

ESTRATEGIA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS PARA LA CONSERVACIÓN DE SUELOS VERTISOLES MEDIANTE LA SENSIBILIZACIÓN DESDE LA EDUCACIÓN BÁSICA

*STRATEGY FOR THE USE OF URBAN SOLID WASTE FOR THE
CONSERVATION OF VERTISOL SOILS THROUGH AWARENESS
FROM BASIC EDUCATION*

Francisco Orduña Correa

Tecnológico Nacional de México / IT de Ciudad Valles, México
francisco.orduna@tecvalles.mx

Ma. Del Carmen Rosas Rivera

Tecnológico Nacional de México / IT de Ciudad Valles, México
carmen.rosas@tecvalles.mx

Rubén Hernández Atilano

Escuela primaria Constituyentes de 1857 a 1917, México
joserubenhernandez@upn242.com

Nohelia Cristina Balderas Ruiz

Tecnológico Nacional de México / IT de Ciudad Valles, México
19690073@tecvalles.mx

Recepción: 8/noviembre/2022

Aceptación: 20/diciembre/2022

Resumen

El manejo de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) es una circunstancia que a todos nos atañe, ya que cada día es más crítico el espacio para poder depositarse, resultando más conveniente buscar reducción, reúso y reciclamiento. La Educación Ambiental, como concepto transversal, debe impulsarse desde temprana edad con aplicaciones prácticas, permitiendo a los estudiantes, contemplar soluciones implementadas fácilmente con impacto positivo al ambiente. En la escuela primaria "Constituyentes de 1857 a 1910", existe una situación crítica de sus RSU, ya que cuentan con áreas verdes y árboles frutales que generan residuos orgánicos idóneos para la generación de compost, que al no ser utilizados, ocasionan riesgo como caídas, plagas, y situaciones potencialmente tóxicas.

Aprovechar RSU mediante producción de compost, generarían una fuente de materia orgánica ideal para suelos de la región, además que permitirá realizar una conciencia en los niños de fertilización sustentable y conservación de suelos vertisoles, abundantes en la región.

Palabras Clave: Compost, Educación Ambiental, Residuos Sólidos Urbanos, Riesgos en Escuelas Primarias, Suelos Vertisoles.

Abstract

The management of Urban Solid Waste (RSU) is a circumstance that concerns us all, since every day the space to be deposited is more critical, making it more convenient to seek reduction, reuse and recycling. Environmental Education as a transversal concept must be promoted from an early age with practical applications allowing students to contemplate easily implemented solutions with positive impact on the environment. In the primary school "Constituents from 1857 to 1910", there is a critical situation of its RSU, since they have green areas with fruit trees that generate organic waste suitable for the generation of compost, which, when not used, cause risk such as falls, pests, and potentially toxic situations.

Taking advantage of MSW through compost production would generate ideal source of organic matter for soils in the region, in addition to making children aware of sustainable fertilization and conservation of vertisol soils, abundant in the region.

Keywords: *Compost, Environmental Education, Solid Urban Waste, Risks in Primary Schools, Vertisol Soils.*

1. Introducción

El incremento en la generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) es una preocupación a nivel mundial, y de acuerdo al último reporte de la Semarnat [SEMARNAT, 2016] los países afiliados a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) generan el 44% de emisiones, mencionando que el incremento permanente en las cifras se debe a la explosión demográfica y a los permanentes cambios en los hábitos de consumo principalmente, derivados por los avances en la tecnología, lo que está generando impactos ambientales diversos,

muchos de los cuales no habían sido previstos y algunos otros han sobrepasado las expectativas.

Es necesario contemplar que la nueva dinámica social no va a regresar a los estándares de décadas anteriores, por lo que impera la necesidad de establecer estrategias que permitan la reducción, el reciclamiento y la eliminación de los RSU, ya que de no hacerlo, el impacto ambiental y las consecuencias de ello, llegará un momento en que sean irreversibles degradando directamente la calidad de vida de la población.

