

**Aprovechamiento de los residuos orgánicos generados
en el Centro de Comercio, Industria y Turismo (CCIT) del
SENA Regional Córdoba para la elaboración de compost**

Use of organic waste generated for composting
at Centro de Comercio, Industria y Turismo
(CCIT) SENA Regional Córdoba

Carlos Andrés Burgos Galeano

Instructor - Candidato a MSc en
Ciencias Ambientales

Servicio Nacional de Aprendizaje

SENA Regional Córdoba

Centro de Comercio, Industria y
Turismo (CCIT)

Marcela Inés Villalba Cadavid

MSc en Biotecnología

Líder SENNOVA

mvillalbac@sena.edu.co

Diana Carolina Pérez Vergara

Álvaro Javier Arroyo Arango

Aprendices Líderes Semillero de
Investigación de Calidad

Ambiental - SICAM

aarroyoa@sena.edu.co



Resumen

Los residuos orgánicos son una fuente importante de nutrientes susceptibles de aprovechamiento a través de su transformación mediante procesos biotecnológicos. La disposición inadecuada de éstos genera problemas de contaminación, pérdidas económicas por no beneficiarse con su conversión, la cual genera productos con valor agregado, disminución de la vida útil de rellenos sanitarios, formación de lixiviados, así como olores y gases de efecto invernadero como el metano. La creciente población de aprendices, instructores y personal en general que realiza actividades en el Centro de Comercio, Industria y Turismo (CCIT), ha llevado a una mayor producción de residuos orgánicos, que resultan de la preparación y consumo de alimentos y mantenimiento de zonas verdes; el manejo interno de estos residuos representa un problema ambiental, así como una pérdida importante de biomasa y de nutrientes. El objetivo de esta investigación es la implementación de un sistema piloto de transformación y aprovechamiento de residuos orgánicos, haciendo uso de biotecnología eficiente y automatizada con el compostador SAC-3000 de Earthgreen, que transforma los residuos orgánicos en compost. Conjuntamente con este proceso se pretende intervenir en el actuar de la comunidad SENA, para sensibilizar sobre la importancia del manejo y disposición adecuada de los residuos sólidos.

En esta investigación descriptiva y cualitativa se realizó la identificación de cinco puntos principales de generación de residuos orgánicos y se realizó una caracterización de los mismos, cuyos resultados arrojan que los residuos orgánicos

comprenden aproximadamente el 38% de los residuos pesados, para un promedio de generación de desechos orgánicos de 30,33 kg/ día y una estimación de 909,99 kg/ mes de los 2.389,22kg/mes de residuos sólidos generados por el Centro, adicionalmente se encontró una producción per cápita de residuos de 0,045 kg/ persona/día y 0,017 kg/persona/día para los residuos orgánicos. La operación del sistema autónomo de compostaje, se realizará en un centro de acopio, que permita hacer seguimiento y control de las variables de operación del biorreactor, así como la participación y adquisición de conocimiento de aprendices y el sector productivo. Se espera que el compost obtenido de la transformación de los residuos orgánicos, cumpla con los estándares de calidad definidos en la Norma Icontec 5167 y permita su uso para la fertilización de jardines y zonas verdes del CCIT, además de contribuir al acuerdo de responsabilidad social y ambiental, con la separación y aprovechamiento de los residuos orgánicos.

Palabras clave:

Residuo, residuo orgánico, compost, compostaje, impacto ambiental.

Abstract

Organic waste is an important source of susceptible nutrients to exploitation through its transformation by biotechnological processes. Improper disposal of this waste leads to contamination problems, economic losses due to

the lack of the advantages of their transformation which generates value-added products, a decrease of landfills, leachate formation, as well as odors and greenhouse gases such as methane. The growing population of apprentices, instructors, and staff in general that carries out activities at Centro de Comercio, Industria y Turismo- CCIT, has led to an increased production of organic waste, resulting from the preparation and consumption of food and maintenance of green areas; the internal management of this waste represents an environmental problem, as well as a significant loss of biomass and nutrients.

The objective of this research is to implement a pilot system for processing and using of organic waste, making efficient use of biotechnology and automated with the composter Earthgreen SAC-3000, which transforms the organic waste into compost.

