



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA: INGENIERÍA CIVIL**

TÍTULO:

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE APROVECHAMIENTO
DE DESECHOS SÓLIDOS ORGÁNICOS EN LA U.C.S.G

AUTOR:

Parra Cadena Rich David

TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

TUTOR:

Glas Cevallos Clara

Guayaquil, Ecuador

2013



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA: INGENIERÍA CIVIL**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por **Rich David Parra Cadena**, como requerimiento parcial para la obtención del Título de Ingeniero Civil.

TUTOR:

Ing. Clara Glas Cevallos

REVISORES

Ing. Federico von Buchwald

Lcda. Sonia Baños

DIRECTOR DE LA CARRERA

Ing. Mario Dueñas

Guayaquil, a los 15 del mes de agosto del año 2013



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA: INGENIERIA CIVIL**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Rich David Parra Cadena

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación **“Implementación de un Sistema de aprovechamiento de desechos sólidos orgánicos en la Universidad Católica Santiago de Guayaquil”** previa a la obtención del Título de Ingeniero Civil, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 15 del mes de Agosto del año 2013

EL AUTOR

Rich David Parra Cadena



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA: INGENIERIA CIVIL**

AUTORIZACIÓN

Yo, Rich David Parra Cadena

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **Implementación de un sistema de aprovechamiento de desechos sólidos orgánicos en la Universidad Católica Santiago de Guayaquil**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 15 del mes de agosto del año 2013

EL AUTOR:

Rich David Parra Cadena

AGRADECIMIENTO

Con el presente Trabajo de Tesis agradezco en primer lugar al eje de mi vida que alumbró mis días y me ha llevado a conseguir lo que quiero hasta el momento, a mi Dios todo poderoso, sin él no sería nadie.

A mis padres, que han sido mi pilar fundamental, me dieron todo el apoyo para mis estudios, ya que desde pequeño me dieron lo mejor para poder lograr cada una de mis metas.

A mi tutora de tesis a la Ing. Clara Glas que desde un principio, a pesar de los inconvenientes que tuve, nunca me negó su ayuda para dirigir este trabajo de Tesis de Grado y estuvo ahí conmigo, en cada momento con cada consejo, con cada aporte para poder realizarlo.

A mi jefe Ing. Leonel Meza Chóez, Director Zonal 5 de Riego y Drenaje; a mis compañeros de trabajo que me brindaron su apoyo, consejos y asesoramientos técnicos para poder cumplir con todas mis metas establecidas.

A mi compañero y amigo Ing. Agro. Jacinto Soria Salazar que me asesoró técnicamente y me apoyó con sus conocimientos y experiencias para una mejor comprensión y poder lograr cumplir con los objetivos que me propuse.

A mi gran amiga Mery Fierro Aguilera quien me brindó su amistad sincera, me demostró incondicionalidad en todo momento y también me dio su apoyo moral y profesional para poder realizar mi trabajo.

Para ellos muchas gracias, y que Dios los bendiga

Rich David Parra Cadena

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a mi Dios todo poderoso que desde que vine al mundo me lleno de bendiciones para lograr cada meta que me propuse.

A mi familia que siempre estuvo a mi lado con sus consejos y me brinda el apoyo necesario para poder culminar mis estudios.

Y principalmente le dedico mi título a mi mamá, Dra. Janeth Cadena, que me apoyó desde el principio para poder lograrlo.

Rich David Parra Cadena

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

ING. CLARA GLAS
PROFESOR TUTOR

ING. FEDERICO VON BUCHWALD
PROFESOR DELEGADO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA: INGENIERIA CIVIL**

CALIFICACION

**ING. CLARA GLAS CEVALLOS
PROFESOR TUTOR**

INDICE GENERAL

RESUMEN.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
ANTECEDENTES.....	3
OBJETIVOS Y ALCANCE	6
ALCANCE.....	7
CAPÍTULO 1: MARCO LEGAL	8
1.1 Marco legal ambiental sobre gestión de residuos sólidos no peligrosos.....	8
1.1.1 Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de residuos sólidos no peligrosos, Libro VI anexo 6	10
1.1.2 M.I. Municipalidad de Guayaquil, el M. I. Concejo Municipal de Guayaquil, “Ordenanza que Norma el manejo y disposición final de escombros para la ciudad de Guayaquil”	26
CAPÍTULO 2: SUELO, RESIDUOS Y COMPOSTAJE.....	36
2.1 Definición de suelo	36
2.1.1 Composición de un suelo Normal	36
2.2 Definición de residuo	38
2.2.1 Clasificación de residuos sólidos:	38
2.2.2 Diferentes formas de aprovechamiento de residuos	39
2.3 Definición de compostaje.....	41
2.4 Propiedades del compost.....	43
2.5 Tipos de compost	44
2.6 Etapas del proceso de Compostaje	45
2.6.1 Descripción de los microorganismos presentes en la conversión biológica de los residuos orgánicos.....	46
2.7 Fabricación del compost	49
2.7.1 Formas de Fabricación del compost.....	50

2.7.3 Consideraciones importantes de diseño para el proceso de compostaje	56
2.7.3 Medición del control de calidad del proceso de compostaje.....	67
2.7.3.1 Parámetros en el control de calidad en las propiedades físicas del compost.....	71
2.7.3.2 Parámetros de control de calidad en las propiedades químicas del compost.....	74
2.8 Aplicación del compost	79
2.8.1 Efectos Físicos en la aplicación del compost en el suelo	81
2.8.2 Efectos químicos en la aplicación del compost.	88
2.9 Beneficios Ambientales por el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos con la elaboración del compost.....	94
CAPÍTULO 3: DESCRIPCION DE LOS PROCESOS	95
3.1 Construcción del sistema de tratamiento de residuos sólidos orgánicos por compostaje	95
3.2 Metodología del proceso de compost realizado con residuos generados por sitios donde se preparan y distribuyen alimentos en la U.C.S.G	98
CAPÍTULO 4: RESULTADOS.....	102
4.1 Sistematización de los resultados de pesaje de residuos sólidos.....	102
4.2 Resultados de la composición química de la materia orgánica descompuesta	107
4.3 Análisis Económico.....	109
4.4 Elaboración de una guía para el manejo adecuado de residuos sólidos orgánicos generados por los sitios donde se preparan y distribuyen alimentos de la U.C.S.G	111
CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	112
5.1 Conclusiones	112
5.2 Recomendaciones	113
BIBLIOGRAFÍA.....	115
GLOSARIO.....	116
ANEXOS	126

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Composición de los residuos orgánicos que intervienen en el relleno sanitario	4
Tabla 2: Caracterización Físico – Químico de un suelo natural	38
Tabla 3: Composición de los residuos que ingresan al relleno sanitario	39
Tabla 4: Mecanismos de aprovechamiento de residuos.....	40
Tabla 5: Comparación entre los procesos	45
Tabla 6: Clasificación de microorganismos	49
Tabla 7: Algunos rangos de temperatura típicos para diversas bacterias	57
Tabla 8: Consideraciones importantes de diseño para el proceso de compostaje aerobio.....	59
Tabla 9: Contenido de nitrógeno y relaciones C/N nominales de materiales compostables seleccionados.	61
Tabla 10: Temperatura y tiempo de exposición necesario para la destrucción de algunos patógenos y parásitos comunes	65
Tabla 11: Parámetros para evaluar la calidad de un compost dependiendo del uso (Sullivan y Miller, 2001).....	70
Tabla 12: Parámetros claves para la certificación de calidad de un compost (Woods EndResearchLab, Inc. 2001).	70
Tabla 13: Parámetros de calidad del compost	71
Tabla 14: Parámetros de calidad, unidades y referencia de métodos (Europeancommission, 2001). WorkingDocument: BiologicalTreatment of Biowaste. 2 nd . Draft).....	78
Tabla 15: Nivel de eficiencia de los materiales compostados	80
Tabla 16: Volúmenes de material compostado al inicio del proceso y volumen tonelada de compost al final del proceso	80
Tabla 17: Incrementos relativos de la densidad aparente del suelo y de su porosidad como consecuencia de la aplicación de enmiendas orgánicas.	85
Tabla 18: Comparación de diversos sistemas de Compostaje en base a cuatro características globales (adaptada ROU, 2003).	98

Tabla 19: Pesaje de residuos semana del 3 al 8 de junio del 2013.....	102
Tabla 20: Pesaje de residuos semana del 10 al 15 de junio del 2013	103
Tabla 21: Composición de Residuos que generan los sitios donde se preparan y se distribuyen alimentos en la U.C.S.G	104
Tabla 22: Cantidad de residuos sólidos generados en la universidad.....	105
Tabla 23: Valores de pesos de la materia orgánica al inicio y al final de la descomposición de la materia prima.....	106
Tabla 24: Composición Química de Nutrientes en compost	107
Tabla 25: Precio de venta de 3 tipos de compost en el mercado Ecuatoriano	110

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Fase Líquida de la composición de un suelo normal.....	37
Ilustración 2: Jerarquía de aprovechamiento de residuos.....	41
Ilustración 3: Esquema de la descomposición de materia prima en el proceso de aprovechamiento de residuos sólidos mediante el compost.....	52
Ilustración 4: Representación del Método de compostaje Indore.....	54
Ilustración 5: Representación del Método de compostaje Pfeiffer.....	55
Ilustración 6: Representación del Método de compostaje Pain.....	56
Ilustración 7: Rangos de temperatura y pH típicos observados en el compostaje en hileras.....	63
Ilustración 8: Estructura del suelo y su proceso.....	83
Ilustración 9: Representación esquemática de las principales etapas de un Proceso de Compostaje.....	96
Ilustración 10: Diagrama de barras del pesaje de residuos en la semana del 3 al 8 junio del 2013.....	103
Ilustración 11: Diagrama de barras de l pesaje tomado en la semana del 10 al 15 de junio.....	104
Ilustración 12: Composición de los residuos sólidos generados en los Sitios donde se preparan y distribuyen alimentos de la U.C.S.G.....	105
Ilustración 13: Diagrama de barra de proyección de residuos producidos semanalmente, mensualmente y anualmente.....	106

RESUMEN

La problemática de los residuos ocupa un lugar prioritario en los sectores públicos y privados, demandan actividades tendentes a minimizar los problemas medio ambientales de los procesos productivos e industriales que esto puede ocasionar.

