) bajo condiciones anaeróbicas. Para la experimentación se usaron distintas tasas de recirculación 40, 60 y 80% del volumen de RSU cargados (%v/v) a un biorreactor anaeróbico, con el fin de analizar los cambios físicos y químicos en los RSU, producidos por la recirculación de LIX a diferentes volúmenes. Se dio seguimiento a los cambios en la matriz de RSU durante 195 días. En el experimento, se operaron tres grupos de siete biorreactores anaeróbicos de sustratos sólidos (BAS) con recirculación de LIX y un grupo sin recirculación. Se desmontó un BAS de cada grupo periódicamente y se analizaron los parámetros de pH, porcentaje de lignina, y celulosa, capacidad calórica (CC) y capacidad amortiguadora (CB) de los RSU desmontados. Con excepción del pH, el resto de las propiedades físicas y químicas negativos que podrían generar el uso de agroquímicos en la salud humana y el ambiente. De igual modo el proyecto de Mendoza Chávez Erick Alejandro,

Márquez Benavides Liliana, Sánchez Yáñez Juan Manuel, Martínez Cámara Christian Omar, 2013, la apropiada disposición de los residuos sólidos urbanos en un lugar, no solo se cumple con la instalación de un relleno sanitario (RESA), sino con la operación eficiente de éste, para ello se requiere contar con información confiable sobre la generación y composición de sus RSU, así como de sus subproductos. Esta investigación se realizó con el objeto de estudiar la degradación anaerobia de los RSU de un RESA bajo tres regímenes de humidificación: 40, 60 y 80% de humedad, mediante recirculación de lixiviados, para estudiar el efecto que la humedad tiene sobre las capacidad calórica, del pH y cómo va cambiando a través del tiempo y de las fases de biodegradación. Para ello, se utilizaron biorreactores escala laboratorio (BLAB) construidos con PVC. Los BLAB se cargaron con: RSU del RESA de

Pátzcuaro Michoacán. Las etapas fueron: preparación de los muestra, montado y operación de los BLAB, análisis químicos y físicos de los RSU y, finalmente, procesamiento de datos. La capacidad calórica y el pH de los RSU puede verse afectados antes distintos parámetros de operación de un sitio, nuestros resultados sugieren que con recirculación, la capacidad calórica es mayor que sin recirculación, lo mismo pudo observarse con el parámetro de pH. El presente proyecto tiene como objetivo analizar el efecto de la recirculación de lixiviados sobre las propiedades físicas y químicas de los residuos sólidos urbanos sometidos a digestión anaeróbica, y para tal fin se planteó analizar los parámetros de pH, conductividad eléctrica, humedad, temperatura y capacidad amortiguadora en todos los biorreactores sometidos a diferentes condiciones.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

Para la construcción de los biorreactores anaeróbicos de sustratos sólidos BAS se cortaron botellas de 1.5 L de capacidad. Se trabajó para cada botella 215g de muestra con contenido de lixiviado con 100 mL de agua potable, que fue cernida y fraccionada a un tamaño de partícula menor a 1 cm. Se armaron tres sistemas de recirculación de lixiviados, cada uno estuvo bajo condiciones distintas.

El primer sistema, formado por cinco botellas, estuvo bajo condiciones anaerobias en su totalidad, para este sistema se usaron tapas de tecnopor adheridas al microporoso asegurándose que no haya ingreso de oxígeno. El segundo sistema estuvo bajo condiciones aerobias, mientras que el tercero, fue sometido a agitación constante. Todas

estas condiciones se trabajaron durante un periodo de cinco días. Después se hizo una descarga de dichos sistemas para ser analizados, se tomaron datos de pH, conductividad, porcentaje de humedad, temperatura y capacidad amortiguadora. Para hallar la capacidad amortiguadora se tomaron 5 g. de suelo de cada una de las botellas de los tres sistemas, se agregaron reactivos como HCl, NaOH y H₂O destilada a dosis de 0.9 mL de HCl 0.1 N, 0.9 mL de NaOH 0.1 N y 2 mL H₂O destilada. Los 5 g., obtenidos de las 15 botellas, que contenían los reactivos se agitaron por dos minutos y luego se dejó reposar por dos horas para acto seguido obtener los datos como pH, conductividad eléctrica, temperatura y capacidad amortiguadora.