De acuerdo a lo reportado por Bhada-Tata se calculaba que en el 2012 los RSU oscilaban alrededor de 1,300, 000, 000 toneladas diarias, y según sus estimaciones para el año 2025 pueden llegar a 2, 200, 000,000 de toneladas diarias, generadas en mayor porcentaje por economías más desarrolladas, mientras que los países menos desarrollados contribuyen en mucho menor proporción [Bhada-Tata, 2012] . En nuestro país se tuvo un incremento en la generación de los RSU del 61.2% del año 2003 al año 2015, [SEMARNAT, 2016] alcanzando una generación per capita media de 1.2 kilogramos diarios, estimada para ese mismo periodo, lo que además tiene un paralelismo estadísticamente similar ante el comportamiento del PIB, es decir, ante un incremento del PIB existe un incremento en las mismas proporciones de la generación de RSU, teniendo una correlación positiva del comportamiento nacional con el mundial, en el sentido de que las entidades que mayor contribución al PIB, son las que más RSU generan. Si el pensamiento más sano y las estrategias del país están encaminadas a que haya un crecimiento y desarrollo, es lógico suponer que ello traerá también como consecuencia que la emisión de RSU crezca. Otra de las características de la generación de RSU, de acuerdo al mismo informe de SEMARNAT, es que mientras más ingresos económicos tenga la población, menos componente orgánico tienen los RSU y mientras menos ingresos en un sector de la población, mayor es su porcentaje de residuos orgánicos en su emisión de RSU, por ello es que en México, ante el crecimiento de la población urbana, ha decrecido el componente orgánico de los RSU, disminuyendo en aproximadamente un 15% de lo reportado en la década de los 50's. El estado de SLP está ubicado dentro de la región 3 en cuanto a la generación de RSU, solo por sobre los estados

del sur que son los que menos generación de residuos tienen. Lo que se permite establecer un componente de aproximadamente el 52.4% de parte orgánica en sus residuos [SEMARNAT, 2016].

De acuerdo a Mejía la percepción más común acerca de las fuentes de energía sustentable, provienen del sol y del viento, sin embargo, uno de los principales reservorios de energía que se encuentra, relativa a la actividad antrópica, es la biomasa. Cuando se emplea el término “biomasa” debemos considerarla como la energía que podemos obtener de los desechos orgánicos, tanto de plantas como de animales, es espontáneamente observable que la biomasa es una de las fuentes de energía que menos está siendo aprovechada, por ejemplo, vemos como los desechos de los jardines y de los animales que coexisten con el ser humano, forman un gran volumen de los RSU y no están siendo aprovechados [Mejía, 2009].

De acuerdo a los datos descritos, si en México se generaron en el 2015, 53.1 millones de toneladas de RSU, y de estas el 52.4% es materia orgánica, entonces en el 2015 ya se estaban generando casi 28 millones de toneladas al año de biomasa potencialmente aprovechable.

Por tal motivo, se consideró relevante el investigar acerca de las estrategias desarrolladas en la educación básica, encaminadas a establecer mecanismos prácticos y conocimientos específicos que permitieran, a los estudiantes desde temprana edad, desarrollar alguna habilidad y conocimiento para reducir, reciclar o reusar alguno de los componentes de los RSU.

En el desarrollo de la investigación se revisaron los datos relacionados con las instituciones de educación básica para ver si tenían desarrollados programas de reciclamiento y/o aprovechamiento de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), y de acuerdo a la Unidad Regional de Servicios Educativos Huasteca Norte (URSEHN) se tiene un registro de 101 escuelas públicas en el municipio de Ciudad Valles, se observó que no se cuenta con ningún antecedente de que alguna institución estuviera implementado un programa de reciclaje de RSU, lo que motivo a realizar un prototipo que sirviera de parámetro para ver la posibilidad de establecer un programa respectivo. La primera consideración es que se requería una instalación donde hubiera residuos orgánicos suficientes, y por la experiencia con la región se

determinó que la escuela primaria Constituyentes de 1857 a 1917 era un lugar adecuado para realizar la implementación de un programa que contemplase, tanto la práctica de alguna actividad sustentable, como el involucramiento de toda la comunidad educativa, y que permitiera que lo aprendido y realizado fuese fácilmente replicable, tanto en los hogares de todos los involucrados como con las personas relacionadas con la institución, generando una cultura de conservación y acciones positivas para el medio ambiente.

