

ANEXO 5

PONENCIAS ACEPTADAS CONGRESO INTERNACIONAL

Ciudad de México, a 15 de mayo de 2019

NORMA ANGÉLICA OROPEZA GARCÍA

Estimado Autor/a



Por este medio le informamos que su trabajo técnico titulado “**EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ADSORBENTE DE HIDROCARBUROS USANDO BIOMASA DE GUARUMBO (CECROPIA PELTATA)**” con el ID **00555** ha sido considerado como **ACEPTADO** para ser presentado con la **MODALIDAD ORAL** en el *4º Congreso de Ingeniería, Ciencia y Gestión Ambiental (AMICA)*, que en esta edición se une con la *5ª Conferencia Internacional de Greening of Industry Network (GIN)*, a celebrarse del 28 al 30 de octubre del 2019 en la Ciudad de México.

Para que su trabajo pueda ser presentado e incluido en el programa y en las memorias del congreso es indispensable realizar el pago de su inscripción antes del día 01 de agosto de 2019:

- Estudiantes: **75 USD**
- Socios AMICA, AIDIS: **200 USD**
- Público en general: **300 USD**

Para registrarse y conocer el proceso de pago favor de acceder a la siguiente dirección <http://www.congresoamica2019.com/registro.html>.

Quedamos a sus órdenes al correo de congresoamica@amica.com.mx

ATENTAMENTE

Dra. Leonor Patricia Güereca
Presidenta de AMICA

Investigadora del Instituto de Ingeniería UNAM
Presidenta de la Red Mexicana de Análisis de Ciclo de Vida
Tel. +52 (55) 5623 3600 ext 8706. Email: LGuerecaH@iingen.unam.mx



CONGRESO
DE INGENIERÍA, CIENCIA
Y GESTIÓN AMBIENTAL
AMICA



Greening of Industry
5th International
Conference
of Greening
of Industry
Network

EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ADSORBENTE DE HIDROCARBUROS USANDO BIOMASA DE GUARUMBO (*Cecropia peltata*)

Ángel Iván Borge Valle¹, Norma Angélica Oropeza García¹, José Alfonso Canché Uuh¹,
Laura Patricia Flores Castillo¹, José Luis Guevara Franco¹, Ricardo Enrique Vega Azamar²,
Juan Carlos Ávila Rebeles¹

¹Universidad de Quintana Roo, Blvd. Bahía S/N, Col. Del Bosque,
Chetumal, Quintana Roo, México

²Instituto Tecnológico de Chetumal, Av. Insurgentes No. 330, Col. David Gustavo Gtz. Chetumal,
Quintana Roo, México

¹Dra. Norma Angélica Oropeza García, noropeza@uqroo.edu.mx

Abstract. *Los materiales adsorbentes para la recogida de hidrocarburos pueden ser orgánicos, inorgánicos o sintéticos. Los materiales de origen sintético, como el polipropileno, son los que presentan la tasa de remoción más alta, y por ello son los más empleados para cumplir con esta función. Investigaciones recientes muestran el uso de biomasa de desecho como materiales adsorbentes que plantean la ventaja de que su degradación es mucho más rápida en comparación con el material sintético y se encuentran de manera abundante en la naturaleza, y por tanto son más económicos y su preparación o elaboración no requiere de un proceso complejo. El presente trabajo plantea evaluar la capacidad adsorbente de la biomasa del árbol conocido comúnmente como guarumbo (*Cecropia peltata*), especie de crecimiento rápido que crece en las regiones cálidas de México. Los resultados muestran que el adsorbente elaborado a partir de guarumbo cumple satisfactoriamente con los parámetros establecidos por la norma ASTM F726-12 para poder ser empleado como adsorbente de hidrocarburo, tanto en la prueba de flotabilidad como en la prueba hidrofílica.*

Keywords: contaminación por hidrocarburos en agua, residuos peligrosos, contaminación grasas y aceites.