III. RESULTADOS

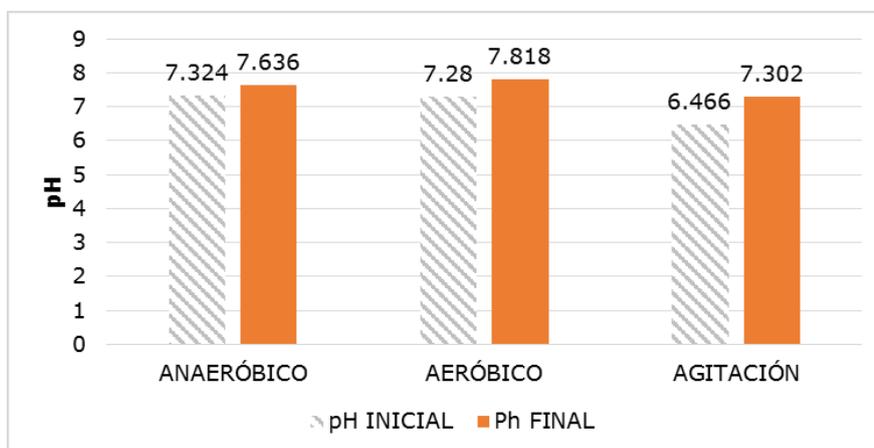


Figura 1. Valores de pH al inicio y final del tratamiento.

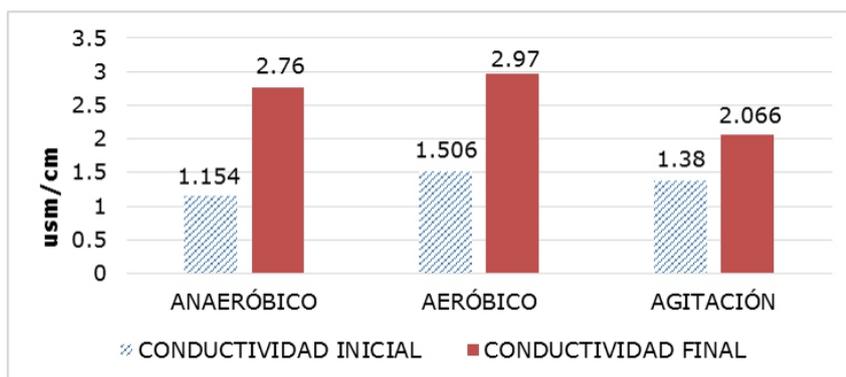


Figura 2. Conductividad eléctrica al inicio y final del tratamiento.

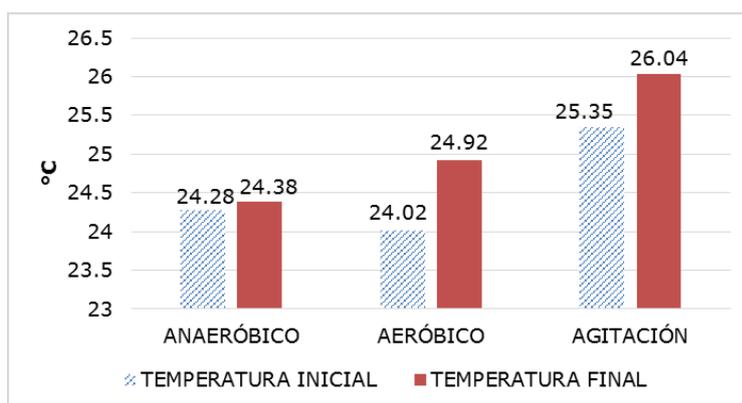


Figura 3. Temperatura al inicio y final del tratamiento.

