

Caracterización de lixiviados como alternativa que contribuya a la mitigación de contaminantes

Characterization of leachates as an alternative that contributes to the mitigation of contaminants

Caracterização de lixiviados como alternativa que contribui para a mitigação de contaminantes

Víctor Mayor Torrez; Alexander Agudelo Tejada; Luz García-Alzate*; Leonardo Padilla Sanabria.

Universidad del Quindío, Facultad de Ciencias Básicas y Tecnologías. Grupo de Investigación Agroindustria de Frutas Tropicales, AFT.

*lsgarcia@uniquindio.edu.co

Fecha recepción: 25 de enero de 2018
Fecha aceptación: 23 de marzo de 2018

Resumen

Dada la necesidad de proponer soluciones a la problemática socio ambiental generada por los lixiviados provenientes de residuos orgánicos domésticos, (ROD) se planteó como objetivo caracterizar la composición de los lixiviados de ROD, para plantear una alternativa que contribuya a la disminución de estos contaminantes. Para esto, se llevó a cabo la caracterización fisicoquímica del lixiviado, recolectando los ROD de 4 barrios de la comuna 3 de la ciudad de Armenia, y posteriormente se obtuvo el lixiviado, al cual se le determinó la demanda bioquímica de oxígeno medida a los 5 días (DBO_5), demanda química de oxígeno (DQO), carbono orgánico no purgable disuelto (NPOC-D), azúcares reductores (AR) y contenido de sólidos totales (ST), entre otros análisis. El lixiviado presentó valores de DBO_5 y DQO correspondientes a 4538,50 y 84634,54 mg/L O_2 , la cantidad de NPOC-D fue de 30468,08 y AR fue de 35786,00 ppm, un contenido ST de 34,31 g/L; además se determinó la presencia de minerales como Na, K, Ca, Mn, Fe y Zn, y compuestos aniónicos como nitratos y fosfatos, los cuales se encontraron en concentraciones de 72,92 y 241,19 ppm, respectivamente. A partir de los resultados obtenidos y teniendo en cuenta las necesidades nutricionales de los microorganismos heterótrofos, el lixiviado proveniente de ROD representa una fuente de macro y micronutrientes para su crecimiento; por lo que se podrían implementar procesos de biorremediación que permitan la remoción de contaminantes, constituyendo una alternativa para el tratamiento de aguas residuales provenientes de sectores de elaboración o procesamiento de alimentos.

Palabras clave: biorremediación, lixiviados, microorganismos, remoción, tratamiento.

Abstract

Given the need to propose solutions to the socio-environmental problems generated by lixiviates from chemical waste (ROD), the objective of the dispersion of ROD leachates was proposed to create an alternative that contributes to the reduction of these pollutants; for this, the physicochemical characterization of the leachate was carried out by collecting the ROD from 4 neighborhoods of commune 3 of the Armenia city and subsequently the leachate was obtained, at which the biochemical demand of the measure was determined after 5 days (BOD_5), chemical oxygen demand (COD), dissolved non-purgeable organic carbon (NPOC-D), reducing sugars (RA) and total solids content (ST), among other analyzes. The leachate showed values of BOD_5 and COD corresponding to 4538,50 and 84634,54 mg/L of O_2 , respectively, the amount of NPOC-D was 30468,08 and AR was 35786,00 ppm, without ST content of 34,31 g/L, was also determined in the presence of minerals such as Na, K, Ca, Mn, Fe and Zn, and

anionic compounds such as nitrates and phosphates, which were found in concentrations of 72,92 and 241,19 ppm, respectively. Based on the results obtained and taking into account the nutritional needs of heterotrophic microorganisms, the leachate from ROD represents a source of macro and micronutrients for its growth; so that bioremediation processes could be implemented that allow the removal of contaminants, constituting an alternative for the treatment of wastewater from food production or processing sectors.