Introducción

La contaminación de cuerpos de agua superficiales o subterráneos por hidrocarburos es uno de los principales problemas ambientales que actualmente afectan a los ecosistemas. Los hidrocarburos pesados, como el petróleo, permanecen durante mucho tiempo en la zona del derrame, mientras que los livianos como la gasolina se evaporan rápidamente, y pueden resultar más tóxicos para los organismos presentes en el sitio. Los materiales adsorbentes para la recogida de hidrocarburos pueden ser orgánicos, inorgánicos o sintéticos. Los materiales de origen sintético, como el polipropileno, son los que presentan la tasa de remoción más alta, y por ello son los más empleados para cumplir con esta función. Sin embargo, hay otros factores que no se toman en cuenta en la selección del material adsorbente, como, por ejemplo, que el uso de material sintético se puede convertir en un problema de residuos, ya que al concluir el tiempo de vida útil de este tipo de material el tiempo de degradación



CONGRESO
DE INGENIERÍA, CIENCIA
Y GESTIÓN AMBIENTAL
AMICA



5th International
Conference
of Greening
of Industry
Network

es muy lento debido a su propia naturaleza, lo que limita sus opciones de desecho. En contraparte, los materiales adsorbentes de origen natural pueden ser una mejor opción para cumplir con esta tarea, ya que su degradación es mucho más rápida en comparación con el material sintético y se encuentran de manera abundante en la naturaleza, son más económicos y su preparación o elaboración no requiere de un proceso complejo. Investigaciones realizadas con materiales de origen natural. En este contexto, el uso de biomasa de rápido crecimiento, plantea una opción para ser empleada como un adsorbente de origen natural. El presente trabajo plantea evaluar la capacidad adsorbente del árbol conocido comúnmente como guarumbo (*Cecropia peltata*), especie de crecimiento rápido y que puede desarrollarse prácticamente en cualquier región con clima cálido, esta especie se extiende de México hasta América del sur en la región neotropical (Global InGvasive Species Database, 2015), y se encuentra frecuentemente en la orilla de caminos y carreteras, brechas, áreas de cultivo o en otros sitios que hayan sufrido algún tipo de impacto (Vidal Durango, 2009), a lo largo de su ciclo de vida produce abundante biomasa, ya que sus hojas son grandes y anchas en forma de sombrilla y van desde 30 hasta 75 cm de ancho.

Objetivos

Determinar la capacidad de adsorción del guarumbo (g/g) con tres hidrocarburos diferentes: aceite de motor usado, gasolina y un hidrocarburo liviano (50° API).

Determinar la capacidad de adsorción biomasa-agua (g/g).

Estimar el tiempo óptimo de contacto en el que el material alcanza su mayor capacidad adsorbente con los hidrocarburos

Metodología

Preparación del adsorbente. La biomasa de *Cecropia peltata* se lavó con agua destilada para remover suciedad o cualquier otra partícula que pudiera afectar el resto del procedimiento. Posteriormente se secó en la estufa de laboratorio a 80°C durante 24 horas para remover la humedad de las hojas. Finalmente, las hojas se trituraron en una licuadora hasta conseguir una textura uniforme del material.

Prueba de flotabilidad. Para determinar si la biomasa de *Cecropia peltata* cumple con esta propiedad se tomó como referencia la norma ASTM F726 - 12: *Standard Test Method for Sorbent Performance of Adsorbents* en su apartado *Dynamic Degradation Test* para los adsorbentes del tipo IV. Se pesaron 5 gramos del material adsorbente y se colocaron en un vaso de precipitado de 1 litro con 500 ml de agua destilada y se puso en agitación (150 RPM) durante 15 minutos. Se dejó reposar durante 2 minutos y posteriormente se observó que la biomasa permaneciera a flote. Si más del 10% de la biomasa se hundió, significaría que el material falló la prueba y queda descartado para emplearse como adsorbente en aguas abiertas.