Uno de los nichos de oportunidad que existen en la escuela primaria Constituyentes de 1857 a 1917 es que más del 30% de su predio son áreas verdes donde existe una considerable cantidad de árboles frutales cuyos productos simplemente se echan a perder donde caen en el suelo de la institución, habiendo 7 mangos, 8 almendros, 2 chotes, y cinco árboles toronjas, siendo los mangos los que más producen fruto.

Adicionalmente, la generación de grandes volúmenes de biomasa en la escuela primaria Constituyentes de 1857-1917 representa también un riesgo ambiental, porque al descomponerse a cielo abierto, se generan lixiviados, vapores y gases que son potencialmente tóxicos para la población estudiantil y académica en general. Representan además riesgos potenciales como, resbalones, caídas, tropiezos, aparición de plagas, roedores y otro tipo de fauna no doméstica, transmisora de enfermedades, lo que, desde el punto de vista de estrategias educativas, son riesgos que deben atenderse de manera expedita.

El valor económico que se le puede dar al RSU tratado, se incrementa al demostrarse que, la biomasa, puede ser transformada en un abono orgánico, que además de mejorar las propiedades del suelo, puede ser utilizado como corrección orgánica para suelos erosionados, e incrementa la fertilidad de los mismos, aportando los nutrientes para el aprovechamiento en cultivos.

Una de las maneras de aprovechar la biomasa es a través de la elaboración del compost, que es un abono orgánico que se origina por la descomposición controlada de materia orgánica, provocada por la alimentación de distintos organismos que se encuentran en el suelo, como lo son las bacterias, hongos, lombrices, etc. y cuyo proceso de digestión permite que todos los componentes se reagrupen generando

elementos nutricionales para plantas pudiendo aprovecharse para fertilización, para remediación y recuperación de suelos y mejora de los perfiles edáficos [Soliva, Lopez, & Huerta, 2008].

Otro de los aspectos relevantes que soportaron el desarrollo de este estudio, es el tener en cuenta que el perfil de los suelos es de importancia para el ser humano, ya que los suelos son el sustento de la vida sobre la superficie no cubierta por agua o por hielo del planeta. El suelo ha sido la principal fuente de recursos para sostener la vida, en esta capa de la tierra es donde se han desarrollado y reproducido desde los seres microscópicos hasta los animales más grandes. El suelo es un cuerpo edáfico tridimensional formado a través de la descomposición y transformación de muchos elementos resultado de procesos químicos, físicos y biológicos caracterizado por los procesos que sobre de él se han desarrollado a lo largo de millones de años dependiendo de la región donde fueron formados.

La conformación de las diferentes capas, también conocidas como “horizontes” es lo que define el “perfil del suelo” y a través de la identificación y conocimiento de dicho perfil, es como se puede detectar su evolución, sus orígenes y en consecuencia tener una mejor utilización y un mejor aprovechamiento.

Debido al crecimiento de la población mundial, hoy en día más de siete mil millones de habitantes, [ONU, 2022] y a la consecuente demanda, de alimentos, y también de bienes y servicios, en muchas regiones el suelo se ha visto afectado, ya sea por su degradación, contaminación o empobrecimiento de sus nutrientes.

Sin embargo, a pesar de ser la fuente y el sostén de muchas variedades de vida, también es un elemento de suma fragilidad, ya que puede resultar degradado muy rápidamente por actividades antrópicas, y su proceso de recuperación puede ser muy costoso y muy lento, considerándole en consecuencia, como no renovable, puesto que además, la pérdida de elementos bióticos por una rápida degradación y falta de cuidado, puede contribuir a la extinción de especies, que aún recuperando el valor nutrimental de las capas edafológicas, puede no recuperarse la variedad de la flora y la fauna que ahí habitaban.