Existen diversos mecanismos para el manejo de residuos sólidos pero no todas las personas logran entender la importancia que dichos residuos pueden llegar a tener en su disposición final. El proceso de compostaje es uno de los abonos más importantes que se puede obtener de manera más fácil, es muy interesante y fue escogido para el proceso de implementar un sistema de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos y darlo a conocer en la presente Tesis de Grado que servirá como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Civil.

Al compost también lo denominan “bocashi”, palabra en japonés que significa abono orgánico obtenido de manera natural por descomposición bioquímica al favorecer la fermentación aerobia (con oxígeno) de residuos orgánicos como restos vegetales, restos de cocina, excrementos y purines, por medio de la reproducción masiva de bacterias aeróbicas termófilas que están presentes en forma natural en cualquier lugar (luego de la fermentación la continúan otras especies de bacterias, hongos y actinomiceto).

El producto final que se obtiene en este proceso se lo utiliza como enmienda orgánica para mejorar la condición de los suelos y de las áreas verdes.

En donde se puede destacar los siguientes beneficios:

- Suministra micronutrientes que los fertilizantes comunes no contienen.
- Se puede agregar paulatinamente
- Aumenta la capacidad de retención de humedad del suelo
- Aumenta la permeabilidad del suelo
- Aumenta la retención de nutrientes

- Aumenta el contenido de materia orgánica del suelo
- Aumenta la aireación del suelo
- Regula el pH y la temperatura del suelo.

En la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil ha ido aumentando la creación de sitios donde se preparan y distribuyen alimentos donde se generan residuos, por lo que es necesaria la implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos sólidos para dar un manejo adecuado de dichos residuos en su disposición final.

Palabras Claves: Compostaje, desecho, suelo, bocashi, materia orgánica, microorganismos.

ABSTRACT

The waste problem is a priority in the public and private sectors require activities to minimize environmental problems of industrial production processes and this may cause.

There are several mechanisms for solid waste management but not all people fail to understand the importance of such waste can have on their disposal. The composting process is one of the most important fertilizers that can be obtained more easily, is very interesting and was chosen for the process of implementing a system of organic solid waste utilization and make it known in this Thesis that serve as a prerequisite to obtaining a degree in Civil Engineering.

Another definition that any authors give a compost is that is a Bocashi is the Japanese word that means compost naturally obtained by biochemical decomposition by favoring aerobic fermentation (with oxygen) of organic waste such as vegetable waste, kitchen waste, manure and slurry, through mass reproduction of thermophilic aerobic bacteria which are naturally occurring anywhere (then continuing fermentation the other species of bacteria, fungi and actinomycetes).

The final product is obtained in this process is used as an organic amendment to improve soil condition and green areas.

You can highlight the following benefits:

- Provides, in addition to macro nutrients, micronutrients do not contain common fertilizers.
- You can add gradually
- Increases moisture retention capacity of the soil
- Increases soil permeability
- Increases nutrient retention

- Increase the content of soil organic matter
- Increases soil aeration
- Regulates the pH and temperature of the soil.

At the Catholic University of Guayaquil has increased the creation of bars and restaurants where waste is generated, so it is necessary to implement a system of solid waste utilization to provide proper management of such waste disposal.

INTRODUCCIÓN

La problemática de los residuos ocupa un lugar prioritario en los sectores públicos y privados, demanda actividades tendentes a minimizar los problemas medio ambientales de los procesos productivos e industriales que estos pueden ocasionar.

La palabra basura o desecho significa algo despectivo, algo que carece de valor y de lo que hay que deshacerse y que en algunos casos se convierte en un estorbo y es causa de un gran problema y siempre es importante implementar un sistema para desechar, o para aprovechar lo que se consume o se produce.

La cantidad de basura que se genera ha ido aumentando con el paso de los años ya que las personas no cuentan con guías de orientación para el manejo de residuos sólidos, ya que en vez de reciclar o implementar un mecanismo para su correcto aprovechamiento prefieren tirarlos o quemarlos.

Al momento de echar la basura se aumenta la proliferación de insectos, roedores y microorganismos patógenos, lo cual puede afectar al medio ambiente en que se desarrolla la vida de los seres vivos y esto se produce cuando se carece de un manejo adecuado de los residuos.

El presente trabajo de tesis de grado trata sobre la **“Implementación de un Sistema de Aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos en la Universidad Católica Santiago de Guayaquil”**, y al mismo tiempo elaborar una guía de manejo adecuado de los mismos, para así capacitar y concientizar a los administradores y empleados de los sitios donde se preparan y distribuyen alimentos, sobre la importancia que los residuos sólidos tienen en diversos procesos.

Con la cantidad de residuos sólidos que se genera diariamente, se podrá hacer una proyección de valores y poder conocer la cantidad de residuos que se generan semanalmente, mensualmente y anualmente para que

puedan ser utilizados mediante procesos como el compostaje para obtener un producto de calidad para mejorar la condición de los suelos y las áreas verdes.

ANTECEDENTES

Una estrategia de tratamiento de residuos, es una combinación de procesos unitarios con el objetivo de obtener productos de una cierta calidad.

Como productos, es necesario considerar todos los obtenidos de la línea de tratamiento desde los más económicos hasta los que podrían considerarse residuos del proceso, en estado líquido, sólido y gaseoso, que pueden afectar a la contaminación del medio ambiente donde habitamos. Los últimos son los que deberían de tener una calidad mínima para ser vertidos o depositados y los primeros una calidad mínima para ser nuevamente aprovechados en diversos mecanismos. La gestión integral implica abordar el ciclo en su totalidad, desde la minimización en su origen, tanto de caudales como de componentes indeseables, hasta el uso final de los productos obtenidos.

Guayaquil es la ciudad de mayor concentración urbana del país, por la diversidad y riqueza de su actividad económica, con una población estimada de 2'291.158 habitantes – según INEC 2010, donde la población de todos sus sectores crece más rápidamente que el núcleo básico de la ciudad.

En el desarrollo de las actividades humanas, Guayaquil genera aproximadamente 3.000 toneladas diarias de basura que se descargan al Relleno Sanitario Las Iguanas, de lo cual el 58% son residuos sólidos orgánicos.

Tabla 1: composición de los residuos orgánicos que intervienen en el relleno sanitario

TIPO DE BASURA	PORCENTAJE (%)
Residuos orgánicos	58
Papel	11
Plástico	9
Cartón	5
Vidrio	4
Textiles	3
Madera	3
Residuos de jardín	2
Metales	2
Cuero – Caucho	1
Otros	2

Fuente: Consorcio I.L.M.

En la actualidad, el manejo de residuos es una forma de negocio para cualquier país y que no todas las personas lo llegan a entender de manera correcta, el compostaje se valora en base al dinero que se recupera de la venta del compost o por la entrada de residuos orgánicos.

En otros sistemas de aprovechamiento o destino final de los residuos, se valora más su efecto sobre el entorno, lo que exige conseguir una buena comparación de disposición final de los mismo y de tratamientos para valorar cual es el más adecuado para cada objetivo.

Para poder realizar una comparación de los mecanismos de manejo de residuos, se deberá tomar como referencia los consumos de energía o la capacidad de degradación de la materia orgánica, siempre tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- Ambientales: Consumo de agua y energía, emisiones gaseosas, generación de rechazo, impacto ambiental.
- Económicos: Inversión, coste de gestión y amortización, vida media, consumo de agua y energía, necesidades de personal, rendimiento.

- Sociales: Aceptación, calidad del producto final, participación, coste del tratamiento, generaciones de molestias, ahorro de vertederos y de recursos naturales.
- Técnicos: Posibilidad de aplicación, tipos de residuos, exigencias iniciales, del proceso y del producto final, versatilidad y flexibilidad, necesidades de control y existencia de experiencia.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Implementar un sistema de aprovechamiento de los desechos sólidos orgánicos generados en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, a través de una aplicación práctica de elaboración del Compost, y uso del mismo en las áreas verdes de la Universidad.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Implementar un espacio, en un área definida entre el aula Magna y la facultad de Ingeniería, para colocar dos pilas de compost.
2. Elaborar una guía para el manejo de residuos sólidos orgánicos para capacitar a los administradores de los sitios donde se preparan y distribuyen alimentos donde preparan y distribuyen alimentos.
3. Reducir la cantidad de residuos orgánicos que se van a almacenar en el contenedor general de recolección de basura en la U.C.S.G., utilizando los mismos en la elaboración de un compost de calidad.

ALCANCE

La Universidad Católica de Santiago de Guayaquil también ha ido aumentando en estos últimos años, la creación de sitios donde se preparan y distribuyen alimentos, sitios donde se generan dichos residuos sólidos, por lo que, con el propósito de buscar un mecanismo para el manejo adecuado de los mismos y poder así evitar un poco la contaminación del medio ambiente en que queremos preservar la vida de los habitantes, se desarrolla el siguiente tema de tesis **“Implementación de un sistema de aprovechamiento de desechos sólidos orgánicos en la Universidad Católica Santiago de Guayaquil”** que servirá para obtener abonos para adecuación de las áreas verdes para mejorar su condición.

Además de su utilidad directa, el compost implica una solución estratégica y ambientalmente aceptable a la problemática planteada por las grandes concentraciones urbanas.

El proceso de compostaje es uno de los abonos más importantes que se puede obtener de manera más fácil, es muy interesante para implementar un sistema de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos y darlo a conocer en la presente Tesis de Grado que servirá como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Civil.

CAPÍTULO 1: MARCO LEGAL

1.1 Marco legal ambiental sobre gestión de residuos sólidos no peligrosos

Cuando hablamos de “Marco Legal”, se hace referencia al cuerpo legal que determina la jurisdicción y el ámbito de competencia en una materia específica o de manera amplia como lo es la Constitución de la República, así como los Decretos, Acuerdos Ministeriales, Leyes, Reglamentos y Ordenanzas.