Prueba hidrofílica. La prueba tiene la finalidad de determinar la capacidad de retención de agua del adsorbente bajo condiciones dinámicas. El procedimiento es una adaptación de la norma ASTM F726



CONGRESO
DE INGENIERÍA, CIENCIA
Y GESTIÓN AMBIENTAL
AMICA



5th International
Conference
of Greening
of Industry
Network

– 12 en su apartado *Dynamic Degradation Test* para sorbentes del tipo IV. Se pesaron 3 gramos del material adsorbente y se agregaron a un vaso de precipitado de 1 litro con 500 ml de agua durante 15 minutos con agitación a 150 rpm. Posteriormente se dejó decantar durante 2 minutos y seguidamente se retiró del agua con ayuda del colador para dejarlo escurrir durante 30 segundos. Se tomó el peso de la biomasa con el agua sorbida para los cálculos posteriores. La ecuación empleada es la misma que se utiliza en las pruebas de la capacidad de adsorción. La prueba se realizó por triplicado para la verificación de los resultados. La segunda parte de la prueba consistió en agregar 3 ml de hidrocarburo a los 500 ml de agua y volver a colocar el material adsorbente en ella. Nuevamente se mantuvo con agitación a 150 rpm durante 15 minutos.

Prueba de adsorción corta. Para esta prueba se tomará en cuenta la metodología aplicada según Ortiz, Andrade, Rodríguez y Montenegro (s.f.), la cual toma como referencia la norma ASTM F726 – 99 en la que se establece la siguiente fórmula para calcular la capacidad de adsorción:

$$C_t = \frac{m_t - m_0}{m_0}$$

Donde: C_t = capacidad de adsorción

m_t = peso del sorbente e hidrocarburo sorbido

m_0 = peso del sorbente seco

Se pesaron 3 gramos de la biomasa de *Cecropia peltata* y en un vaso de precipitado de 500 ml se agregaron 100 ml del hidrocarburo. La cantidad de hidrocarburo debe ser suficiente para cubrir completamente al material sorbente una vez que entre en contacto con él. En este caso fue suficiente con 100 ml ya que el espesor de los 3 gramos del material no es tan grande.

Se dejó en contacto durante 15 minutos. Posteriormente se retiró del vaso con ayuda del colador y se dejó escurrir durante 30 segundos para poder tomar el peso del material con el hidrocarburo sorbido. Los cálculos se realizaron con la ecuación explicada anteriormente.

Prueba de adsorción larga. Para la prueba de adsorción larga se siguió el mismo procedimiento cambiando únicamente el tiempo de contacto de 15 minutos a 24 horas (± 30 minutos).

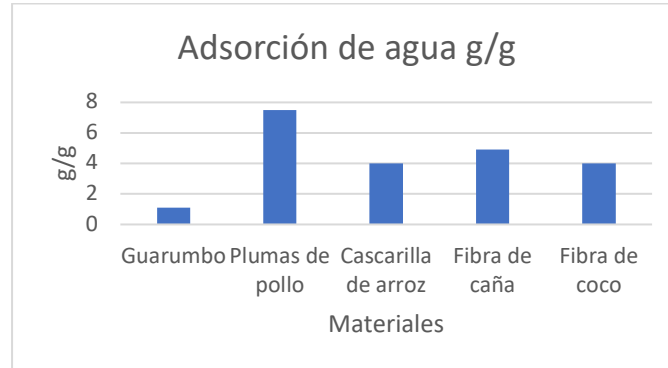
Determinación del tiempo óptimo de contacto. Para esta prueba se seleccionaron distintos tiempos de contacto para poder determinar el tiempo en el que el adsorbente alcanza su máxima capacidad de adsorción. Los tiempos elegidos fueron 30 s, 1, 5 y 10 minutos. Esta prueba se realizó con los tres hidrocarburos, aceite de motor usado, gasolina y un hidrocarburo liviano (50° API).

Resultados y discusión

Para la prueba de flotabilidad se obtuvieron resultados positivos, ya que el material no presentó hundimiento y se mantuvo sobre la superficie durante todo el tiempo que duró la prueba, incluso se sometió velocidades más altas de las que señala la norma ASTM F726-12 con el fin de evaluar la resistencia de la flotabilidad de la biomasa, alcanzando las 1000 rpm sin que esta presentara hundimiento. De acuerdo con los resultados obtenidos, la biomasa de guarumbo presenta una razón de sorción de agua de 1 a 1.1 (promediando los valores de la adsorción neta), es decir, por cada gramo