Along with this process, it is planned to work with SENA community to aware them about the importance of proper handling and disposal of solid waste. This qualitative descriptive research aimed to identify five main points of generation of organic waste and conducted a characterization of the same. The results showed that the organic waste comprise approximately 38% of the heavy residue. For an average of generation from organic waste from 30.33 kg/ day and an estimate of 909.99 kg/month of the 2,389.22 kg / month of solid waste generated by the center, in addition, the research group found a production of waste per capita of 0.045 kg / person / day and 0.017 kg / person / day for organic waste. The operation of the autonomous system of composting will

be held at a collection center, with the objective to control and monitor the variables of the bioreactor operation, as well as the apprentices' participation and knowledge acquisition in the productive sector. It is expected that the compost obtained from the processing of organic waste, meets the quality standards defined in the standard ICONTEC 5167 and allows its use for the fertilization of gardens and green areas of the CCIT, Moreover, it is also meant to generate a vast contribution and a social and environmental responsibility agreement with the separation and use of organic waste.

Key Words:

Waste, organic waste, compost, composting, environmental impact.

Introducción

Los residuos sólidos ocasionan impactos ambientales negativos por su disposición inadecuada y porque cada vez son más, asunto asociado al incremento de la población humana, a los procesos de transformación industrial (globalización), y a los hábitos de consumo de los individuos (Cariello, Castañeda, Riobo, & González, 2007).

Para mitigar esta problemática se ha implementado la Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS) que incluye fases como la separación en la fuente hasta la transformación de los mismos o a la disposición final de los que no se pueden reciclar. Al abordar el enfoque de aprovechamiento y valorización de los residuos, se hace necesario partir de los aspectos técnicos de recolección y transporte que permitan prepararlos para los diferentes procesos de aprovechamiento y, de esta manera, obtener el mayor beneficio de la transformación de

los mismos. Una de las técnicas más usadas en Colombia para el aprovechamiento de los residuos orgánicos es el compostaje el cuál se define como la descomposición de dichos residuos por la acción microbiana, cambiando la estructura molecular de los mismos (Penagos, Adarraga, Aguas & Molina, 2011).

A partir de evidencias encontradas, se hace importante articular estrategias para alcanzar un desarrollo sostenible y ambientalmente amigable, estas deben ser propuestas dirigidas y coordinadas por las autoridades ambientales de la institución, de manera tal que se materialice de forma explícita la optimización de las condiciones de manejo ambiental segura de los residuos sólidos integrando a todos los actores de la comunidad de manera tal que exista una correlación válida y efectiva.

Se debe también tener en cuenta, la participación de la comunidad SENA, tanto de los

que disponen de los residuos en los sitios recomendados como el personal encargado del mantenimiento y recolección en los diferentes puntos ecológicos, de tal forma que se dé solución a los problemas de disposición final existentes en la actualidad.

encuentra constituida por 147 instructores de oferta regular, 1.504 aprendices, 21 individuos entre el personal de vigilancia y servicios generales, y 88 funcionarios administrativos y de bienestar, para un total de 1.760 individuos.

2. Materiales y Métodos

2.2 Diseño Metodológico

2.1 Área de estudio

El proyecto se desarrolla en el Centro de Comercio, Industria y Turismo (CCIT) del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA Regional Córdoba, ubicado entre las calles 24 y 27 con Avenida Circunvalar del municipio de Montería (Córdoba), Colombia.

Este Centro está caracterizado por poseer construcciones horizontales y verticales en las cuales se ubican 32 ambientes de aprendizaje para la formación de los aprendices SENA.

Actualmente la población que compone el centro se

2.2.1 Identificación y Caracterización

Se realizó un diagnóstico preliminar para establecer las condiciones actuales de la prestación del servicio de aseo, el manejo actual de los residuos, los puntos críticos de generación de residuos orgánicos, así como la cantidad, tipo de residuos y características de los desechos generados.

La recolección de datos del diagnóstico preliminar y el establecimiento de los puntos críticos de generación de residuos orgánicos se realizó mediante entrevistas persona

a persona y una inspección de campo por observación directa mediante Búsqueda Libre según recomendaciones (Angulo et al. 2006), Norma Técnica Colombiana 24 de Icontec en versión 2009, el Decreto 1713 de 2002 y el Decreto 2981 de 2013.