Se detallan las siguientes:

- Constitución Política de la República del Ecuador, publicada en R.O. No 449 del 20 de octubre del 2008.

Título II: DERECHOS, Capítulo segundo: Derechos del buen vivir, Sección segunda, el Art 14, determina que: “Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el bien vivir, SumakKawsay

- Ley de Gestión Ambiental, publicada en el Registro Oficial No 245, 30 de Julio de 1999.

LIBRO VI, DE LA CALIDAD AMBIENTAL, TÍTULO I, Del Sistema Único de Manejo Ambiental, Art. 1.- Propósito y ámbito.- Reglamentase el Sistema Único de Manejo Ambiental señalado en los artículos 19 hasta 24 de la Ley de Gestión Ambiental, en lo referente a: marco institucional, mecanismos de coordinación interinstitucional y los elementos del sub-sistema de evaluación de impacto ambiental, el proceso de evaluación de impacto ambiental, así como los procedimientos de impugnación, suspensión revocatoria y registro de licencias ambientales.

Art. 4.- El marco institucional del Sistema Único de Manejo Ambiental se establece a través del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental (SNDGA), determinado en el artículo 5 de la Ley de Gestión Ambiental.

Para los efectos de la determinación de la competencia ambiental dentro del SNDGA, se entenderá que la tienen aquellas instituciones, nacionales, sectoriales o seccionales, que, según sus correspondientes leyes y reglamentos, tienen potestad para la realización de actividades, de cualquier naturaleza relacionadas con la prevención y control de la contaminación ambiental y uso, manejo y administración de los recursos naturales renovables y no renovables; y en general con el desarrollo sustentable.

Por lo tanto, el Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental (SNDGA) comprende la descentralización horizontal entre las instituciones del Gobierno Central con competencias ambientales, así como la descentralización vertical, de acuerdo a la terminología del artículo 3 de este reglamento que define la autoridad ambiental nacional (AAN) y las autoridades ambientales de aplicación (AAA) en su calidad de instituciones integrantes del SNDGA.

CAPÍTULO II, DE LOS MECANISMOS DE COORDINACIÓN INTERINSTITUCIONAL DEL SISTEMA ÚNICO DE MANEJO AMBIENTAL LIBRO VI, 181, Art. 10.-Coordinación a través de la autoridad ambiental de aplicación responsable (AAAr).- Dado que un proceso de evaluación de impactos ambientales es una tarea interdisciplinaria que, por lo general, involucra estudios y análisis sobre variados recursos naturales y/o aspectos ambientales, bajo la responsabilidad de diferentes administraciones sectoriales y seccionales.

1.1.1 Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de residuos sólidos no peligrosos, Libro VI anexo 6

La presente norma técnica es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional.

Esta Norma establece los criterios para el manejo de los residuos sólidos no peligrosos, desde su generación hasta su disposición final. La presente Norma Técnica no regula a los residuos sólidos peligrosos.

La presente norma determina:

- De las responsabilidades en el manejo de residuos sólidos
- De las prohibiciones en el manejo de residuos sólidos
- Normas generales para el manejo de los residuos sólidos no peligrosos.
- Normas generales para el almacenamiento de residuos sólidos no peligrosos.
- Normas generales para la entrega de residuos sólidos no peligrosos.
- Normas generales para el barrido y limpieza de vías y áreas públicas.
- Normas generales para la recolección y transporte de los residuos sólidos no peligrosos.
- Normas generales para la transferencia de los residuos sólidos no peligrosos.
- Normas generales para el tratamiento de los residuos sólidos no peligrosos.
- Normas generales para el saneamiento de los botaderos de residuos sólidos.
- Normas generales para la disposición de residuos sólidos no

peligrosos, empleando la técnica de relleno manual.

- Normas generales para la disposición de residuos sólidos no peligrosos, empleando la técnica de relleno mecanizado.
- Normas generales para la recuperación de residuos sólidos no peligrosos.

1.- Objetivo:

La norma tiene como objetivo la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, en lo relativo al recurso aire, agua y suelo y su objetivo principal de la presente norma es salvaguardar, conservar y preservar la integridad de las personas, de los ecosistemas y sus interrelaciones y del ambiente en general.

Las acciones tendientes al manejo y disposición final de los residuos sólidos no peligrosos deberán realizarse en los términos de la presente Norma Técnica

4.- DESARROLLO

4.1.- De las responsabilidades en el manejo de los residuos sólidos.

4.1.1.- El Manejo de los residuos sólidos en todo el país será responsabilidad de las municipalidades, de acuerdo a la Ley de Régimen Municipal y el Código de Salud.

La contratación o prestación del servicio a que hace referencia este artículo, no libera a las municipalidades de su responsabilidad y por lo mismo, deberán ejercer severo control de las actividades propias del citado manejo.

Los residuos clasificados como especiales tendrán un sistema diferenciado de recolección y lo prestarán exclusivamente las municipalidades, por sus propios medios o a través de terceros, pero su costo será calculado en base a la cantidad y tipo de los residuos que se recojan y guardará relación con el personal y equipos que se empleen en

estas labores.

Los generadores o poseedores de residuos sólidos urbanos que, por sus características especiales, puedan producir trastornos en el transporte, recogida, valorización o eliminación, están obligados a proporcionar a la entidad de aseo una información detallada sobre el origen, cantidad, características y disposición de los residuos sólidos. Dicha entidad se encargará de llevar un control de los residuos sólidos generados.

La entidad de aseo establecerá un período de tiempo máximo permitido a fin de que el titular de la obra retire la tierra y escombros, disposición que deberá ser acatada o en caso contrario, la entidad de aseo podrá retirar estos materiales, cobrando al infractor los costos que demande este servicio, con los recargos correspondientes.

La entidad de aseo podrá limpiar la vía afectada o retirar los materiales vertidos a los cuales se hace referencia, siendo imputados a los responsables los costos por los servicios prestados, con los recargos que fueren pertinentes.

Adoptar todas las medidas necesarias para evitar que los espacios públicos se ensucien, así como limpiarlos y retirar los residuos sólidos. La entidad de aseo, podrá exigir en todo momento que se cumplan las acciones de limpieza correspondientes y establecer los mecanismos y el plazo para ello.

Limpiar los espacios públicos ocupados por vehículos, los responsables de talleres o industrias que los utilicen para su servicio, en especial en lo referente a vertidos de aceites, grasas o similares, los mismos que para su disposición deberán seguir los lineamientos indicados en el Reglamento de Residuos Sólidos Peligrosos.

La entidad de aseo podrá exigir una garantía por el costo de los servicios de limpieza que se prevea deban realizarse por la acumulación de residuos sólidos que pudieran derivarse de la celebración del mismo. La

autorización se concederá cuando los interesados garanticen la limpieza del lugar y de sus áreas de influencia, antes, durante y después del acto público ya sea por sus propios medios o por intermedio de la entidad de aseo, en tal caso deberán cancelar el valor correspondiente al costo de los servicios a prestarse.

4.1.10.- Los municipios determinarán el área de influencia inmediata de toda actividad que genere residuos, siendo los generadores los responsables de mantener limpias dichas áreas.

4.1.16.- Se podrá recibir en el relleno sanitario canes y felinos, que como medida de precaución han sido sacrificados en las campañas llevadas a efecto por las autoridades de salud, siguiendo los procedimientos indicados por la entidad ambiental de control.

Por razones de seguridad ambiental y del personal, no se deberá recibir en ningún relleno sanitario, animales que hayan muerto por rabia u otras zoonoses, o animales provenientes de pruebas de laboratorio, bioensayos, etc., para estos animales se recomienda la incineración.

4.1.18.- Las labores de barrido y limpieza de vías y áreas públicas deben ser responsabilidad de las entidades de aseo y deberán realizarse con la frecuencia, horarios y condiciones tales que las vías y áreas públicas estén siempre limpias y aseadas.

4.1.19.- La entidad de aseo deberá implantar sistemas de recogida selectiva de residuos sólidos urbanos, que posibiliten su reciclado u otras formas de valorización.

4.1.20.- El manejo de los residuos sólidos generados fuera del perímetro urbano de la entidad de aseo, debe estar a cargo de sus generadores, quienes deberán cumplir las disposiciones de la presente Norma y las demás relacionadas con la protección del medio ambiente.

4.1.25.- Debe ser responsabilidad de las entidades de aseo recolectar los residuos sólidos de los contenedores de almacenamiento público con una frecuencia tal que nunca se rebase la cantidad del contenido máximo del contenedor.

4.2.- De las prohibiciones en el manejo de residuos sólidos

4.2.2.- Se prohíbe arrojar o depositar residuos sólidos fuera de los contenedores de almacenamiento.

4.2.3.- Se prohíbe la localización de contenedores de almacenamiento de residuos sólidos en áreas públicas. Sin embargo la entidad de aseo podrá permitir su localización en tales áreas, cuando las necesidades del servicio lo hagan conveniente, o cuando un evento o situación específica lo exija.

4.2.5.- Se prohíbe la quema de residuos sólidos en los contenedores de almacenamiento de residuos sólidos.

4.2.6.- Se prohíbe quemar residuos sólidos a cielo abierto.

4.2.9.- Se prohíbe la entrega de residuos sólidos no peligrosos para la recolección en recipientes que no cumplan con los requisitos establecidos en esta Norma.

4.2.15.- Se prohíbe en el relleno sanitario y sus alrededores la quema de residuos sólidos.

4.2.16.- Se prohíbe dentro del área del relleno sanitario la crianza de cualquier tipo de animal doméstico.

4.2.17.- Se prohíbe la disposición de residuos sólidos peligrosos en el relleno sanitario de la ciudad, los cuales se encontrarán listados en la Normativa para Residuos Peligrosos, que emitirá el Ministerio del Ambiente.

4.2.18.- Se prohíbe mezclar residuos sólidos peligrosos con residuos

sólidos no peligrosos.

4.2.19.- Se prohíbe la disposición de residuos radiactivos en los rellenos sanitarios para residuos sólidos no peligrosos.