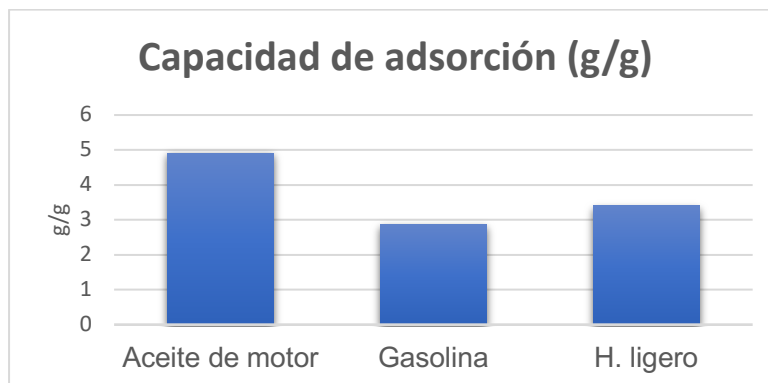


de adsorbente adsorbe 1.1 gramos de agua. En la **gráfica 1** se presenta una comparación de la capacidad de sorción de agua del guarumbo con otros materiales evaluados en otros estudios. Como puede apreciarse, el guarumbo es el que presenta la menor retención de agua, lo cual representa una ventaja en su desempeño como material adsorbente.



Gráfica 1. Sorción de agua de distintos materiales

En la **gráfica 2** se presentan los resultados de la prueba de adsorción con cada hidrocarburo, el aceite de motor es con el que se obtuvo el mejor resultado, mientras que con la gasolina se obtuvo la capacidad de adsorción más baja.



Gráfica 2. Capacidad de adsorción con cada hidrocarburo

Conclusiones

El adsorbente elaborado a partir de guarumbo cumple satisfactoriamente con los parámetros establecidos por la norma ASTM F726-12 para poder ser empleado como adsorbente de hidrocarburo, tanto en la prueba de flotabilidad como en la prueba hidrofílica. En la prueba de flotabilidad se logró superar en gran medida los parámetros establecidos por la norma. Por lo tanto, el material posee un gran potencial como adsorbente de hidrocarburos en agua. En las pruebas de adsorción, la capacidad



CONGRESO
DE INGENIERÍA, CIENCIA
Y GESTIÓN AMBIENTAL
AMICA



5th International
Conference
of Greening
of Industry
Network

de adsorción más alta se obtuvo con el aceite de motor (4.92 g/g), con el hidrocarburo ligero se obtuvo un resultado muy cercano al de un adsorbente de grado comercial tanto en la adsorción de hidrocarburo como en la retención de agua. La prueba usando gasolina arrojó el desempeño más bajo, sin embargo, puede considerarse al guarumbo como un posible adsorbente de este hidrocarburo debido a las propiedades hidrófobas del material. Los resultados obtenidos con el aceite de motor pueden ser un indicio de que el guarumbo funciona mejor como adsorbente de hidrocarburos viscosos, esto puede deberse al buen carácter hidrófobo que presenta el material, que puede estar ocasionado por su estructura altamente fibrosa, la cual permite que durante el proceso de adsorción el hidrocarburo se quede atrapado entre esa red de fibras, mientras que un hidrocarburo de mayor fluidez podría escapar fácilmente del material. En la prueba de adsorción larga no se observó una diferencia significativa respecto a la prueba de adsorción corta, con la prueba del tiempo óptimo de contacto se pudo establecer que el tiempo en el que se alcanza la adsorción máxima para los hidrocarburos evaluados se encuentra entre los 5 y 10 minutos.