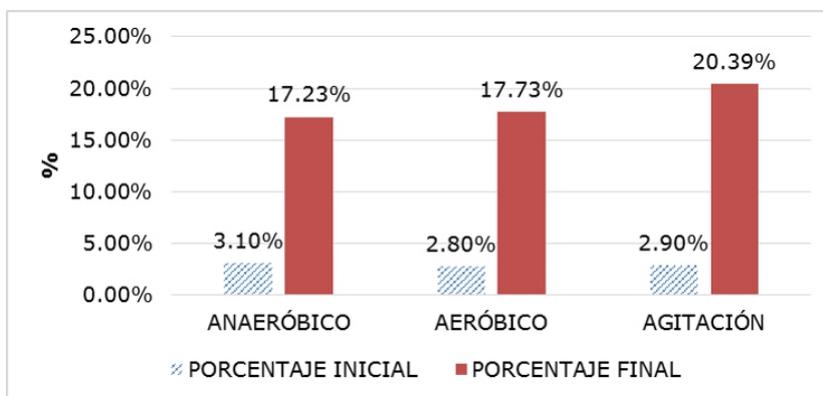


Figura 4. Humedad al inicio y final del tratamiento.

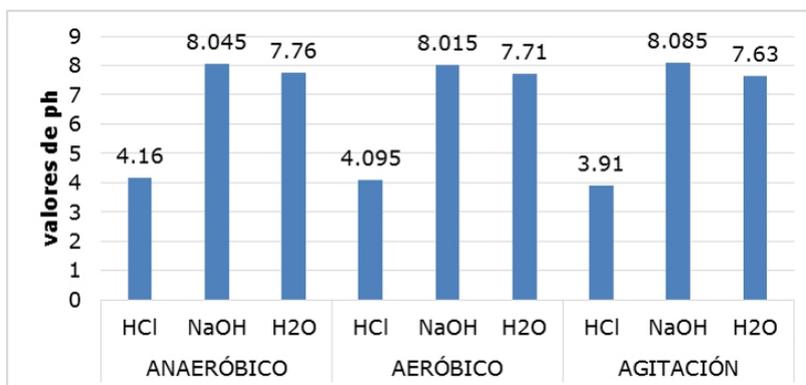


Figura 5. Capacidad amortiguadora al inicio y final del tratamiento.

IV. DISCUSIÓN

En la Figura 1, se observa que los valores de pH incrementaron, en el caso del sistema anaeróbico incrementa su pH de 7.324 a 7.636, teniendo un valor del 0.312 de exceso, para el caso del sistema aeróbico incrementa su pH de 7.28 a 7.818, teniendo un valor del 0.538 de exceso, finalmente, en el sistema de agitación, se observa un incremento del valor de pH de 6.466 a 7.302, teniendo un valor del 0.836 de exceso. El mayor valor de incremento de pH lo obtuvo el sistema de agitación. Según el autor Borzacconi Liliana del proyecto llamado Comparación de Tratamientos aerobios, anaerobios y agitación aplicados a lixiviado de relleno sanitario se refiere que bajo esas condiciones en la medición de pH (anaeróbico aeróbico agitación), es necesario controlar el pH del lixiviado antes de que entre al reactor; en este caso particular el lixiviado posee un alto contenido de nitrógeno amoniacal y como consecuencia de un aumento del pH se pueden alcanzar concentraciones inhibitorias de amoníaco libre. Por lo tanto en nuestro proyecto el análisis de pH tuvo un incremento más alto en el sistema de agitación lo que quiere decir que se debería controlar.