4.2.20.- Se prohíbe la disposición de envases de medicinas, restos de medicamentos caducados, generados por farmacias, centros hospitalarios, laboratorios clínicos, centros veterinarios, etc., en el relleno sanitario, estos serán devueltos a la empresa distribuidora o proveedora, quien se encargará de su eliminación, aplicando el procedimiento de incineración, el cual será normado por los municipios.

4.2.21.- Se prohíbe la disposición de residuos industriales peligrosos provenientes de plantas de tratamiento o de los residuos sólidos generados del proceso de producción, en rellenos sanitarios para residuos sólidos no peligrosos.

4.2.22.- Se prohíbe emplear a menores de edad en la recolección, eliminación o industrialización de residuos sólidos. De igual forma se prohíbe al personal del servicio de aseo urbano efectuar cualquier clase de manipulación o recuperación de residuos sólidos.

4.3.- Normas generales para el manejo de los residuos sólidos no peligrosos

Los residuos sólidos de acuerdo a su origen se clasifican:

- a) Desecho sólido domiciliario.
- b) Desecho sólido comercial.
- c) Desecho sólido de la limpieza de parques y jardines.
- d) Desecho sólido especial.

El manejo de residuos sólidos no peligrosos comprende las siguientes actividades:

- Almacenamiento.

- Entrega.
- Barrido y limpieza de vías
- Recolección y Transporte.
- Transferencia.
- Tratamiento.
- Disposición final.
- Recuperación.

4.3.3.- El manejo de residuos sólidos no peligrosos comprende además las siguientes actividades:

4.3.3.1.- De las clases de servicio

Para efectos de esta normativa, el servicio de manejo de residuos sólidos no peligrosos, se clasifica en dos modalidades:

Servicio Ordinario: La prestación de este servicio tendrá como objetivo el manejo de las siguientes clases de residuos sólidos:

- a) Residuos sólidos domiciliarios
- b) Residuos sólidos Comerciales.
- c) Residuos sólidos Institucionales.
- d) Residuos sólidos no peligrosos provenientes de hospitales, sanatorios y laboratorios de análisis e investigación o patógenos.
- e) Residuos sólidos no incluidos en el servicio especial.
- f) Residuos sólidos que por su naturaleza, composición, tamaño y volumen pueden ser incorporadas en su manejo por la entidad de aseo y a su juicio de acuerdo a su capacidad.

Servicio Especial: La prestación del servicio especial, tendrá como objetivo el manejo de los residuos especiales, entre los que se pueden mencionar:

- a) Los animales muertos, cuyo peso exceda de 40 kilos.
- b) El estiércol producido en mataderos, cuarteles, parques y otros establecimientos.
- c) Restos de poda de jardines y árboles demasiados grandes y que

no pueden ser manejados por los carros recolectores de residuos sólidos.

d) Materiales de demolición y tierras de arrojado clandestino que no puedan recolectarse mediante un sistema ordinario de recolección.

4.3.3.3 Las entidades encargadas del servicio de aseo deberán tener un programa para el manejo de los residuos sólidos no peligrosos, que cumplirá con las necesidades del servicio de aseo y que incluya, entre otros, los siguientes aspectos:

a) Establecimiento de rutas y horarios para recolección de residuos sólidos, que serán dados a conocer a los usuarios.

b) Mantenimiento de los vehículos y equipos auxiliares destinados al servicio de aseo.

c) Entrenamiento del personal comprometido en actividades de manejo de residuos sólidos en lo que respecta a la prestación del servicio de aseo y a las medidas de seguridad que deben observar.

d) Actividades a desarrollar en eventos de fallas ocurridas por cualquier circunstancia, que impida la prestación del servicio de aseo.

e) Mecanismos de información y educación a los usuarios del servicio, acerca de la entrega de los residuos sólidos en cuanto a ubicación, tamaño o capacidad del recipiente y otros aspectos relacionados con la correcta prestación del servicio.

4.3.3.4.- Para el manejo de los residuos sólidos generados fuera del perímetro urbano de la entidad de aseo, se deberán seguir los lineamientos establecidos en esta norma, como: Almacenamiento, entrega, barrido y limpieza de las vías públicas, recolección, transporte y disposición final.

La disposición final de los residuos sólidos y semi-sólidos se realizará en rellenos sanitarios manuales o mecanizados.

4.3.3.5.- Las actividades de manejo de residuos sólidos deberán

realizarse en forma tal que se eviten situaciones como:

- a) La permanencia continúa en vías y áreas públicas de residuos sólidos o recipientes que los contengan de manera que causen problemas sanitarios y estéticos.
- b) La proliferación de vectores y condiciones que propicien la transmisión de enfermedades a seres humanos o animales.
- c) Los riesgos a operarios del servicio de aseo o al público en general.
- d) La contaminación del aire, suelo o agua.
- e) Los incendios o accidentes.
- f) La generación de olores objetables, polvo y otras molestias.
- g) La disposición final no sanitaria de los residuos sólidos.

4.4 Normas generales para el almacenamiento de residuos sólidos no peligrosos

4.4.1 Los usuarios del servicio ordinario de aseo tendrán las siguientes obligaciones, en cuanto al almacenamiento de residuos sólidos y su presentación para la recolección.

- a) Los ciudadanos deben cuidar, mantener y precautelar todos los implementos de aseo de la ciudad, como: papeleras, contenedores, tachos, señalizaciones y otros que sean utilizados para el servicio, tanto en las labores habituales como en actos públicos o manifestaciones.
- b) Los usuarios deben depositar los residuos sólidos dentro de los contenedores o recipientes públicos, prohibiéndose el abandono de residuos en las vías públicas, calles o en terrenos baldíos.
- c) Se deben almacenar en forma sanitaria los residuos sólidos generados de conformidad con lo establecido en la presente Norma.
- d) No deberán depositarse sustancias líquidas, excretas, o residuos sólidos de las contempladas para el servicio especial y residuos peligrosos en recipientes destinados para recolección en el servicio ordinario.

e) Se deben colocar los recipientes en el lugar de recolección, de acuerdo con el horario establecido por la entidad de aseo.

f) Se debe cerrar o tapar los recipientes o fundas plásticas que contengan los desperdicios, para su entrega al servicio de recolección, evitando así que se produzcan derrames o vertidos de su contenido. Si como consecuencia de un deficiente almacenamiento se produjere acumulación de residuos sólidos en la vía pública el usuario causante será responsable de este hecho y deberá realizar la limpieza del área ensuciada.

g) Nadie debe dedicarse a la recolección o aprovechamiento de los residuos sólidos domiciliarios o de cualquier tipo, sin previa autorización de la entidad de aseo.

h) Deberá cumplirse con las demás ordenanzas que se establezcan para los usuarios del servicio.

4.4.2.- Los recipientes para almacenamiento de residuos sólidos en el servicio ordinario deben ser de tal forma que se evite el contacto de éstos con el medio y los recipientes podrán ser retornables o no retornables. En ningún caso se autoriza el uso de cajas, saquillos, recipientes o fundas plásticas no homologadas y envolturas de papel.

4.4.3.- Cuando se trate de contenedores de residuos sólido de propiedad pública, la entidad de aseo procederá a su mantenimiento y reposición, pudiendo imputar el costo correspondiente a los ciudadanos que causen perjuicios a los mismos.

4.4.4.- Los recipientes retornables para almacenamiento de residuos sólidos en el servicio ordinario deben contar con las siguientes características:

a) Peso y construcción que faciliten el manejo durante la recolección.

b) Los recipientes para residuos sólidos de servicio ordinario deberán

ser de color opaco preferentemente negro.

- c) Construidos en material impermeable, de fácil limpieza, con protección al moho y a la corrosión, como plástico, caucho o metal.
- d) Dotados de tapa con buen ajuste, que no dificulte el proceso de vaciado durante la recolección.
- e) Construidos en forma tal que estando cerrados o tapados no permitan la entrada de agua, insectos o roedores, ni el escape de líquidos por sus paredes o por el fondo.
- f) Bordes redondeados y de mayor área en la parte superior, de forma que facilite la manipulación y el vaciado.
- g) Capacidad de acuerdo a lo que establezca la entidad de aseo.

Los recipientes retornables para almacenamiento de residuos sólidos en el servicio ordinario, deberán ser lavados por el usuario con una frecuencia tal que sean presentados en condiciones sanitarias inobjetables.

4.4.5.- Los recipientes no retornables utilizados para almacenamiento de residuos sólidos en el servicio ordinario, deben ser fundas de material plástico o de características similares y deberán reunir por lo menos las siguientes condiciones:

- a) Su resistencia deberá soportar la tensión ejercida por los residuos sólidos contenidos y por su manipulación.
- b) Su capacidad debe estar de acuerdo con lo que establezca la entidad que preste el servicio de aseo.

4.4.6.- Cuando se utilicen fundas de material plástico o de características similares como recipientes no retornables, el usuario deberá presentarlas cerradas con nudo o sistema de amarre fijo.

4.4.11.- Las áreas destinadas para almacenamiento colectivo de residuos sólidos en las edificaciones, deben cumplir por lo menos con los siguientes requisitos:

- a) Ubicados en áreas designadas por la entidad de aseo.
- b) Los acabados serán lisos, para permitir su fácil limpieza e impedir la formación de ambiente propicio para el desarrollo de microorganismos en general.
- c) Tendrán sistemas de ventilación, de suministros de agua, de drenaje y de prevención y control de incendios.
- d) Serán construidas de manera que se prevenga el acceso de insectos, roedores y otras clases de animales.
- e) Además las áreas deberán ser aseadas, fumigadas, desinfectadas y desinfestadas con la regularidad que exige la naturaleza de la actividad que en ellas se desarrolle.

4.4.13.- Los residuos sólidos que sean evacuados por ductos, deben ser empacados en recipientes impermeables que cumplan las características exigidas en esta Norma.

4.4.14.- El uso de contenedores para almacenamiento de residuos sólidos, podrá permitirse en el servicio ordinario, a juicio de la entidad de aseo. Los contenedores podrán ser utilizados directamente por los usuarios para almacenamiento de residuos sólidos del servicio ordinario, en forma pública o privada.