Uno de los tipos de suelos más escasos en el mundo y con mayor fertilidad son los suelos vertisoles, que tienen un alto contenido de arcillas, con un equilibrio de

nutrientes que lo hace particularmente fértil, cuyos orígenes son debido a sedimentaciones de procesos milenarios. El término Vertisol es derivado del Orden en que está clasificado por la Soil Taxonomi de la FAO [Soil Survey Staff, 1999] se estima que de este tipo de suelos solo hay en el planeta el 2.8% por lo que son sumamente apreciados y escasos, lo que obliga a conservarlos con mayor cuidado. Con base en ello es de tomar en cuenta que en la zona huasteca existe una cantidad importante de suelos arcillosos, particularmente los considerados como vertisoles [Ruiz, 2006], y una de las maneras de conservar ese tipo de suelos es a través de la fertilización orgánica sustentable, evitando químicos que impermeabilizan y acidifican el suelo, provocando a largo plazo, que quede inutilizado. Por estas razones, se decidió realizar una prueba piloto en la escuela primaria Constituyentes de 1857 a 1917 para el aprovechamiento de la biomasa a través de la creación de compost, donde la comunidad estudiantil participara en la realización, empaque y comercialización del producto, así como de la capacitación y fomento de la cultura de tecnologías sustentables para la conservación del suelo, recuperación de los nutrientes y energía de la biomasa, y minimización del impacto ambiental ocasionada por la actividad humana, todo ello en beneficio del patrimonio huasteco, que son los suelos vertisoles, manteniendo la riqueza del sustrato que sostiene la biodiversidad en la región donde existen especies endémicas protegidas y algunas en peligro de extinción que dependen del estado de conservación de los suelos y de su medio ambiente en general, y que además aprovechase los RSU de la institución. Para tal efecto se realizó un prototipo de compost con los residuos sólidos generados por el material vegetal que existe en la escuela primaria Constituyentes de 1857-1917, para con esto capacitar y sensibilizar a los estudiantes, docentes y personal administrativo, y además disminuir el grado de riesgo de posibles problemas derivados de los desechos.

Con ello se pretenden atacar diversos objetivos, por un lado, la sensibilización de la comunidad de la escuela Primaria, además, la disminución en la generación de RSU de la institución por su aprovechamiento, y la generación de un producto que permita fertilizar los suelos de una manera sustentable, no tóxica y con una rica aportación de nutrientes para los predios donde se pueda verter.

2. Métodos

Este trabajo consideró un modelo de investigación de campo donde se comenzó realizando una visita in situ que permitiera establecer las estrategias y determinar el área idónea para la ubicación del compost así como la recolección de datos para establecer lo potencial del predio en cuanto a la generación de RSU así como la determinación de un lugar factible, donde se estableciera el prototipo de compost, que sirviera de modelo para las actividades posteriores de la institución en el aprovechamiento de sus RSU, y que por sus características, fuese fácilmente replicable en otras instituciones de educación primaria.

Además, es ejecución consecuente de trabajos vinculatorios derivados de convenios de colaboración entre el TecNM Campus Ciudad Valles y la Escuela Primaria Constituyentes de 1857 a 1917 que han permitido desarrollar procesos de residencias y trabajos de impacto en la comunidad educativa con actividades prácticas para la carrera de Ingeniería Ambiental con actividades afines a su perfil. Dicha área debía contar con diversas características tales como la accesibilidad, sin que implicara un riesgo para nadie de la comunidad educativa, estar preferentemente a la sombra, fuera de lugares muy transitados, y relativamente resguardada para evitar contaminación por adición no deseada de elementos de desecho.

El compost es un abono orgánico que se origina de la descomposición controlada de materia que se genera a través del proceso digestivo de distintos organismos y microorganismos que se encuentran en el suelo, tales como lo son las bacterias, los hongos, lombrices, entre otros, que además favorecen los procesos fisicoquímicos que también influyen en su formación.

Una característica de este proceso es que siempre se realiza en presencia de oxígeno, generando lo que conocemos como «humus» que es el producto final de este proceso. Con la utilización de este producto nos permite mantener y mejorar la fertilidad del suelo con excelentes resultados en la productividad de cultivos que además favorecen la conservación de las especies endémicas.

El desarrollo del compostaje se lleva a cabo a temperaturas un poco más elevadas que las del medio ambiente natural pudiendo llegar entre los 60 y 70 grados

Celsius, la presencia del oxígeno y humedad, son factores indispensables para que puedan vivir los organismos que se encargan de la descomposición y en conjunto con valores de temperatura, generan un círculo virtuoso en el cual muchos organismos que puedan dañar el producto se eliminan al no poder sobrevivir a dichas temperaturas, evitando así que dañen los suelos o contaminen los suelos con organismos no deseados, cuando se realicen los depósitos como fertilizante. [Stofella, 2005].