Keywords: *bioremediation, lixiviates, microorganisms, removal, treatment.*

Resumo

Dada a necessidade de propor soluções aos problemas socioambientais gerados pelos lixiviados dos resíduos orgânicos domésticos (ROD), o objetivo era caracterizar a composição dos lixiviados ROD para propor uma alternativa que contribua para a redução desses poluentes; para isto foi feita a caracterização físico-química de lixiviados recolhidos a haste 43 Comuna da cidade de Arménia e subsequentemente de lixiviação foi obtida, a qual foi determinada por demanda bioquímica de oxigénio medida a 5 dias (DBO_5), demanda química de oxigênio (DQO), carbono orgânico dissolvido não purgável (NPOC-D), açúcares redutores (RA) e conteúdo total de sólidos (ST), entre outras análises. O lixiviado apresentou DBO_5 e valores de DQs correspondentes a 4538,50 e 84634,54 mg/L O_2 , respectivamente, a quantidade de NPOC-D foi de 30468,08 e AR foi de 35786,00 ppm, um teor de ST de 34,31 g/L, para além da presença de sais minerais, tais como Na, K, Ca, Mn, Fe e Zn foi determinada, e compostos aniônicos, tais como os nitratos e fosfatos, que é encontrado em concentrações de 72,92 e 241,19 ppm, respectivamente. Com base nos resultados obtidos e tendo em conta as necessidades nutricionais de microorganismos heterotróficos, o lixiviado da ROD representa uma fonte de macro e micronutrientes para o seu crescimento; Portanto, os processos de biorremediação que permitem a remoção de contaminantes podem ser implementados, constituindo uma alternativa para o tratamento de águas residuais dos setores de preparação ou processamento de alimentos.

Palavras-chave: *biorremediação, lixiviação, microorganismos, remoção, tratamento.*

Introducción

Según el Departamento Nacional de Planeación en el año 2015 se perdieron 9,7 millones de toneladas de alimentos [1]. Estas pérdidas, más la parte no consumible de los alimentos, se convierten en residuos orgánicos. El 70% de los desechos generados en Colombia corresponde a residuos orgánicos [2], y teniendo en cuenta que en 2014 se generaron 26.528 toneladas diarias de residuos, sin incluir los generados por 186 municipios, estos representarían 18.569 toneladas [3]. Los rellenos sanitarios son la alternativa más implementada en Colombia, por su viabilidad técnica y económica, para la disposición final de residuos.

Los residuos orgánicos generan problemas medio ambientales a la hora de su disposición final, afectando los ecosistemas y la salud de las poblaciones aledañas, debido a que, en su proceso de descomposición liberan agua que se mezcla con los demás desechos, lo que produce lixiviados con altas cargas contaminantes, y los rellenos no cuentan con planta de tratamiento, o estas presentan dificultades para el funcionamiento [4]. El objetivo de esta investigación fue realizar la

caracterización físicoquímica de los lixiviados provenientes de residuos orgánicos domésticos (ROD) de la comuna 3 del municipio de Armenia, para plantear una alternativa que contribuya a la disminución de estos contaminantes.

Materiales y métodos

Obtención del lixiviado: Los residuos orgánicos domésticos (ROD) fueron suministrados de manera voluntaria por algunos habitantes de la comuna 3 del municipio de Armenia, en los barrios 13 de junio, La Alhambra, Villa Laura y La Rivera. Posterior a su recolección fueron clasificados teniendo en cuenta la metodología propuesta por García *et al.* (2014) [5], molidos y prensados para la obtención del lixiviado.

Caracterización físicoquímica: Se realizó la determinación de los siguientes parámetros biológicos: Demanda bioquímica de oxígeno medida a los 5 días (DBO_5), demanda química de oxígeno (DQO) y carbono orgánico no purgable disuelto (NPOC-D). En cuanto a los parámetros químicos, se evaluaron azúcares reductores (AR),

sólidos totales (ST), fijos (SF), y volátiles (SV). Además de los parámetros de densidad, minerales (Na, K, Ca, Mg, Mn, Fe y Zn), nitratos, fosfatos, sulfatos, nitrógeno amoniacal, aceites y grasas, cenizas, pH y acidez titulable; cada una de estas determinaciones fue realizada teniendo en cuenta las normas y protocolos determinados.

Equipos: Espectrofotómetro marca UV-VIS HP 8453 ajustado a las respectivas longitudes de onda y curvas de calibración. Mufla thermolyne. Espectrofotómetro Thermo Nicolet serie SOLAAR con las debidas lámparas de cátodo hueco. Y analizador de carbono orgánico total TOC-V_{CSH} SHIMADZU.

Análisis estadístico: Se realizó un análisis de varianza simple (ANOVA) como método de comparaciones múltiples, con un nivel de significancia de 0,05 mediante Statgraphics 15.02.06.