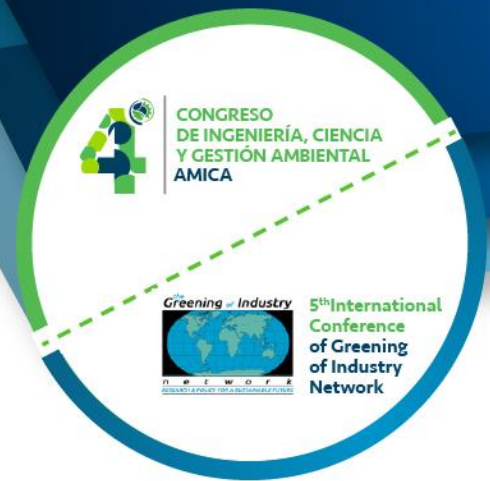
Referencias

- American Society of Testing Materials. (2012). Standard Test Method for Sorbent Performance of Adsorbents. Estados Unidos.
- Binggeli, P. (2005). Crop Protection Compendium - *Cecropia peltata* L. Retrieved from http://www.mikepalmer.co.uk/woodyplantecology/docs/CPC-Cecropia_peltata.pdf
- Cárdenas Murillo, L. G. (2017, Mayo). Estudio de la capacidad de adsorción de materiales orgánicos para la remoción de aceites y combustibles presentes en aguas. Quito, Ecuador.
- Global InGvasive Species Database. (2015). *Species profile Cecropia peltata*. Retrieved from <http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=116>
- Global Invasive Species Database. (2011, Febrero 23). *Species profile Cecropia peltata*. Retrieved from <http://issg.org/database/species/ecology.asp?si=116&fr=1&sts=&lang=EN>
- Glogiewicz, J. (1998). *Cecropia schreberiana* Miq. (*Cecropia peltata*). In R. M. Burns, M. S. Mosquera, & J. L. Whitmore, *Useful trees of the tropical region of North America* (pp. 147-160). Washington: North American Forestry Commission.
- Rincones Poyer, F., Marfrfisi Valladares, S., Danglad Flores, J. Á., & Salazar Palencia, V. (2015). Adsorción de hidrocarburos de petróleo en agua mediante una columna empacada con bagazo de caña. *Revista Multidisciplinaria del Consejo de Investigación de la Universidad Oriente*, 441-453.
- Salazar Hernández, E. (2012, Agosto). Remoción de hidrocarburos mediante biopolimeros naturales: Efecto del tamaño de partícula. San Luis Potosí, México.
- Vidal Durango, J. V. (2009). Capacidad del guarumo (*Cecropia peltata*) como planta fitorremediadora de suelos contaminados con mercurio. Cartagena.

Ciudad de México, a 15 de mayo de 2019

LAURA PATRICIA FLORES CASTILLO

Estimado Autor/a



Por este medio le informamos que su trabajo técnico titulado **“GENERACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS EN CHETUMAL QUINTANA ROO, MÉXICO”** con el ID **00585** ha sido considerado como **ACEPTADO** para ser presentado con la **MODALIDAD ORAL** en el *4º Congreso de Ingeniería, Ciencia y Gestión Ambiental (AMICA)*, que en esta edición se une con la *5ª Conferencia Internacional de Greening of Industry Network (GIN)*, a celebrarse del 28 al 30 de octubre del 2019 en la Ciudad de México.

Para que su trabajo pueda ser presentado e incluido en el programa y en las memorias del congreso es indispensable realizar el pago de su inscripción antes del día 01 de agosto de 2019:

- Estudiantes: **75 USD**
- Socios AMICA, AIDIS: **200 USD**
- Público en general: **300 USD**

Para registrarse y conocer el proceso de pago favor de acceder a la siguiente dirección <http://www.congresoamica2019.com/registro.html>.

Quedamos a sus órdenes al correo de congresoamica@amica.com.mx

ATENTAMENTE

Dra. Leonor Patricia Güereca
Presidenta de AMICA

Investigadora del Instituto de Ingeniería UNAM
Presidenta de la Red Mexicana de Análisis de Ciclo de Vida
Tel. +52 (55) 5623 3600 ext 8706. Email: LGuerecaH@iingen.unam.mx



CONGRESO
DE INGENIERÍA, CIENCIA
Y GESTIÓN AMBIENTAL
AMICA



Greening of Industry
5th International
Conference
of Greening
of Industry
Network

GENERACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS EN CHETUMAL QUINTANA ROO, MÉXICO

José Luis Guevara Franco¹, Laura Patricia Flores Castillo², Norma Angélica Oropeza García³, José Alfonso Canche Uuh⁴, Alondra Martínez Flores⁵.

Universidad de Quintana Roo, Boulevard Bahía esq I Comonfort Chetumal Q. Roo, C.P. 77019

¹ M.I. Universidad de Quintana Roo, Chetumal Quintana Roo, México, jlguevara@uqroo.edu.mx.

² M.I. Universidad de Quintana Roo, Chetumal Quintana Roo, México, paflora@groo.edu.mx.