El significado de compost tiene como origen etimológico el latín “componere” que significa juntar. El compost se le puede considerar como los restos orgánicos que al fermentarse origina un producto rico en humus [García, 2004].

La utilización de cualquier esquema de compostaje facilita el control y la optimización de los índices de operación de fertilización, para obtener un producto final con la suficiente calidad por sus valores en los componentes de fertilización. Debido al costo y la cantidad de materia orgánica a utilizar, se pueden encontrar dos tipos de compostaje, los cuales son los sistemas abiertos y cerrados, en los que se engloba; compostaje en pilas estáticas, pilas estáticas aireadas y pilas de volteo [INAFAP, 2021] en nuestro estudio se decidió aplicar compostaje en pila estática. Los pasos de referencia que se implementaron se muestran en la tabla 1.

Tabla 1 Pasos para elaboración del compost.

Secuencia Elaboración Compost
Mezclado
Latencia de crecimiento
Estabilización Termofílica
Estabilización Final
Secado
Cribado

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 2 se muestra la cantidad de residuos orgánicos por semana que producen los árboles frutales de la institución en las semanas en las que se llevó a cabo la prueba piloto. Para la realización del compostaje se seleccionó a dos grupos con sus respectivos docentes a los cuales se les dio una capacitación previa, quedando conformados por los grupos de cuarto de primaria. Se les informó sobre

los objetivos de este proyecto, la elaboración, los materiales necesarios, herramientas y las ventajas que trae el tomar esta técnica como alternativa para los desechos. Se les pidió su ayuda para poder obtener la materia orgánica de sus hogares y también el estiércol, que en este caso sería de aves de corral. Después de dos semanas de recolección, logramos tener una cantidad considerable de cada material, como se muestra en tabla 3.

Tabla 2 Generación de biomasa por tipo de árbol.

Cantidad	Tipo de árbol	kg generados de fruta
7	Mango	30
8	Almendro	28
2	Chotes	15
5	Toronjas	10

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3 Materiales necesarios para elaboración del prototipo.

MATERIAL A UTILIZAR	CANTIDAD REQUERIDA (kg)
Material Vegetativo Seco	15
Estiercol	12
Material Vegetativo Verde	19
Desechos Orgánicos	15
Tierra	17

Fuente: Elaboración Propia

Una vez contando con los materiales y las herramientas necesarias, se procedió a la elaboración del compost, el cual se realizó con las medidas de 1.80 cm de largo y 1 m de ancho, como se puede observar en la figura 1.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 1 Mezcla inicial para elaboración del Compost.

Una vez inicializado el prototipo, se llevaron a cabo actividades semanales de volteo y de control de temperatura, así como la humedad, asegurando una secuencia del proceso adecuada, buscando que los índices siempre estuviesen dentro de parámetros como por ejemplo la temperatura dentro de un rango de entre 45 y 70 grados Celsius como se muestra en las figuras 2 y 3.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 2 Volteo semanal de la Mezcla.



Fuente Elaboracion propia

Figura 3 Control de temperatura

3. Resultados

Después de 2 meses y medio de maduración del prototipo, tiempo en el cual se tuvo la necesidad de superar diversas situaciones, como la presencia de hormigas, para lo cual se realizaron las acciones que se pensaron pertinentes, considerando que era necesario primeramente eliminarlas del prototipo, y además, evitar una futura reincidencia, consecuentemente se realizó un rodeo del prototipo mediante una barrera de canal de agua que evitase el acceso a las hormigas, que nos

percatamos son abundantes en el predio. Además, se procedió a la separación de la parte del compost que existiera con posible contaminación derivada de la presencia de la hormiga. Una vez alcanzado el siguiente nivel del proceso, se procedió al cambio de lugar bajo techo, pero con presencia de radiación solar durante el día para que se favoreciera el secado necesario antes de realizar el cribado que permite eliminar las partes no deseables del compost.

Una vez llegado punto de madurez se procedió al cribado (Figura 4) y al empaquetado, obteniendo como resultado 100 kg antes del cribado y 92 kg adecuados para el empaquetado, el cual fue realizado en bolsas de 2 kg.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 4 Reubicación del prototipo para secado y cribado.