El trabajo de campo de las caracterizaciones de residuos sólidos se realizó durante un mes, entre finales de abril y mayo de 2015, siendo los días de muestreo el domingo, martes y jueves de cada semana del mes de trabajo. Para caracterizarlos se delimitó el área de trabajo con cinta amarilla de seguridad, se colocó plástico para aislar el suelo de lixiviados u otros contaminantes contenidos en los desechos, y se separaron los residuos dependiendo su tipo por medio del método del cuarteo cuando superaban los 200 kg y manualmente cuando su peso fue inferior; el método del cuarteo consiste en la extensión de los residuos en una superficie

lisa, se homogeniza la muestra con una pala, luego se divide en cuatro partes iguales, la división se repite sucesivamente hasta obtener un tamaño adecuado de la muestra con el fin de realizar la separación y caracterización de los diferentes residuos; el pesaje de las bolsas con los residuos clasificados se hizo por medio de un peso digital de mano, marca de Weiheng y con la báscula Lexus Xteel-W II, las bolsas plásticas fueron etiquetadas con la respectiva información de la recolección; la caracterización sigue las recomendaciones metodológicas de Díaz y de Janon (2010), Área Metropolitana del Valle de Aburrá y Universidad de Antioquia (2006), Departamento Administrativo de Planeación Municipal de Cali (2006), Lund (1996) y Tchobanoglous (et al. 1994), para el manejo de la información de la caracterización de residuos sólidos y los aforos de peso se utilizaron las recomendaciones de Lund (1996) y Tchobanoglous et al.(1994), para la obtención de

variables físicas de los residuos caracterizados, se siguieron las constantes planteadas por Tchobanoglous et al. (1994).

2.2.2 Implementación de un sistema de manejo y transformación de residuos

Para la implementación del sistema de manejo de residuos orgánicos se tendrá en cuenta la información generada por medio de las caracterizaciones, diagnóstico preliminar e identificación de los puntos críticos de generación de residuos orgánicos, siguiendo las recomendaciones de Díaz y de Janon (2010), Guía Técnica Colombiana GTC-24 de Icontec versión 2009, Área Metropolitana del Valle de Aburrá y Universidad de Antioquia (2006), Departamento Administrativo de Planeación Municipal de Cali, Universidad del Valle, (2006), Lund (1996) y Tchobanoglous et al. (1994).

La transformación de los residuos orgánicos en compost

se realizará por medio del Compostador Autónomo SAC-3000 de Earthgreen, cuya capacidad de transformación de residuos orgánicos es de 1.500 kg de residuos orgánicos en 25 días, gracias al seccionamiento del biorreactor se podrán disponer de manera diaria entre 37 y 40 kilogramos de residuos orgánicos, lo cual supone una expectativa de al menos el 80% de los residuos orgánicos generados por el Centro, el compostador supone ventajas de autonomía que en cuanto a la operación del mismo y genera facilidades al momento de organizar los residuos para iniciar su transformación.

2.2.3. Capacitación y Sensibilización

Se orientarán jornadas de sensibilización para concientizar a la comunidad SENA y la población flotante del CCIT en la importancia del cuidado del ambiente, la separación en la fuente de los residuos y la participación activa

en el Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos, además del manejo integral de residuos sólidos, filosofía de las cinco "R" (Reciclar, Reducir, Reutilizar, Recuperar y Reutilizar), separación en la fuente y reconocimiento del código de colores de separación de residuos.

2.2.4 Caracterización y uso del Compost

Del compost procesado por el Compostador Autónomo SAC-3000 se tomará una muestra a la cual se le realizarán los siguientes análisis físicoquímicos con el fin de determinar la calidad del producto procesado: Humedad, Carbono Orgánico Oxidable Total, Nitrógeno Orgánico total ($N_{org} + NNH_4 + NNH_2 + NNO_3$), Fósforo Total (P_{2O_5}), Potasio Total (K_2O), Potasio soluble en agua (K_2O), Calcio Total (CaO), Magnesio Total (MgO), Metales Pesados Límites máximos en mg/kg, Cromo Total (mg/kg), Cadmio Total (mg/kg), Plomo

Total (mg/kg), Níquel Total (mg/kg), y pH.

3. Resultados parciales y Discusión

3.1 Condiciones de prestación del servicio de aseo y manejo actual de residuos

Los residuos sólidos son depositados por parte de la población SENA en puntos ecológicos que en algunos sitios como la cafetería (Figura 1; a) no se ajustaban a los volúmenes de residuos sólidos generados, por lo tanto, como acción de mejora (Figura 1; b, c y d), se dotó al Centro con dos puntos ecológicos con capacidad total de 300 litros, uno de 225 litros, dos de 150 litros y tres canecas destinadas exclusivamente para la disposición de residuos orgánicos, distribuidos en dos canecas de 100 litros cada una y una de 75 litros, para un total de ampliación de la capacidad

de recepción de residuos sólidos en la fuente generadora de 1.400 litros.