Resultados

Un total de 69 habitantes de las diferentes viviendas accedieron a suministrar los residuos orgánicos domésticos (ROD) que hubiesen generado el mismo día de su recolección; los residuos fueron separados y clasificados, desechando los componentes que no correspondieron a residuos vegetales, se recolectaron 22,5 kg de ROD de los cuales 16 % correspondió a frutas; 2 % huevo y 82 %, verduras principalmente papa y plátano; y, a partir de estos, se obtuvieron 3,7 L de lixiviado cuya carga contaminante. Los resultados obtenidos en los parámetros biológicos, químicos y contenido de minerales, realizados a los lixiviados, se reporta en las tablas 1, 2 y 3, las cuales se muestran a continuación.

Tabla 1. Características biológicas del lixiviado proveniente de ROD.

Parámetro	Concentración ±D.S (ppm)	Norma
DBO ₅	4538,50±220	SM5210.B
DQO	84634,54±860	SM5220.D
NPOC-D	30468,08±6,763	NTC 4781

N=3; ±D.S= Desviación estándar

Tabla 2. Características químicas en el lixiviado proveniente de ROD.

Parámetro	Concentración ± D.S	Norma
AR*	35786,00±5,277	Miller 1959
ST**	34,3087±0,002	DINAMA 10471
SF**	13,8788± 0,003	DINAMA 10471
SV**	20,4299±0,003	DINAMA 10471
Densidad**	1020,1±0,004	AOAC 945.06
Nitratos*	72,92±0,022	NTC 4798
Fosfatos*	241,19±0,462	SM 4500.PD
Sulfatos*	98,40±0,306	NTC 4708
Nitrógeno amoniacal*	224,00± 0,001	NTC 4783
Aceites y grasas*	6,19X10 ⁻³ ± 0,001	NTC 3362
Cenizas**	10,86± 0,001	NTC 5155
pH***	4,33±0,010	NTC 4592
Acidez titulable****	0,70±0,047	NTC 4623

Donde las unidades de concentración corresponden a: * ppm;** g/L; *** unidades de pH; **** % de ácido málico. Con N=3; ±D.S= Desviación estándar

Tabla 3. Minerales presentes en el lixiviado proveniente de ROD.

Elementos	Concentración ±D.S (g/kg)	Norma
Na	0,6868±0,0455	NTC 5151
K	0,6753±0,0169	NTC 5151
Ca	5,4277±0,0264	NTC 5151
Mg	0,3651±0,0010	NTC 5151
Mn	0,2893±0,0002	NTC 5151
Fe	2,4373±0,0004	NTC 5151
Zn	0,2472±0,0011	NTC 5151

N=3; ±D.S= Desviación estándar

En la tabla 4 se muestra la comparación entre las características del lixiviado proveniente de ROD, obtenidas en esta investigación, con las de los lixiviados menores a dos años de rellenos sanitarios y las aguas residuales domésticas (ARD); dicha comparación evidencia que la carga contaminante de este tipo de efluentes es aportada principalmente por los ROD bien sea por la liberación de sustancias solubles al procesarlas

para su empleo y al vertimiento de restos de comida por los desagües, en el caso de las ARD, o en los rellenos sanitarios tanto por el proceso de prensado que se realiza previo a su disposición final como la descomposición de los mismos.

Tabla 4. Caracterización química y biológica de lixiviados.

Parámetro	ROD \pm D.S	Rellenos sanitarios	ARD
pH***	4,38 \pm 0,0100	4,5- 7,5	N-E
Densidad**	1020,10 \pm 0,0040	N-E	N-E
Acidez titulable****	0,70 \pm 0,0470	N-E	N-E
AR*	38410,00 \pm 5,2770	N-E	N-E
Cenizas**	10,86 \pm 0,0010	N-E	N-E
Aceites y grasas**	18,22 \pm 0,0010	N-E	N-E
Sulfatos*	104,42 \pm 0,3060	50- 1000	N-E
Fosfatos*	284,56 \pm 0,4620	5- 100	8
Nitratos*	50,68 \pm ,0220	5-40	0
Nitrógeno amoniacal*	176,40 \pm 0,0010	10- 800	25
DQO*	76759,00 \pm 860	3.000- 60.000	500
DBO ₅ *	2699,00 \pm 220	2.000- 30.000	220
TOC*	28654,70 \pm 6,7300	1.500- 20.0000	160
ST**	63,64 \pm 0,0020	200- 2.000	220
SF**	11,00 \pm 0,0030	N-E	N-E
SV**	52,64 \pm 0,0030	N-E	N-E

N=3; \pm D.S= Desviación estándar; bh= base húmeda; bs= base seca; N-E= No especificado. Donde las unidades de concentración corresponden a: * ppm;** g/L; *** unidades de pH; **** % de ácido málico.