El producto, una vez empaquetado (Figura 5), fue repartido entre los profesores y alumnos que participaron en el proceso, quienes se comprometieron a utilizarlo en sus respectivas viviendas para mejorar la calidad de los suelos donde habitan, el restante fue resguardado por las autoridades de la institución para su venta y aprovechamiento respectivo.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 5 Empaquetado y etiquetado

4. Discusión

Cuando se está proponiendo un cambio cultural, la respuesta no suele ser inmediata, sin embargo, en el proceso realizado de esta prueba piloto, es evidente el entusiasmo y la participación de la comunidad educativa de la escuela primaria Constituyentes de 1857-1917, al involucrarse en un proceso de cuidado al medio ambiente con una tecnología específica.

Es claro que el proceso de la realización del compost fue exitoso, considerado desde el punto de la manufactura del fertilizante, sin embargo, lo más importante a destacar, es que existe un nicho de oportunidad en la educación básica que abre las puertas para que el cuidado del medio ambiente se vuelva una parte fundamental de la educación, no solamente a nivel teórico, sino con aplicaciones prácticas que le permitan, a los estudiantes, a la comunidad educativa y a la sociedad en general, utilizar tecnologías, que en conjunto, generen una sinergia positiva en el impacto con el medio ambiente.

5. Conclusiones

En forma paralela, cabe destacar que, las actividades que se realizaron en la institución al elaborar el compost, son prácticas que se pueden replicar fácilmente en todas las instituciones educativas, que potencialmente generarán muchas toneladas de fertilizante natural que mitigarán el impacto ambiental adverso sobre los suelos, y a largo plazo revertirán el estrés al que se está sometiendo los suelos vertisoles de la región por el impacto ambiental generado por la actividad antrópica. Una conciencia del medio ambiente no es suficiente para revertir el impacto ambiental, es necesario que se conozcan, las técnicas que están alcance para poder mitigar, revertir y evitar el daño a nuestro entorno que hacemos diariamente. La participación vinculatoria de la educación superior es fundamental para que, de manera accesible, sean transmitidos los conocimientos exitosos para que se logre un círculo virtuoso en el cuidado del medio ambiente. La huasteca potosina cuenta con una excepcional riqueza al tener suelos vertisoles tan apreciados y escasos en todo el mundo, es por ello que desde la niñez debemos empezar a fomentar el cuidado y a capacitar en la conservación de este tipo de perfil de suelos.

5. Bibliografía y Referencias

- [1] Bhada-Tata, H. y. (2012). WHAT A WASTE A Global Review of Solid Waste Management. Whashington: The Word Bank.
- [2] García, F. (2004). Agricultura Sustentable y Materia Orgánica del Suelo: Siembra Directa, Rotaciones y Fertilidad. III Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, (págs. 1161–1167). Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- [3] INAFAP. (2021). Manuales Prácticos para la Elaboración de Bioinsumos 9. Composta. CDMX: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.
- [4] Mejía, L. (2009). Hidrólisis y fermentación alcohólica simultánea (HFS) del residuo agroindustrial del mango común (*Mangifera indica* L) utilizando levaduras *Saccharomyces cerevisiae* spp y cepa recombinante RH 218. Revista Científica Guillermo de Ockham, 51-64.
- [5] Soliva, M., Lopez, M., & Huerta, O. (2008). PASADO, PRESENTE Y FUTURO DEL COMPOST. II INTERNATIONAL CONFERENCE on SOIL and COMPOST ECO-BIOLOGY (págs. 1-19). Puerto de la Cruz, Tenerife: SoilAce.
- [6] ONU. (11 de julio de 2022): <http://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/v>.
- [7] Ruiz, E. S. (2006). Identificación de suelos Vertisoles de origen sedimentario a través de su firma espectral. Agricultura Técnica en México, 32, 3-5.
- [8] SEMARNAT. (2016). Informe De La Situacion Del Medio Ambiente En México. Ciudad de México: Impresos Santiago SA de CV.
- [9] Soil Survey Staff. (1999). Soil Taxonomy A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. Washinton: Goverment Printing Office.
- [10] Stofella, P. (2005). Utilización de compost en los sistemas de cultivo horticola. Madrid: Mundi-Prensa.