La recolección de las bolsas en los puntos ecológicos es hecha por el personal de servicios generales, los cuales no utilizan elementos de protección al momento de realizar la labor de lunes a sábados a las 6:00 h y 14:00 h, lo que implica una frecuencia de recolección interna de dos recolecciones al día y 12 veces por semana; se evidencia que el personal de servicios generales no utilizaba correctamente las bolsas según los códigos de

colores de los puntos ecológicos (Figura 1).

En algunas ocasiones se generan residuos de carácter especial como lo son escombros y otros restos de construcción y remodelación.

La recolección de los residuos sólidos es realizada por la empresa Servigenerales S.A. E.S.P. con una frecuencia de barrido de una vez por semana y una frecuencia recolección de residuos sólidos de tres veces por semana, ésta última establecida los días lunes,



Figura 1. (a) Ejemplo de punto ecológico de capacidad insuficiente para los residuos generados y con colores de bolsa equivocados; (b) Puntos ecológicos nuevos; (c) Punto ecológico instalado de capacidad total de 225 litros; (d) Punto ecológico instalado en la cafetería central del Centro de Comercio, Industria y Turismo del SENA Regional Córdoba.

miércoles y viernes, la empresa cataloga al CCIT como un Gran Generador oficial, según datos de la factura del mes de junio, el promedio de cobro de diciembre de 2014 hasta junio de 2015 es de \$812.472 COP, que representarían al año unos \$9'749.664 COP.

3.2 Puntos críticos de generación de residuos orgánicos

Se encontraron cinco puntos críticos de generación de residuos orgánicos dentro de CCIT del SENA Regional Córdoba: Cafetería central, Ambiente de Mesa y Bar, Ambiente de Cocina y Panadería y dos Cafeterías "Cafetines". La Cafetería Central el área común en donde se genera la mayor cantidad de residuos sólidos y en especial orgánicos ya que cuenta con servicios de restaurante y es el espacio de mayor flujo de personal.

3.3 Características de los residuos sólidos del CCIT

El Centro de Comercio, Industria y Turismo se clasifica como un Gran Generador de Residuos Sólidos según el Decreto 1713 de 2002, ya que produce aproximadamente 2.389,22 kg de desechos al mes (Tabla 1).

Anualmente el CCIT podría estar generando un valor cercano a las 28,67 ton/año de residuos sólidos que supondrían 113,04 m³ de desechos, de los cuales el 60,08% son aprovechables para reutilización, reciclaje o transformación en compost, por lo tanto podrían aprovecharse anualmente 17,22 toneladas de residuos, contribuyendo a alargar la vida útil del relleno sanitario del sector Loma Grande, en donde son dispuestos los residuos del CCIT por parte de la empresa Servigenerales S.A. E.S.P. y de este modo, podría reducirse el impacto negativo que conlleva

la generación de residuos. La producción per cápita de residuos para el CCIT es 0,045 kg/persona/día, con una estimación mensual de 1,36 kg/persona/mes y anual de 16,52 kg/persona/año.

Los principales tipos de residuos generados por el CCIT son ordinarios con un 38,34% y residuos orgánicos con 38,09% del total de residuos generados, (Figura 2) estos últimos corresponden a 909,99 kg/mes y suponen un volumen calculado en 1.685,17 L/mes, con un peso seco calculado en 273 kg/ mes, anualmente se estima una producción de residuos orgánicos de 10,92 toneladas/año las cuales pueden ser aprovechados mediante el Compostador Autónomo SAC-3000 para la producción de 4,37 toneladas de compost al año, si se sometieran todos estos residuos al proceso de compostaje. Para el CCIT los residuos orgánicos tienen una producción per cápita de 0,52 kg/ persona/mes para una producción diaria de 0,017 kg/ persona/día.

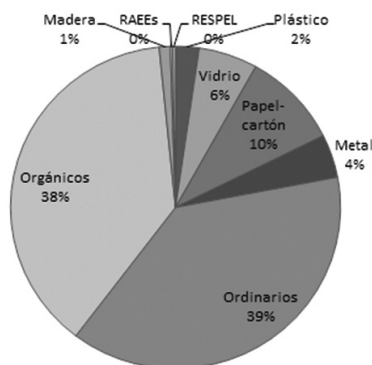


Figura 2: Porcentaje de producción mensual de residuos según su tipo en el Centro de Comercio, Industria y Turismo del SENA Regional Córdoba.