En la Figura 2, se observa que los valores de conductividad eléctrica (20-200ms) incrementaron, en el caso del sistema anaeróbico incrementa su conductividad eléctrica de 1.154 a 2.76, teniendo un valor de 1.606 de exceso, para el caso del sistema aeróbico incrementa su conductividad de 1.506 a 2.97, teniendo un valor de 1.464 de exceso, finalmente en el sistema de agitación se observa un incremento del valor de conductividad de 1.38 a 2.066, teniendo un valor del 0.686 de exceso. El mayor valor de incremento de conductividad la tuvo el sistema anaeróbico, estos resultados según el autor Pedro Augusto Brissio del proyecto llamado Evaluación preliminar del estado de contaminación en suelos de la provincia del Neuquén donde se efectúan actividades de explotación hidrocarburífera demostró que bajo esas condiciones en la medición de conductividad (anaeróbico aeróbico agitación) la consecuencia de los resultados obtenidos en sus muestras de trabajo puede deberse a que durante el tratamiento de biorremediación, se agregaron macronutrientes (nitrógeno y fósforo) en forma urea y fosfatos para el desarrollo microbiológico los cuales poseen. Por lo tanto

en nuestro proyecto el análisis de conductividad eléctrica tuvo un incremento más alto en el sistema de anaeróbico, ello se debe a las sales que podrían haber permanecido en el suelo sin ser metabolizadas o transformadas y que aportarían la salinidad. La conductividad eléctrica (CE) osciló entre 1310 y 13 130 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ y C1 mostró valores significativamente superiores ($\alpha = 0.05$) al resto de los puntos y en nuestro proyecto nos dio como resultado de los valores de conductividad eléctrica (20-200ms) incrementaron, en el caso del sistema aeróbico incrementa su conductividad eléctrica de 1.154 a 2.76. En Figura 3, se observa que los valores de temperatura incrementaron, en el caso del sistema anaeróbico incrementa su temperatura de 24.28°C a 24.38°C, teniendo un valor de 0.10°C de exceso, para el caso del sistema aeróbico incrementa su temperatura de 24.02°C a 24.92°C, teniendo un valor de 0.9°C de exceso, finalmente en el sistema de agitación se observa un incremento del valor de temperatura de 25.35°C a 26.04°C, teniendo un valor del 0.69°C de exceso.

El mayor valor de incremento de temperatura la tuvo el sistema aeróbico, esto refiere a que el poder calorífico de un material es la cantidad de energía desprendida en la reacción de combustión, referida a la unidad de masa del material (Velázquez, 2006).

Se observó que bajo las condiciones operadas en el experimento, la CC de los RSU sometidos a DA se vio influida por los diferentes regímenes de recirculación. El valor del material fresco fue de 3369.7 kcal/kg, pero la CC disminuyó conforme el proceso de DA se llevó a cabo. Esto debido a que los carbohidratos (azúcares simples, celulosa, por ciento peso base de acuerdo con Bin-Yousuf y Rahman (2007) un valor de Conferir de al menos 1500 kcal/kg (6280 kJ/kg, base húmeda) se requiere para que la incineración del material produzca potencia esto relacionado en 20.88°C. Y en nuestro proyecto se observa que los valores de temperatura incrementaron, en el caso del sistema anaeróbico incrementa su temperatura de 24.28°C a 24.38°C, teniendo un valor de 0.10°C de exceso. En la Figura 4, se observa que los valores del porcentaje de humedad incrementaron, en el caso del sistema anaeróbico incrementa su porcentaje de humedad del 3.1% al 17.23%, teniendo un

valor de 14.13% de exceso, para el caso del sistema aeróbico incrementa su porcentaje de humedad de 2.8% al 17.73%, teniendo un valor de 14.93% de exceso, finalmente en el sistema de agitación se observa un incremento del valor de su porcentaje de humedad de 2.9% al 20.39%, teniendo un valor del 17.49% de exceso. El mayor valor de incremento de porcentaje de humedad la tuvo el sistema de agitación; según investigaciones anteriores Espinosa et al. (2007), se determinó que el suelo, donde se encuentran en mala disposición los residuos de este mercado, se encuentra contaminado. Por lo que el grupo con el fin de corroborar estos resultados determinó que: Los valores de temperatura incrementaron. En el caso del sistema anaeróbico, incrementa su temperatura de 24.28°C a 24.38°C, teniendo un valor de 0.10°C de exceso, para el caso del sistema aeróbico incrementa su temperatura de 24.02°C a 24.92°C, teniendo un valor de 0.9°C de exceso, finalmente en el sistema de agitación se observa un incremento del valor de temperatura de 25.35°C a 26.04°C, teniendo un valor del 0.69°C de exceso.