4.4.15.- Para la instalación por particulares de uno o más contenedores de residuos sólidos o similares, en el servicio ordinario, se deberá obtener la aprobación de la entidad de aseo respectiva.

4.4.18.- El sitio escogido para ubicar los contenedores de almacenamiento para residuos sólidos en el servicio ordinario, deberá permitir como mínimo, lo siguiente:

- a) Accesibilidad para los usuarios.
- b) Accesibilidad y facilidad para el manejo y evacuación de los residuos sólidos.
- c) Limpieza y conservación de la estética del contorno.

4.4.49.- El almacenamiento de los residuos sólidos especiales se hará siempre mediante el uso de elementos apropiados que brinden las seguridades necesarias a fin de evitar derrames o vertidos hacia el exterior, y deberán estar bajo los lineamientos técnicos que establezca en cada caso la entidad de aseo. En caso de producirse tales vertidos los responsables están obligados a limpiar el espacio público afectado.

4.4.21.- Los residuos sólidos provenientes del barrido de interiores de edificaciones deberán ser almacenados junto con los residuos sólidos originados en los mismos.

4.4.22.- Cuando las operaciones de carga y descarga en contenedores de almacenamiento den origen al esparcimiento de los residuos sólidos, éstos deben ser recogidos por la entidad de aseo.

4.4.23.- Para detalles específicos relacionados con el almacenamiento temporal de los residuos sólidos, se deberán utilizar las Normas de Diseño para la Elaboración de Proyectos de Sistemas de Aseo Urbano, que emitirá el Ministerio del Ambiente.

4.5 Normas generales para la entrega de residuos sólidos no peligrosos

4.5.1.- En el caso de urbanizaciones, barrios o conglomerados con calles internas o cuyas condiciones impidan la circulación de vehículos de recolección, así como en situaciones de emergencia, los habitantes deben obligatoriamente trasladar los residuos sólidos a los sitios que la entidad de aseo determine.

4.5.2.- Los generadores de residuos sólidos no peligrosos deben presentarlos para recolección en las condiciones establecidas en la presente Norma.

4.5.3.- En el servicio ordinario los recipientes de recolección de los

residuos sólidos deben colocarse en la acera, evitando la obstrucción peatonal, o en los lugares que específicamente señale la entidad de aseo.

4.5.4.- Los recipientes colocados en sitios destinados para la recolección de residuos sólidos en el servicio ordinario, no deben permanecer en tales sitios durante días diferentes a los establecidos por la entidad que preste el servicio.

4.5.5.- Los residuos sólidos compactados que se presenten para recolección deben cumplir las exigencias contenidas en la presente Norma.

4.7.- Normas generales para la recolección y transporte de residuos sólidos no peligrosos

4.7.1.- Los usuarios deben sacar a la vía sus recipientes o fundas con los residuos sólidos, sólo en el momento en que pase el vehículo recolector, salvo el caso de que se posea cestas metálicas donde colocar las fundas.

Los tachos deben estar ubicados a una altura suficiente, de tal manera que se impida el acceso a ellas de los niños y de animales domésticos.

4.7.2.- La recolección y transporte de residuos sólidos no peligrosos debe ser efectuada por los operarios designados por la entidad de aseo, de acuerdo con las rutas y las frecuencias establecidas para tal fin.

4.7.3.- Las entidades encargadas del servicio de aseo, deben establecer la frecuencia óptima para la recolección y transporte, por sectores, de tal forma que los residuos sólidos no se alteren o propicien condiciones adversas a la salud tanto en domicilios como en los sitios de recolección.

Además el horario y las rutas de recolección y transporte de los residuos sólidos contenidos en los recipientes de almacenamiento, deben ser establecidos por las entidades encargadas del servicio, basándose en los estudios técnicos correspondientes.

4.9.- Normas generales para el tratamiento de residuos sólidos no peligrosos

Las presentes disposiciones se refieren a procesos convencionales a los que deben someterse los residuos sólidos, cuando a consideración de las Municipalidades o de las entidades pertinentes así se considere necesario.

4.9.1.- Los residuos sólidos cuando, luego del análisis de factibilidad técnica, económica y ambiental no puedan ser reciclados o reutilizados, deberán ser tratados por el generador de los residuos, con la finalidad de mejorar sus condiciones para su disposición final o eliminación, por ello los fines del tratamiento son:

- a) Reducción del volumen.
- b) Reducción del peso.
- c) Homogeneización de componentes.
- d) Reducción del tamaño.
- e) Uniformización del tamaño.

4.10.- Normas generales para el saneamiento de los botaderos de residuos sólido

4.40.1.- La siguiente información básica se deberá obtener como paso previo para sanear un botadero de residuos sólidos:

- a) Población que atiende el Botadero de residuos sólidos.
- b) Datos generales sobre las características de la Población que se atiende con el botadero de residuos sólidos.
- c) Cantidad de residuos sólidos producidos por la población atendida.
- d) Producción futura de residuos sólidos.

- e) Cantidad de residuos sólidos recolectados.
- f) Cobertura del servicio.
- g) Composición física de los residuos sólidos.
- h) Composición química de los residuos sólidos.
- i) Peso específico de los residuos sólidos.
- j) Producción de lixiviados y gases.
- k) Localización general del sitio, con relación a la población atendida.
- l) Geología de la zona.
- m) Topografía del área.
- n) Meteorología.
- o) Posibilidad de material de cobertura.
- p) Censo vehicular (viajes de residuos sólidos que entraran en el Botadero).
- q) Títulos de propiedad.

4.13.- Normas generales para la recuperación de residuos sólidos no peligrosos

El reuso y reciclaje de residuos sólidos tiene dos propósitos fundamentales:

- a) Recuperación de valores económicos y energéticos que hayan sido utilizados en el proceso primario de elaboración de productos.
- b) Reducción de la cantidad de residuos sólidos producidos, para su disposición final sanitaria.

4.13.1.- La entidad de aseo deberá propiciar el reuso y reciclaje de residuos sólidos no peligrosos, mediante campañas educativas dirigidas a la comunidad con tal fin. Impulsando la reducción de la producción, mediante la aplicación de técnicas de producción más limpia.

4.13.3.- La aplicación de técnicas de utilización de residuos sólidos, como el co-procesamiento, serán establecidas por el Ministerio del Ambiente, mediante la elaboración de la Norma Técnica

correspondiente.

4.13.15.- La empresa encargada del servicio de reciclaje en coordinación con la entidad de aseo, deberá plantear ruteos paralelos alternos para la separación en la fuente y se analizará su factibilidad, mediante un estudio técnico.

4.13.16.- La entidad ambiental de control deberá establecer las condiciones de manejo y las características sanitarias que deberán cumplir los residuos sólidos, cuando sean incorporados a programas de recuperación.

4.13.7.- Todos los empaques, envases y similares deben ser de materiales tales que permitan, posteriormente el uso o consumo del respectivo producto, su reciclaje, recuperación o reuso o en su defecto, que sean biodegradables.

4.13.8.- En la etiqueta de todo producto se debe promover el reciclaje, la recuperación o el reuso del respectivo empaque o envase.

4.13.19.- La recolección y almacenamiento temporal de elementos recuperables podrá efectuarse en bodegas, antes de su traslado al sitio de clasificación y empaque, siempre y cuando se observen condiciones sanitarias y de protección del medio ambiente.

1.1.2 M.I. Municipalidad de Guayaquil, el M. I. Concejo Municipal de Guayaquil, “Ordenanza que Norma el manejo y disposición final de escombros para la ciudad de Guayaquil”

TÍTULO I, ARTÍCULO 1.- Objeto.- La presente Ordenanza tiene como objeto establecer las normas y disposiciones básicas que sobre el manejo de los residuos sólidos no peligrosos, deberán sujetarse las personas naturales o jurídicas, nacionales y extranjeras, públicas o privadas, así como regular las funciones técnicas y administrativas que le corresponde cumplir al Gobierno Autónomo Descentralizado de

Guayaquil, de acuerdo a la competencia establecida en el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización.

ARTÍCULO 5.- ÁMBITO DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO PÚBLICO DE ASEO.

El Gobierno Autónomo Descentralizado de Guayaquil a través de la empresa contratada para la prestación del servicio público de aseo, velará para que este servicio se ejecute en forma eficiente, respetando sus frecuencias y horarios en los sitios accesibles para los vehículos recolectores de basura, para así salvaguardar el medio ambiente y la salud pública de los ciudadanos o usuarios.

ARTÍCULO 6.- RESPONSABILIDAD DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ASEO.

De conformidad con lo dispuesto en el artículo 55 letra d) del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, es competencia de los gobiernos autónomos descentralizados municipales velar por el fiel cumplimiento de las normas legales de saneamiento ambiental.

ARTÍCULO 7.- DEBERES Y OBLIGACIONES DEL USUARIO.

7.1 Conocer e informarse de los horarios y frecuencias de recolección de residuos sólidos no peligrosos establecidos por la Municipalidad.

7.2 Mantener limpias las aceras y bordillos correspondientes a las viviendas, locales comerciales e industriales, edificios terminados o en construcción, urbanizaciones, vías privadas, lotes y jardines; los residuos sólidos producto del barrido deberán ser recogidos y no depositados en las cunetas, y deberán ser dispuestos según las frecuencias y horarios de recolección establecida al sector.

7.3 En los edificios terminados o en construcción destinados a vivienda, industria o comercio, y en las urbanizaciones, edificaciones multifamiliares y conjuntos residenciales, los responsables del aseo serán los propietarios, administradores o constructores, según sea el caso.

7.4 Es obligación de los usuarios residenciales y no residenciales, sean estas personas naturales o jurídicas, propietarios o administradores, que en las edificaciones, tales como: Multifamiliares, Centros Educativos, Institucionales de Salud, entre otros, que se consideran grandes productores de residuos sólidos no peligrosos, disponer de un sitio de almacenamiento para la colocación de los contenedores de residuos sólidos no peligrosos, capaces de recibir el número necesario de éstos para la cantidad de residuos generados entre una recolección y la siguiente, por la población que atiende, cuyas características se describen en el Artículo 16.