Discusión

La composición de los ROD clasificados fue similar a la reportada por García *et al.* (2014) [5], al ser frutas y verduras principalmente, los cuales cuentan con alto contenido de compuestos carbonáceos; debido a esto, como se evidencia en los valores de DBO₅ y DQO, el lixiviado proveniente de ROD al ser depositado en lugares inadecuados puede llegar a incorporar una alta carga de contaminante a los vertimientos de agua residual; Teniendo en cuenta la composición de estos lixiviados, estos parámetros siendo indicadores de la contaminación del agua podrían disminuirse al implementar microorganismos heterótrofos capaces de aprovechar el contenido de carbono transformando tanto los compuestos carbonados solubles, NPOC-D, como los presentes en los sólidos suspendidos a través del desdoblamiento de polisacáridos, para ser metabolizados en forma de azúcares reductores; la degradación del materia particulado disminuiría la densidad del lixiviado, y aumenta la capacidad de los microorganismo de moverse a través de él, por

lo que se lograrían mayores eficiencias de remoción. Este tipo de tratamientos de biorremediación se posibilita por la presencia de fósforo y nitrógeno, procedente de los fosfatos y nitratos o nitrógeno amoniacal, además de los micronutrientes como los minerales y azufre [6]. En una etapa inicial del tratamiento los microorganismos aprovecharían los azúcares simples para posteriormente degradar los polisacáridos, compuestos lipídicos y ácidos orgánicos, favoreciendo el incremento del pH de tal manera que les permita alcanzar su pH, óptimo de funcionamiento, para acelerar el aprovechamiento de los compuestos [7]. Con todo ello se logra, contribuir al propositito socio ambiental de disminuir la carga contaminante de aguas residuales; teniendo en cuenta que los microorganismos podrían llegar a ser implementados de forma eficiente en el tratamiento de los mismos dado que estaría en su medio habitual y no requeriría de un proceso de adaptación; este tratamiento permitiría generar un agua menos contaminada reduciendo la complejidad de los tratamientos requeridos

posteriormente de forma que mitiguen los impactos ambientales al momento de su disposición final.

Conclusión

A partir de los resultados obtenidos y teniendo en cuenta las necesidades nutricionales de los microorganismos heterótrofos, el lixiviado proveniente de ROD representa una fuente de macro y micronutrientes para su crecimiento; por lo que se podrían implementar procesos de biorremediación que permitan la remoción de contaminantes, y constituir una alternativa para el tratamiento de aguas residuales provenientes de sectores de elaboración o procesamiento de alimentos.

Agradecimientos

Los autores agradecen al programa de Química de la Universidad del Quindío, a los Laboratorios de Análisis Instrumental, de Aguas y de Investigación Diseño de Nuevos Productos.

Referencias bibliográficas

[1] Departamento Nacional de planeación (DNP). Pérdidas y desperdicios de alimentos en

Colombia. Bogotá, Colombia; 2016.

- [2] Jaramillo G, Zapata LM. Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia. Colombia: Universidad de Antioquia; 2008.
- [3] Departamento Nacional de planeación. Disposición final de residuos sólidos, informe nacional elaborado 2015. Bogotá, Colombia; 2015.
- [4] Noguera KM, Olivero JT. Los rellenos sanitarios en Latinoamérica: caso colombiano. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 2010;34(132):347-56.
- [5] García LS, Duque AL, Padilla L, González L E. Residuos orgánicos domésticos como sustrato para la producción de hongos *Pleurotus ostreatus*. Rev. Fac. Nal. Agr. 2014;67(2):1194-6.
- [6] Cisterna P, Peña D. Determinación de la relación DQO/DBO5 en aguas residuales de comunas con población menor a 25.000 habitantes en la VIII región (sitio en Internet). En: <http://www.cepis.org.pe/bvsaidis/chile/3/tra-12.pdf> documentos. Acceso en 2010.
- [7] Ángel M. Contribución al estudio de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO). México: Universidad autónoma de nuevo León; 1994.