El mayor valor de incremento de temperatura la tuvo el sistema aeróbico. El promedio de humedad inicial y final se observa que el sistema de agitación tiene una mayor concentración teniendo como promedio inicial 2.90% y final 20.39%, con una diferencia de 17.49%. La humedad en el botadero sirve como un reactivo para las reacciones de hidrólisis, de transporte de nutrientes, enzimas, disolución de metabolitos, a la vez

que favorece el efecto amortiguador, diluye compuestos inhibidores, expone el área superficial al ataque de los microbios y controla el hinchamiento de las células microbiana. En relación a la Figura 5, se observa que hubo una variación en cuanto a valores, en el caso del HCl, reactivo que se agregó a todos los sistemas. El sistema de agitación es el que tiene el pH más ácido respecto al sistema anaeróbico y aeróbico. Para el caso del NaOH, reactivo que fue agregado a todos los sistemas, el sistema de agitación es el que tiene el pH más alcalino respecto al sistema anaeróbico y aeróbico. Finalmente en el caso del reactivo de agua destilada todos los sistemas cuentan con un pH relativamente neutro. Los valores promedio de pH en los sistemas de biorreactores, este análisis se realiza para poder determinar la capacidad amortiguadora, según nuestros gráficos determinamos que al aplicar el reactivo HCL el sistema de agitación obtuvo el pH más ácido; aplicando el reactivo NAOH el sistema de agitación obtuvo el pH más alcalino; aplicando agua destilada se obtuvo que todos los sistemas tienen pH neutro. Una capacidad de amortiguar más alta significa que el suelo puede absorber más ácido y/o base sin un cambio significativo en el pH. En general, los suelos de arcilla tienen una capacidad de amortiguar más alta que los suelos arenosos y una tendencia a contener materia orgánica más alta para aumentar la capacidad de amortiguación (Brennan John, 2015).