TÍTULO III, NORMAS SOBRE CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DEL SERVICIO DE ASEO, CAPÍTULO I, COMPONENTES, MODALIDADES Y CLASES

ARTÍCULO 8.- COMPONENTES DEL MANEJO DEL SERVICIO PÚBLICO DE ASEO.

Para efectos de esta Ordenanza se consideran como componentes del servicio público de aseo los siguientes: almacenamiento, recolección, transporte, barrido y limpieza de vías y áreas públicas, transferencia, tratamiento y aprovechamiento, de ser el caso; y disposición final, mediante el sistema de relleno sanitario.

ARTÍCULO 9.- MODALIDADES DE PRESTACION DEL SERVICIO DE ASEO.

La prestación del servicio de aseo público se clasifica de la siguiente forma:

1. Servicio Ordinario.

Tiene como objetivo la prestación del servicio en relación con las siguientes clases de residuos sólidos no peligrosos:

1.1 Residuos de origen residencial o domiciliario.

1.2 Otros residuos que por su naturaleza, composición, tamaño y volumen, a juicio la DACMSE, no correspondan a ninguno de los tipos de servicio definido como especial. Dentro de los residuos sólidos no peligrosos indicados para este numeral se considerarán los generados en urbanizaciones, empresas, industrias, comercios, multifamiliares, instituciones, entre otros. Estos residuos pueden ser recogidos directamente por la Municipalidad o por la empresa contratada del servicio de aseo.

2.Servicio Especial.

Tiene como objetivo la prestación del servicio en relación con las siguientes clases de residuos sólidos no peligrosos:

2.1 Residuos que por su naturaleza, composición, tamaño, volumen y peso no puedan ser recolectados normalmente a juicio la DACMSE, de acuerdo con lo establecido en esta Ordenanza. Dentro de los residuos sólidos no peligrosos indicados para este numeral se considerarán los resultantes de la poda de jardines y árboles, siempre y cuando por su volumen no puedan ser recogidos dentro del servicio ordinario, los animales muertos de gran tamaño, los grandes bultos de basura, los montículos y otros residuos sólidos de gran volumen, los materiales de demolición y tierras de arrojado clandestino, entre otros.

CAPÍTULO II, ALMACENAMIENTO Y PRESENTACIÓN

ARTÍCULO 12.- OBLIGACION DE ALMACENAR Y PRESENTAR.

El almacenamiento y presentación de los residuos sólidos no peligrosos son obligaciones del usuario. Se sujetarán a las normas que a continuación se presentan y las que establezcan la DACMSE, cuyo

incumplimiento generará la aplicación de sanciones en los términos del Título IV de la presente Ordenanza.

ARTÍCULO 13.- PRESENTACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA RECOLECCIÓN.

Los residuos sólidos no peligrosos que se dispongan para la recolección deberán estar presentados y almacenados de forma tal que se evite su contacto con el medio ambiente y las personas encargadas de la recolección. Los residuos sólidos deberán colocarse en los sitios de recolección con una anterioridad máxima de dos (2) horas a la hora de recolección establecida para el sector del usuario.

Las fundas plásticas a utilizar para colocar los residuos deberán almacenar un peso no mayor a 15 kilogramos, su espesor mínimo será de 20 micras y su resistencia será tal que no puedan romperse y provocar derrames por el uso normal, debiendo ser de características impermeables presentándolas debidamente anudadas.

Para el caso de los residuos generados en las trampas de grasa de los generadores tales como restaurantes, comedores o establecimientos afines, el espesor mínimo de la funda será de 1,5 milésimas de pulgada y de color verde limón, respetando la "Guía para el tratamiento de los residuos provenientes de los residuos de trampa de grasa provenientes de los restaurantes", que se incorpora como anexo # 1.

Para el caso en que se genere como residuos sólidos, llantas de vehículos o maquinarias, queda expresamente prohibido disponerlas en la vía pública para la recolección de las mismas, excepto que éstas hayan sido trozadas en fracciones de 5 x 5 centímetros como máximo.

Queda expresamente prohibido el vertido de residuos líquidos de cualquier índole en los recipientes destinados para el almacenamiento

de residuos sólidos no peligrosos, tales como fundas, tachos, contenedores y demás unidades de presentación y almacenamiento temporal de residuos, so pena de las sanciones estipuladas en esta Ordenanza.

El generador que, a criterio la DACMSE produzca residuos sólidos no peligrosos que ocupen grandes volúmenes y que por su densidad tengan bajo peso, tienen la obligación de implementar dentro de su plan de manejo de residuos sólidos el sistema de compactación y embalaje de los mismos aprobado por la DACMSE para el adecuado manejo de los residuos sólidos.

ARTÍCULO 14.- CARACTERÍSTICAS DE LOS RECIPIENTES RETORNABLES PARA ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS.

Los recipientes retornables utilizados por los usuarios del servicio de aseo para el almacenamiento y presentación de los residuos sólidos deberán estar contruidos de tal forma que faciliten la recolección y reduzcan el impacto sobre el medio ambiente y la salud pública.

Los recipientes retornables para almacenamiento de basuras en el servicio ordinario, deberán ser retirados inmediatamente después que se haya realizado el proceso de recolección.

Los recipientes retornables para almacenamiento de basuras en el servicio ordinario, deberán ser lavados por el usuario con una frecuencia tal que sean presentados en condiciones sanitarias adecuadas.

Los usuarios en general, acorde con su producción interna de residuos, podrán utilizar este tipo de recipiente retornable para el almacenamiento temporal de residuos sólidos no peligrosos.

Para efecto de grandes productores de residuos sólidos no peligrosos, cuyas edificaciones no permiten el acceso de los recolectores a los sitios internos de acopio, el generador transportará los mismos en contenedor o contenedores con ruedas, de acuerdo a su producción, desde el centro de acopio interno hasta la vereda. La capacidad del contenedor, la cantidad y características técnicas serán establecidas por la DACMSE.

Los residuos sólidos dentro de él o los contenedores, deberán estar en fundas impermeables debidamente anudadas con las características citadas en esta Ordenanza, para que los operarios del sistema de recolección tengan las facilidades para el trasbordo de los residuos a los recolectores.

ARTÍCULO 15.- CARACTERÍSTICAS DE LOS RECIPIENTES DESECHABLES.

Los recipientes desechables, tales como fundas plásticas debidamente anudadas, utilizados para almacenamiento de basuras se sujetarán a las normas establecidas en esta Ordenanza.

ARTÍCULO 16.- SITIO DE ALMACENAMIENTO COLECTIVO DE BASURAS.

Las edificaciones destinadas para vivienda, comercio, multifamiliar, conjuntos residenciales, centros comerciales, restaurantes, hoteles, mercados, supermercados, urbanizaciones deberán tener un área destinada al almacenamiento de residuos sólidos no peligrosos, si son grandes productores que cumplan como mínimo con los siguientes requisitos:

1. Los acabados serán lisos, para permitir su fácil limpieza e impedir la formación de ambientes propicios para el desarrollo de microorganismos en general.

2. Tendrá sistemas de ventilación, suministro de agua, de drenaje y de prevención y control de incendios, así como techo y cerco perimetral.
3. Será construida de manera que se impida el acceso de insectos, roedores y otras clases de animales.
4. Será diseñada con la capacidad suficiente para almacenar los residuos sólidos producidos acorde con las frecuencias de recolección establecidas y su generación.

Los contenedores deben ser utilizados para depositar residuos sólidos no peligrosos, productos de las labores diarias de la empresa. Queda prohibido disponer líquidos, residuos peligrosos, materiales de construcción, o todo tipo de residuos que, por sus características físicas (troncos, palos, cañas, muebles, electrodomésticos), podrían ocasionar daños en el sistema de compactación de los recolectores de carga trasera, en caso de ser este el procedimiento de carga se debe ejecutar las coordinaciones internas pertinentes, para que se brinde atención priorizada al camión recolector, para poder cumplir con eficiencia el servicio de recolección.

5. Las áreas a que se refiere este artículo serán aseadas, fumigadas y desinfectadas por el usuario, con la regularidad que exige la naturaleza de la actividad que en ellas se desarrolla de conformidad con los requisitos y normas establecidas por la autoridad competente. La Municipalidad, a través de los Departamentos respectivos, aprobará el diseño de estas áreas como uno de los requisitos para la obtención del Permiso de Construcción.

En los establecimientos señalados en el primer inciso del presente artículo, que en la actualidad no cumplan con los requisitos exigidos en esta Ordenanza, deberán regularizar su situación en un plazo de 90 días contados a partir de su vigencia.

La presentación de los residuos sólidos no peligrosos por parte del generador cualquiera que fuera la manera normada en esta Ordenanza de presentar los residuos sólidos para su recolección, se hará evitando obstrucción peatonal o vehicular, en un lugar que sea de fácil acceso para los vehículos de recolección. El lugar debe ser adecuado y accesible, contiguo al área pública, independiente y expedito y de fácil maniobrabilidad del vehículo recolector de residuos sólidos.

ARTICULO 17.- OBLIGACIÓN DE TRASLADAR LOS RESIDUOS SOLIDOS NO PELIGROSOS HASTA LOS SITIOS DE RECOLECCIÓN.

En el caso de urbanizaciones, barrios o conglomerados con calles internas o en condiciones que impidan la circulación de vehículos de recolección, así como en situaciones de emergencia, los usuarios están en la obligación de trasladar los residuos sólidos hasta el sitio a determinar por la DACMSE.

ARTÍCULO 18.- CARACTERÍSTICAS DE LOS CONTENEDORES DE ALMACENAMIENTO.

La capacidad, características técnicas y el sistema de carga y descarga de contenedores de almacenamiento de instituciones públicas o privadas, serán determinadas por la DACMSE con el objeto que sean compatibles con el equipo de recolección y transporte a ser utilizado en la prestación del servicio. El aseo de los alrededores de los contenedores de almacenamiento de uso privado, será responsabilidad de los usuarios.