³ Dra. Universidad de Quintana Roo, Chetumal Quintana Roo, México, noropeza@groo.edu.mx.

⁴ Dr. Universidad de Quintana Roo, Chetumal Quintana Roo, México, canalfo@uqroo.edu.mx.

⁵ Lic. Dirección de Medio Ambiente y Ecología del H. Ayuntamiento de Othón P. Blanco, Chetumal Quintana Roo, México, alondra.martinez@opb.gob.mx

Abstract

Solid waste disposal creates a problem primarily in highly populated areas. The more concentrated the population, the greater the problem becomes. In this study, per capita generation was determined, as well as the composition of household solid waste in the Chetumal city. The methodology is based on the official Mexican standards. The generation of waste is 0.452 Kg per person per day, the volumetric weight of 79.46 kg per cubic meter. The organic fraction corresponds to 40.5% feasible to elaborate compost, the inorganic waste with recyclable potential is 26.7%, sanitary waste corresponds to 11.5%.

Keywords: generación per capita, residuos sólidos, caracterización residuos.

Introducción

Los residuos sólidos es uno de los principales problemas ambientales, su mal manejo puede ocasionar problemas desde su generación hasta la disposición final, por acumulación, proliferación de fauna nociva, lixiviados, gases, imagen desagradable entre otros, aumentado proporcionalmente con el crecimiento poblacional. Para la solución de esta problemática se requiere conocer su dimensión, y composición, a fin de proponer soluciones de forma integral debiendo considerar las fuentes de generación, manejo, transporte, reciclado, disposición final y disposición de la



población para colaborar, así como los recursos necesarios para la implementación de este manejo integral.

La ciudad de Chetumal capital del estado de Quintana Roo de acuerdo al censo de población y vivienda (2010) cuenta una población de 151 243 habitantes, solamente cuenta con 6 vehículos recolectores de residuos, lo cual ha ocasionado la acumulación de basuras en las calles, predios, con afectaciones a la población, el municipio debe eficientar los recursos existentes a fin de satisfacer las necesidades de manejo de residuos, por lo que se ha dado a la tarea realizar un plan de manejo integral de los residuos de la Ciudad de Chetumal

La generación, caracterización y cuantificación de los subproductos de los residuos sólidos, es la base para establecer las acciones a realizar para el manejo de los residuos sólidos, entre otras, identificar los residuos a recolectar, los que son susceptibles de ser reciclados, composteados, los que requieren un tratamiento o bien, llegan al sitio de disposición final. El peso volumétrico es un dato importante para la planeación y operación de los servicios de recolección de residuos así como para la disposición final.

Objetivos

El objetivo de este trabajo realizado por la Universidad de Quintana Roo y el municipio de Othón P. Blanco es actualizar y generar información de los residuos sólidos en la localidad de Chetumal, capital del estado de Quintana Roo. Determinar la generación per capita de residuos sólidos domiciliarios es indispensable para planear y operar los sistemas de limpia pública, conocer la cantidad de residuos sólidos generados en una población es requisito para poder ofrecer una cobertura total de los residuos; saber la composición de los residuos en subproductos permite identificar y valorar el potencial de recursos que puede ser reciclado, compostado o cualquier otro tipo de aprovechamiento así como aquellos residuos que requieran de un tratamiento o que llegan al sitio de disposición final. Al calcular la generación per capita y su peso volumétrico, se puede determinar el volumen de residuos que la población requiere sea recolectada y llevada a disposición final.

Metodología

Aplicando la norma NMX-AA-061-1985 “PROTECCION AL AMBIENTE-CONTAMINACION DEL SUELO-RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES-DETERMINACION DE LA GENERACION” y la norma NMX-AA-15-1985 “PROTECCIÓN AL AMBIENTE - CONTAMINACIÓN DEL SUELO – RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES - MUESTREO - MÉTODO DE CUARTEO”, se determinó la generación per capita; mediante la norma NMX-AA-022-1985 “PROTECCION AL AMBIENTE-CONTAMINACION DEL SUELO-RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES-SELECCION Y CUANTIFICACION DE SUBPRODUCTOS” se



identificó la composición porcentual de los residuos; el peso volumétrico se realizó mediante el método descrito en la NORMA MEXICANA NMX-AA-19-1985 “PROTECCIÓN AL AMBIENTE -CONTAMINACIÓN DEL SUELO – RESIDUOS”.