V. CONCLUSIÓN

1. Existe un efecto de la recirculación de lixiviados sobre las propiedades físicas y químicas de los residuos sólidos urbanos sometidos a digestión anaeróbica, aeróbica y de agitación.
2. El sistema aeróbico es el que obtuvo los mejores resultados en pH de 7.8, conductividad eléctrica de 2.97 uSm/cm, Temperatura de 25°C, humedad de 17.73% y capacidad amortiguadora.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aquino Rojas, R. 2011. Cada persona produce casi un kilo de basura por día en el Perú. El Comercio [en línea]. [Consulta: 6 diciembre 2015]. Disponible en: http://elcomercio.pe/ciencias/planeta/cada-persona-produce-casi-kilo-basura-dia-peru_1-noticia-762879
- Conam., 2015. Guía técnica para la clausura y conversión de botaderos de residuos sólidos [En línea]. 1st ed. [Citado el: 22 Noviembre 2015]. Disponible en: <http://www.redrrss.pe/material/20090128192119.pdf>
- Cumsa, 2015. Digestión Anaeróbica como proceso de reciclado [En línea] [Citado el: 22 Noviembre 2015]. Disponible en: <http://www.cumsa.com.mx/digestion-anaerobica-como-proceso-de-reciclado/>
- Edwin Miranda Ruiz, Monografias.com, 2015, Contaminación Ambiental producida por la Quema de Basura y Desmante - Monografias.com. Monografias.com [En línea]. 2015. [Citado el: 22 Noviembre 2015]. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos89/contaminacion-ambiental-quema-basura/contaminacion-ambiental-quema-basura.shtml>
- eHow en Español, 2015. Capacidad de amortiguación de los suelos | eHow en Español [En línea] [Citado el: 22 Noviembre 2015]. Disponible en: http://www.ehowenespanol.com/capacidad-amortiguacion-suelos-hechos_100376/
- Mendoza Chávez, Erick Alejandro, Liliana Márquez-Benavides, Juan Sánchez-Yáñez, Otoniel Buenrostro Delgado and José Guadalupe Rutiaga-Quiñones, 2015. EFECTOS DE LA RECIRCULACIÓN DE LIXIVIADOS SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LOS RSU SOMETIDOS A DIGESTIÓN ANAERÓBICA [En línea]. 1st ed. México: E.A. Mendoza Chávez et al. [Citado el: 22 Noviembre 2015]. Disponible en: <http://file:///C:/Users/USUARIO/Desktop/43636-113024-2-PB.pdf>
- Mendoza Chávez, Erick Alejandro, Liliana Márquez-Benavides, Juan Manuel Sánchez Yáñez and Christian Omar Martínez Cámara 2015. EFECTOS DE LA RECIRCULACIÓN DE LIXIVIADOS SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LOS RSU SOMETIDOS A DIGESTIÓN ANAERÓBICA Erick Alejandro Mendoza Chávez, Liliana Márquez-Benavides*, Juan M. Sánchez Yáñez, Otoniel Buenrostro Delgado y José Guadalupe Rutiaga-Quiñones [En línea]. 1st ed. [Citado el: 22 Noviembre 2015]. Disponible en: <http://posgrado.mcia.umich.mx/mcia/cvu/CVU-Liliana%20Marquez%20Benavidez.pdf>
- Mendoza Chávez, Erick Alejandro, Liliana Márquez Benavides, Juan Manuel Sánchez Yáñez and Christian Omar Martínez Cámara 2015. EFECTOS DE LA RECIRCULACIÓN DE LIXIVIADOS SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LOS RSU SOMETIDOS A DIGESTIÓN ANAERÓBICA Erick Alejandro Mendoza Chávez, Liliana Márquez-Benavides*, Juan M. Sánchez-Yáñez, Otoniel Buenrostro Delgado y José Guadalupe Rutiaga-Quiñones [En línea]. 1st ed. [Citado el: 22 Noviembre 2015]. Disponible en: <http://posgrado.mcia.umich.mx/mcia/cvu/CVU-Liliana%20Marquez%20Benavidez.pdf>
- prezi.com, 2015. Copy of DIAGNOSTICO AMBIENTAL Y PROPUESTA DE SOLUCION A LA CONTAMINA [En línea] [Citado el: 22 Noviembre 2015]. Disponible en: <https://prezi.com/dcs-tgfsjhlp/copy-of-diagnostico-ambiental-y-propuesta-de-solucion-a-la-contamina/>
- prezi.com, 2015. Lixiviados [En línea] [Citado el: 22 Noviembre 2015]. Disponible en: <https://prezi.com/vwtlc2bmf6i2/lixiviado-s/>
- prezi.com, 2015. Un residuo es un material que se desecha después de que hay [En línea] [Citado el: 22 Noviembre 2015]. Disponible en: <https://prezi.com/7p-p5chlac-7/un-residuo-es-un-material-que-se-desecha-despues-de-que-hay/>
- Residuos Sólidos, 2010. Gestión Integral de Residuos Sólidos: febrero 2010. Gestionintegralresiduos.blogspot.pe [En línea] [Citado el: 22 Noviembre 2015]. Disponible en: http://gestionintegralresiduos.blogspot.pe/2010_02_01_archive.html
- RPP.pe, 2013. Trujillo: Recogen 960 toneladas de basura de La Hermelinda [En línea] [Citado el: 22 Noviembre 2015]. Disponible en: <http://rpp.pe/peru/actualidad/trujillo-recogen-960-toneladas-de-basura-del-mercado-la-hermelinda-noticia-614943>