ARTICULO 19.- CENTROS DE ACOPIO PARA RESIDUOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS EN SITIOSESCOGIDOS POR LA DACMSE.

La Municipalidad, para mitigar la problemática de la mala disposición de residuos sólidos no peligrosos, promoverá y dispondrá la

construcción de centros de acopio en áreas municipales que serán utilizados por la ciudadanía.

CAPÍTULO 2: SUELO, RESIDUOS Y COMPOSTAJE

2.1 Definición de suelo

Suquilanda (2006) explica que el suelo es un recurso natural renovable de mucha importancia para la vida de las plantas, animales y especies humanas sobre la tierra. Muchos autores definen al suelo como un material de composición mineral muy variable que se origina a partir de muchos procesos de meteorización de la roca madre y en las acumulaciones de carácter eólico, pluvial y de materia orgánica.

Etapas implicadas en la formación del suelo:

- Disgregación mecánica de las rocas.
- Meteorización química de los materiales regolíticos, liberados.
- Instalación de los seres vivos (microorganismos, líquenes, musgos, etc.) sobre ese sustrato inorgánico. Siendo una de las fases más significativas, ya que con sus procesos vitales y metabólicos, continúan la meteorización de los minerales, iniciada por mecanismos inorgánicos. Además, los restos vegetales y animales a través de la fermentación y la putrefacción enriquecen ese sustrato.
- Mezcla de todos estos elementos entre sí, y con agua y aire, intersticiales.

2.1.1 Composición de un suelo Normal

Los componentes del suelo se dividen en sólidos, líquidos y gaseosos.

Sólidos.- Este conjunto de componentes representa el esqueleto mineral del suelo.

Entre los componentes sólidos tenemos silicatos, minerales de arcilla, carbonatos, sulfatos, nitratos, humus bruto y humus Fuente.

Líquidos.- Esta fracción está formada por una disolución acuosa de las sales y los iones más comunes como Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Cl^- , NO_3^- ,... así como por una amplia serie de sustancias orgánicas. La importancia de esta fase líquida en el suelo estriba en que éste es el vehículo de las sustancias químicas en el seno del sistema.

El agua en el suelo puede estar relacionada en tres formas diferentes con el esqueleto sólido:

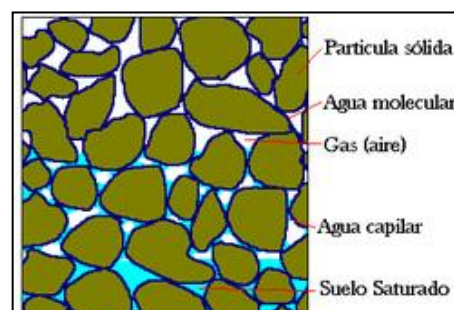


Ilustración 1: Fase Líquida de la composición de un suelo normal

Fuente: Alfredobi (2006)

Gases

La fracción de gases está constituida fundamentalmente por los gases atmosféricos y tiene gran variabilidad en su composición, por el consumo de O_2 , y la producción de CO_2 dióxido de carbono. El primero siempre menos abundante que en el aire libre y el segundo más, como consecuencia del metabolismo respiratorio de los seres vivos del suelo, incluidas las raíces y los hongos. Otros gases comunes en suelos con mal drenaje son el metano (CH_4) y el óxido nitroso (N_2O).

La siguiente Tabla muestra el análisis de un suelo tomando 4 muestras diferentes en donde se determina la composición de un suelo en su estado natural.

Tabla 2: Caracterización Físico – Químico de un suelo natural

Prmt	Unidad	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
Arena	%	49,00	50,00	27,00	60,00
Limo		20,00	20,00	23,00	14,00
Arcilla		31,00	30,00	50,00	26,00
Clase	-----	FAAr	FAAr	A	FAAr
DA	gr/cm ³	1,28	1,26	1,17	1,10
pH	u.	8,09	8,04	7,84	7,64
CE 1:1	mmhos	0,52	0,49	0,61	1,13
MO	%	4,60			
N		0,27			
CIC	meq/100 gr	24,20	17,40	21,30	23,50
Na		2,31	0,90	1,15	1,34
K int		2,40	0,61	0,66	1,40
Ca		14,10	9,70	14,70	18,30
Mg		15,60	7,90	10,40	18,00
P	ppm	31,30			
Fe		14,80			
Mn		4,80			
Zn		1,40			
Cu		3,40			
B		2,20			
SO4	meq/l	0,91			
Barrenación		B39			
Horizonte		A	C1	C2	C3
Profundidad		0-20	20-47	47-75	75-150

Fuente: (Laboratorio DR. Jorge Fuentes – Ordenado por el Ing. Carlos Briones).- Análisis de un suelo natural Proyecto de Riego presurizado “Javita”.

2.2 Definición de residuo

Moreno y Moral (2007) definen como residuo cualquier sustancia u objeto del cual su dueño se desprenda o tenga la necesidad de desprenderse y que carece de valor luego de haber tenido un uso importante en las actividades humanas.

Físicamente contiene los mismos materiales que los productos útiles, una manera básica para el manejo de los residuos es “devolverles” valor, al punto que dejen de ser residuos.

Los residuos pueden ser sólidos, líquidos y gaseosos.

2.2.1 Clasificación de residuos sólidos:

Residuos sólidos orgánicos.- Son una parte importante de los residuos sólidos municipales ya que se originan principalmente dentro de los hogares, en los comercios, en los establecimientos donde se preparan y

distribuyen alimentos, y de forma secundaria en instituciones y centros industriales.

Residuos sólidos inorgánicos: Son aquellos que no tienen origen biológico, son de índole industrial o de algún otro proceso artificial, por ejemplo: plásticos, telas sintéticas, etc.

En el cuadro detallado a continuación se describe la composición de los residuos sólidos que ingresan al relleno sanitario.

Tabla 3: Composición de los residuos que ingresan al relleno sanitario

TIPO DE BASURA	PORCENTAJE (%)
Residuos orgánicos	58
Papel	11
Plástico	9
Cartón	5
Vidrio	4
Textiles	3
Madera	3
Residuos de jardín	2
Metales	2
Cuero – Caucho	1
Otros	2

Fuente: Consorcio I.L.M.

2.2.2 Diferentes formas de aprovechamiento de residuos

Entre los mecanismos más predominantes utilizados por la sociedad para la reutilización de residuos encontramos los enumerados en la Tabla 4 donde cada uno de estos procesos cuenta con las ventajas tan importantes de da cada uno

Tabla 4: Mecanismos de aprovechamiento de residuos

Tratamiento	Ventajas
Compostaje	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tecnología simple, barata y robusta. ✓ Recuperación del 50 % del peso y de nutrientes. ✓ Producción de sustancia húmicas, microorganismos beneficiosos. ✓ Elimina semillas y patógenos ✓ Posibilidad de buenas oportunidades para el control del proceso
Digestión anaerobia	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Posibilidad de recuperación de nutrientes ✓ Producción de energía ✓ Reducción de olores
Incineración	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Proceso muy conocido ✓ Recuperación energética de hasta el 85% ✓ El volumen del desecho se reduce a 5-10% ✓ Producción de energía neutral con CO₂
Gasificación	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Buen uso de desecho como fuente energética. ✓ Mejor retención de metales pesados. ✓ Menor cantidad del gas residual que en la incineración. ✓ Proceso adecuado a madera contaminada

Fuente: Rich Parra Cadena

Jerarquía de manejo de residuos sólidos:

- La producción de Prevenir residuos, o reducir la cantidad generada.
- Reducir la toxicidad o impactos negativos del desecho generado.
- Reutilizar en su forma actual los materiales recuperados del flujo de residuos.
- Reciclar, compostar o recuperar materiales para uso directo o indirecto como materia prima para nuevos productos
- Recuperar energía por incineración, digestión anaeróbica o procesos similares
- Reducir los volúmenes de residuos antes de su eliminación
- Eliminación de residuos sólidos residuales de manera ambientalmente racional, generalmente en rellenos sanitarios

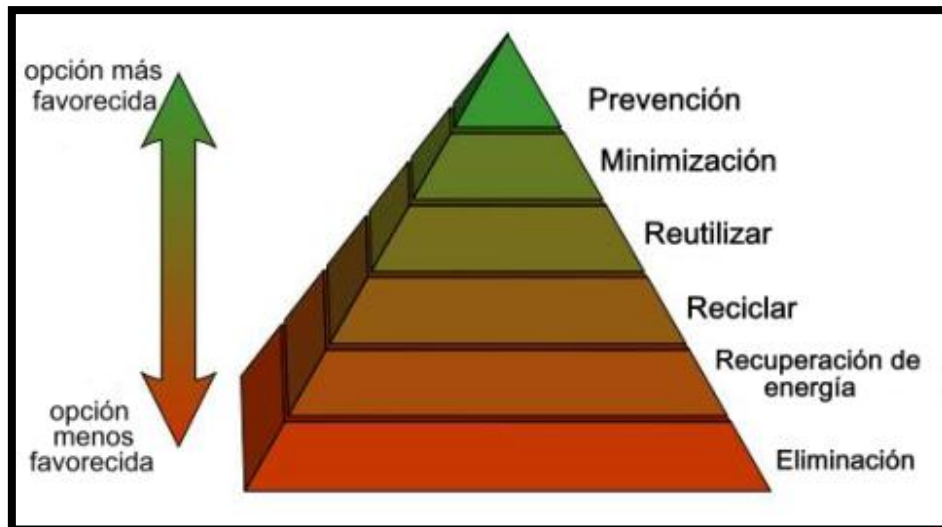


Ilustración 2: Jerarquía de aprovechamiento de residuos
 Fuente: http://en.wikipedia.org/wiki/Waste_management

2.3 Definición de compostaje

El compostaje es el proceso biológico aeróbico, mediante el cual los microorganismos actúan sobre la materia rápidamente biodegradable (restos de cosecha, restos de cocina, excrementos de animales, residuos urbanos y residuos sólidos orgánicos), permitiendo obtener "compost", que es un abono orgánico natural excelente como mejorador de suelos. Se lo denomina también al resultado de un proceso de humificación de la materia orgánica, bajo condiciones controladas y en ausencia de suelo.