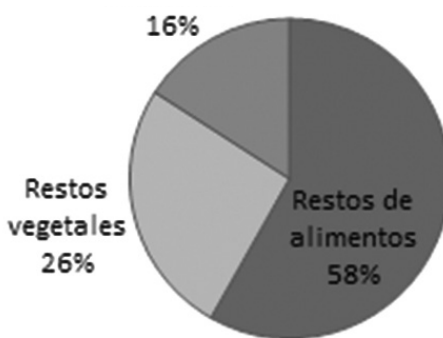


Figura 3. Composición de los residuos orgánicos en el Centro de Comercio, Industria y Turismo del SENA Regional Córdoba.

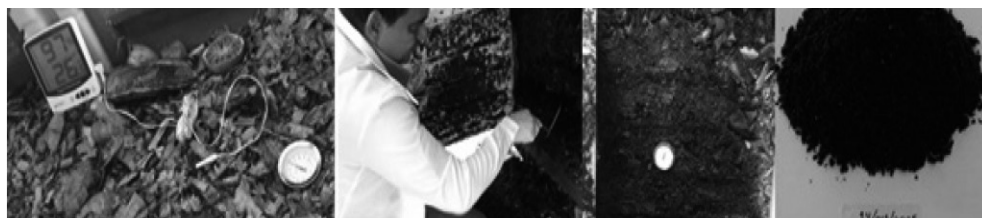


Figura 4. Toma de variables y obtención de muestras de compost generado en el Centro de Comercio, Industria y Turismo del SENA Regional Córdoba.

3.4 Producción de Compost a partir de los Residuos Orgánicos generados por el CCIT

municipio. En la actualidad se siguen procesando los residuos orgánicos generados por el Centro (Figura 4).

A fecha 15 de octubre de 2015, se han procesado aproximadamente 375,15 kg de residuos orgánicos generados en el Centro de Formación, adicionalmente se han utilizado 78,14 kg de aserrín como insumo para la transformación controlada de los residuos orgánicos en compost, para un total de 453,29 kg de residuos orgánicos, lo que supondrían una disminución de 0,855 m3 de residuos orgánicos dispuestos al relleno sanitario del

La Figura 3 muestra la composición de los residuos orgánicos en el CCIT, según la misma, la principal fuente de éste tipo de desechos son los restos de alimentos, los cuales abarcan más de la mitad de la composición de los mismos, ello se debe principalmente a espacios comunes como la cafetería, en los que la comunidad SENA consume alimentos de diverso tipo y a las actividades de formación relacionadas a la

Cocina, Panadería y Mesa y Bar. A excepción de la tercera semana, la producción de residuos orgánicos se muestra estable ya que en las restantes tres semanas muestra valores entre el rango de los 234 kg y 248 kg.

A fecha de corte, los resultados de las características fisicoquímicas de las muestras procesadas muestran tendencias de estabilización hacia los valores típicos del procesamiento del compost según la norma Icontec 5167.

Tabla 1. Resultados generales de la caracterización de residuos sólidos en el Centro de Comercio, Industria y Turismo del SENA Regional Córdoba.

Tipo de residuo	Semana 1 (Kg)	Semana 2 (Kg)	Semana 3 (Kg)	Semana 4 (Kg)	Producción mensual de residuos (Kg)	Porcentaje (%)	Producción diaria de residuos (Kg)	Peso específico típico (Kg/m ³)	Volumen (L)	Porcentaje de humedad (%)	Peso seco (Kg)
Plástico	15,11	15,10	13,95	10,85	55,01	2,30%	1,83	65		0,20	54,90
Vidrio	24,95	25,20	45,09	43,04	138,27	5,79%	4,61	196	705,46	2,00	135,50
Papel-cartón	62,76	28,10	48,53	89,56	228,94	9,58%	7,63	-	-	10,20	205,59
Metal	9,07	38,34	43,42	12,32	103,15	4,32%	3,44	320	322,33	2,00	101,08
Ordinarios	208,24	208,73	244,99	254,01	915,96	38,34%	30,53	160	5724,76	21,00	723,61
Orgánicos	234,24	235,80	201,63	238,32	909,99	38,09%	30,33	540	1685,17	70,00	273,00
Madera	0,00	0,00	25,92	0,00	25,92	1,08%	0,86	237	109,37	20,00	20,74
RAEes	0,00	0,00	0,00	4,82	4,82	0,20%	0,16	181	26,63	-	-
RESPEL	2,33	0,44	2,67	1,72	7,16	0,30%	0,24	-	-	-	-
Total	556,69	551,71	626,19	654,63	2389,22	-	79,64	1699	9420,02	-	1514,42

4. Recomendaciones

Se recomienda continuar caracterizando los residuos sólidos de manera periódica para conocer una dinámica anual de los aforos de los residuos y de esta manera manejar una estadística

proyectada con menores posibilidades de sesgo. Así mismo continuar con los procesos investigativos de la dinámica de producción y posibilidades de aprovechamiento de los residuos sólidos.