Resultados y discusión

La capital del estado de Quintana Roo, Chetumal, tiene una población estimada de 151 243 habitantes (censo del 2010), el resultado de este estudio indica una generación per capita de 0.452 Kg/hab* día, lo que refleja 68 361.83 kg de residuos domiciliarios al día, con un volumen estimado de 860.33 metros cúbicos que requieren ser recolectados.

La composición porcentual de los residuos generados es en orden descendente: residuos alimenticios 35.45%; papel higiénico 6.95%; plástico de película 6.55%; residuos de jardinería 5.08%; pañal desechable 4.35%; vidrio transparente 4.2%; plástico PET 3.59% principalmente.

Los residuos alimenticios y los de jardinería (41%) pueden ser composteables ver figura 1; previa selección; los residuos con potencial para ser reciclables (27%) son: el vidrio (7.26 %), PET (3.59) y cartón con el (4%), papel (2.89%) y trapo (2.37%), los envases multicapa (2.12 %), el plástico rígido con (1.95%) y la lata (1.7%).

Los residuos que deberían ir al sitio de disposición final, sanitarios y otros corresponden al 32% de los residuos domiciliarios lo cual representa 21,875 kg diarios.



Figura 1 Valorización de residuos generados en Chetumal



CONGRESO
DE INGENIERÍA, CIENCIA
Y GESTIÓN AMBIENTAL
AMICA



5th International
Conference
of Greening
of Industry
Network

Conclusiones

La generación de residuos de 0.452 kg por persona por día es un valor que se considera por debajo del “promedio” según reportes para México para 2012 la generación per cápita es de 0.99 Kg./hab*día SEMARNAT (2012), Bolón (2015) en Chetumal reporta que la generación per cápita de residuos sólidos es de 0.470, Sánchez (2007) determino la generación en 0.696 kg/hab*día en el fraccionamiento Bugambilias y Guevara (2000) encontró 0.784 Kg/hab*día en la Ciudad de Chetumal. El resultado de peso volumétrico obtenido es de 79.46 kg/m³, por lo que se estima un volumen de residuos domiciliarios diario de 860.33 metros cúbicos, sin embargo este estudio solo incluye generación domiciliaria por lo que otras fuentes como comercios, mercados, instituciones no han sido contabilizadas, se requiere una estimación de los residuos que llega al sitio de disposición final por medios de transporte diferente al servicio de limpia pública del municipio.

Agrupando los residuos según su potencial tenemos a los orgánicos con el 44% que puede ser composteable; el 31 % puede ser reciclable y el 12.27% son residuos sanitarios. Es importante destacar la elevada presencia de plástico de película (7.11%). Una vez determinado los porcentajes de los diferentes subproductos es importante su valorización para analizar su posible mercado o bien para su confinamiento final.

Referencias

Bolón G., A.M., Guevara, F., J.L, Flores C., L.P., Nah S., I.R., Rodríguez A., J.C. (2015) Estimación de la Generación y Composición de los Residuos Sólidos en la Ciudad de Chetumal, Quintana Roo. Encuentro de expertos en residuos sólidos, año 7, No. 1, Octubre 2014-Octubre 2015, pp 13-18.

Guevara, F, J.L. (2000) Aprovechamiento y recuperación de desechos sólidos MUNICIPALES Gaceta regional, Sistema Regional de Investigación Justo Sierra Méndez, año 01 N° 1 enero-marzo 2000 pp 7-7 SEP CONACYT

INEGI (2010) Censo nacional de población y vivienda 2010. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/>

SANCHEZ S., J.A (2007) Generación per cápita de residuos sólidos municipales, caso de estudio: Fraccionamiento Buganvilias (tesis de licenciatura). Universidad de Quintana Roo, Chetumal Quintana Roo.

SEMARNAT (2012) Generación total y per cápita de residuos sólidos urbanos recuperado de <https://datos.gob.mx/busca/dataset/indicadores-de-crecimiento-verde--produccion-y-consumo>