De igual manera, el aforo de los residuos permitirá conocer la veracidad del cobro de la disposición de residuos por parte de Servigenerales S.A. E.S.P.

Para el éxito del proyecto se invita a la comunidad SENA del CCIT a la participación en los procesos formativos de los semilleros de investigación así como a la construcción de un nuevo concepto de identidad y conciencia y cuidado del ambiente y el Centro de Comercio, Industria y Turismo de la Regional Córdoba del SENA.

Bibliografía

Angulo A., J. V. Rueda-Almonacid, J. V. Rodríguez-Mahecha & E. La Marca (Eds). 2006. Técnicas de inventario y monitoreo para los anfíbios de la región tropical andina. Conservación Internacional.

Serie Manuales de Campo Nº 2. Bogotá D.C., Colombia:

PanamericanaFormaseImpresos S.A. 137-148pp.

Área Metropolitana del Valle de Aburrá y Universidad de Antioquia. (2006). Formulación del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Regional Valle de Aburrá – PGIRS Regional. Medellín, Colombia: El Área.

Cariello, M. E., Castañeda, L., Riobo, I., & González, J. (2007). Endogenous microorganisms inoculant to speed up the composting process of urban swage sludge. *Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal*, 7(3), 26-35. Recuperado en 02 de julio de 2015, de http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_rtttext&pid=S0718-27912007000300003&lng=es&tlng=es.10.4067/S0718-27912007000300003.

DAP (Departamento Administrativo de Planeación Municipal de Cali), Universidad del Valle. (2006). Diagnóstico de la composición y

caracterización de los residuos sólidos residenciales generados en el municipio de Santiago de Cali. Informe final. 76pp. Recuperado en 10. de julio de 2015, de [http:// www.cali.gov.co/publico2/ documentos/ planeacion/pgirs/ DOCUMENTO_ EVALUACION_Y_AJUSTE_ PGIRS2004-2019.pdf](http://www.cali.gov.co/publico2/documentos/planeacion/pgirs/DOCUMENTO_EVALUACION_Y_AJUSTE_PGIRS2004-2019.pdf).

Díaz, L., F., & de Janon, C., E. (2010). Reciclaje y Tratamiento Biológico de los Residuos Sólidos Municipales. Quito, Ecuador: Editorial Ecuador. 22,55-72, 82, 134, 149-152 pp.

Kiely, G. (1998). Fundamentos, Entornos, Tecnologías y Sistemas de Gestión. Tratamiento de Residuos Sólidos. Barcelona-España. 843 pp.

Lund, H. (1996). Manual McGraw-Hill de Reciclaje. Madrid, España: McGraw-Hill/Panamericana de España S. A. 1.1-1.7, 3.1-3.32, 5.4 pp.

Matiz, A. (2009).

Aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos mediante procesos microbiológicos en puerto Inírida - Guainía. 1-7. Fundación Biológica Aroma Verde. Recuperado en 02 de julio de 2015, de [http:// aromaverde.org/contenido/ RSD. pdf](http://aromaverde.org/contenido/RSD.pdf).

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2013). Manual del compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina. E-ISBN 978-92-5-307845-5. Recuperado en 04 de julio de 2015, de <http://www.fao.org/docrep/019/i3388s/i3388s.pdf>.

Penagos, José William, Adarraga, Jaime, Aguas, Daniela, y Molina,

Eddier (2011). Reducción de los Residuos Sólidos Orgánicos en Colombia por medio del Compostaje Líquido. INGENIARE, 11(11), 37-34. Recuperado en 03 de julio de 2015, de <http://www.unilibrebaq.edu.co/unilibrebaq/>

[revistas2/index.php/ingeniare/
article/view/167/144](http://revistas2/index.php/ingeniare/article/view/167/144).

Tchobanoglous, G., Theisen, H., Vigil, S. (1994) Gestión Integral de residuos sólidos. Evolución de la Gestión de Residuos Sólidos Volumen I. Madrid- España. McGraw – Hill/Interamericana de España, S. A. 5, 46, 81-113, 164 pp.