Otra definición del compost es el bocashi que en Japonés significa abono orgánico obtenido de manera natural por descomposición bioquímica al favorecer la fermentación aeróbica (con oxígeno) de residuos orgánicos como restos vegetales, restos de cocina, excrementos y purines, por medio de la reproducción masiva de bacterias aeróbicas termófilas que están presentes en forma natural en cualquier lugar (luego, la fermentación la continúan otras especies de bacterias, hongos y actinomiceto).

Normalmente, se trata de evitar la putrefacción de los residuos orgánicos (por exceso de agua, que impide la aireación-oxigenación y crea condiciones biológicas anaeróbicas malolientes), aunque ciertos procesos industriales de compostaje usan la putrefacción por bacterias anaerobias.

Entre las técnicas que mejores resultados pueden ofrecer, respecto a implementar un sistema de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos, está el Compostaje, que será el motivo del desarrollo de la presente tesis de grado.

El compostaje tendrá lugar en condiciones aeróbicas y con ubicación al aire libre, tiempo durante el cual se voltean las pilas periódicamente con el fin de airearlas continuamente, se añade agua para aumentar la humedad (hasta llegar aproximadamente a un valor del 60 al 65%).

Para la elaboración del compost se puede emplear cualquier materia orgánica, con la condición de que no se encuentre contaminada, estas materias primas proceden de:

Restos de cosechas.

- Pueden emplearse para hacer compost o como acolchado.
- Los restos vegetales jóvenes como hojas, frutos, tubérculos, etc. son ricos en nitrógeno y pobres en carbono.
- Los restos vegetales más adultos como troncos, ramas, tallos, etc. son menos ricos en nitrógeno.
- Abonos verdes, siegas de césped, malas hierbas, etc.

Las ramas de poda de los frutales.

Es preciso triturarlas antes de su incorporación al compost, ya que con trozos grandes el tiempo de descomposición se alarga.

Hojas

Pueden tardar de 6 meses a dos años en descomponerse, por lo que se recomienda mezclarlas en pequeñas cantidades con otros materiales o también se pueden usar cuando estén secas.

Residuos sólidos urbanos.

Se refiere a todos aquellos restos orgánicos procedentes de las cocinas como pueden ser restos de fruta y hortalizas, así como también restos de animales de mataderos, etc.

Estiércol animal.

Se destaca el estiércol de vaca para el uso de fabricación de compost, aunque otros de gran interés son los de gallinaza, el estiércol de conejos, estiércol de caballo, y de las ovejas que, aunque parece repugnante, es importante en este proceso.

Complementos minerales.

Son necesarios para corregir las carencias de ciertas tierras. Destacan las enmiendas calizas y magnésicas, los fosfatos naturales, las rocas ricas en potasio y oligoelementos y las rocas silíceas trituradas en polvo.

2.4 Propiedades del compost

Las propiedades del compost se detallan a continuación:

- Mejora las propiedades físicas del suelo debido a que la materia orgánica favorece la estabilidad de la estructura de los agregados del suelo para la agricultura y como también para la jardinería.

- Reduce la densidad aparente
- Aumenta la porosidad, permeabilidad, y aumenta su capacidad de retención de agua en el suelo lo cual da como resultado suelos más esponjosos y con mayor retención de agua.
- Mejora las propiedades químicas, aumenta el contenido en macronutrientes N, P, K, y micronutrientes, la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.) y es fuente y almacén de nutrientes para los cultivos.
- Mejora la actividad biológica del suelo. Actúa como soporte y alimento de los microorganismos ya que viven a expensas del humus y contribuyen a su mineralización.
- Aumenta la capacidad de retención de humedad del suelo.
- Regula el pH del suelo
- Regula la temperatura del suelo.

2.5 Tipos de compost

Existe una clasificación del compost obtenido según la relación carbono/nitrógeno obtenida en el producto:

- Bioestabilizado: Se puede usar como fertilizante, sin causar daños a las plantas. Esta condición se alcanza a los 60/90 días, la relación C/N no debe ser mayor a 18.
- Curado: Es un producto totalmente estabilizado y puede utilizarse en aplicaciones específicas o generales. Para lograr esta propiedad se requiere un periodo adicional de 90/120 días, y la relación C/N no debe ser superior a 12.

Existen también dos tipos de compost que son los procesos de compostaje aerobio y digestión anaerobia; de manera muy general el funcionamiento de los procesos anaerobios es más complejo que el proceso aerobio, a continuación en la Tabla 5 se describe la comparación entre estos procesos.

Tabla 5: Comparación entre los procesos

Característica	Procesos aerobios	Procesos anaerobios
Uso energético	Consumidor neto de energía	Productos neto de energía
Productos finales	Humus, CO ₂ , H ₂ O	Fangos, CO ₂ , CH ₄
Reducción de volumen	Hasta el 50 por 100	Hasta el 50 por 100
Tiempo de procesamiento	20-30 días	20-40 días
Objetivo primario	Reducción de volumen	Producción de energía
Objetivo secundario	Producción de compost	Reducción de volumen, estabilización de residuos

Fuente: Libro Gestión Integral de Residuos Sólidos Volumen II pág. 769.

2.6 Etapas del proceso de Compostaje

Tchobanoglous, Theisen & Viguil (1994) explican que, durante este proceso, están activos diversos microorganismos aerobios importantes. En las fases primarias del proceso de compostaje, las bacterias más predominantes son las mesofílicas. Después de subir temperaturas en el compost, predominan las bacterias termofílicas que aparecen después de 5 ó 10 días.

En las últimas etapas, o periodos de maduración, aparecen mohos y actinomicetos.

Si no están presentes concentraciones significativas de estos microorganismos en algunos tipos de residuos biodegradables (por ejemplo papel periódico), puede que sea necesario añadirlos al material, fermentándose como un aditivo o inóculo.

La microbiología de estos procesos de compostaje aerobio es similar; los parámetros cruciales para el control de los procesos de compostaje aerobio incluyen:

- Contenido de humedad
- Relación C/N

- Temperatura
- Para la mayoría de los residuos orgánicos biodegradables, una vez que el contenido en humedad esta en un nivel idóneo (entre el 50 a 60 %), entonces el metabolismo microbiano se acelera.

Los microorganismos aerobios, que utilizan oxígeno, se alimentan de materia orgánica y desarrollan un tejido celular a partir de nitrógeno, fósforo, poca cantidad de carbono y otros nutrientes que son necesarios.

La mayor parte del carbono sirve como fuente de energía para los organismos ya que se quema y se expulsa como dióxido de carbono, y esto es utilizado como fuente de energía y como carbono celular, por ejemplo en algunos casos se requiere más carbono que nitrógeno.(p. 760-761)

2.6.1 Descripción de los microorganismos presentes en la conversión biológica de los residuos orgánicos

Tchobanoglous, Theisen & Viguil (1994) explican que los microorganismos se clasifican según su estructura y función celular, como eucariontes, eubacterias y arqueobacterias, como se muestra en la Tabla N°6. Los grupos procariotas (eubacterias y arqueobacteria) son de importancia primordial dentro de la conversión biológica de la fracción orgánica de los residuos sólidos y generalmente se denominan bacterias.

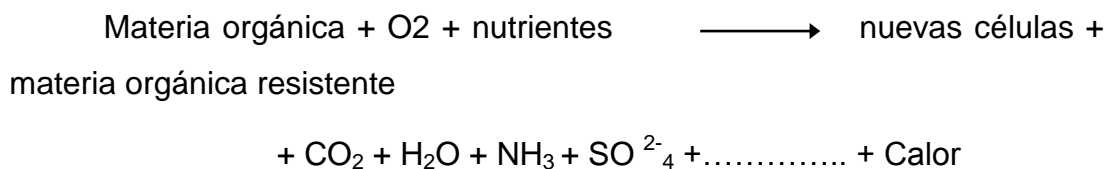
El grupo Eucariotico incluye plantas, animales y protistas. Los eucariontes más importantes en la conversión biológica de los residuos orgánicos incluyen: hongos, levaduras y actinomicetos.

Las Bacterias son unicelulares: esferas, barras o espirales. Las formas esféricas (cocos) varían de 0.5 a 4 μm de diámetro; las barras (bacilos) son de 0.5 a 20 μm de largo y de 0.5 a 4 μm de ancho; las espirales (espirilos) pueden ser de más de 10 μm de largo y aproximadamente de 0.5 μm de ancho.

Son de naturaleza ubicua y se encuentran en ambientes aerobios (en presencia de oxígeno) y anaerobios (en ausencia de oxígeno). Por la amplia variedad de compuestos orgánicos e inorgánicos que las bacterias pueden usar para sostener su crecimiento, se utilizan también para en diversas operaciones industriales para acumular productos intermedios y finales de metabolismo.

Las transformaciones biológicas aerobias en las bacterias presentes en el proceso de compost se representan con la siguiente ecuación:

Bacterias



Hongos: Los hongos se consideran como protistas multicelulares, no fotosintéticos, heterotróficos. La mayoría de los hongos tienen la capacidad de crecer en condiciones de baja humedad, que no favorecen el crecimiento de las bacterias. Además, los hongos pueden tolerar valores de pH relativamente bajos el valor de pH óptimo para la mayoría de las especies de hongos parece ser aproximadamente de 5.6, pero el rango factible va de 2 a 9. El metabolismo de estos organismos es esencialmente aerobio, y crecen en largos filamentos, llamados hifas compuestos de unidades celulares nucleadas y variando en anchura de 4 a 20 μm .

Por su capacidad para degradar una amplia variedad de compuestos orgánicos en una amplia gama de condiciones ambientales, se los ha utilizado en las industrias para la producción de compuestos valiosos, tales como ácidos orgánicos (por ejemplo, cítrico, glucónico), diversos antibióticos (por ejemplo, celulasa, proteasa, amilasa).

Levadura: Es un tipo de hongo que no puede formar filamentos (micelios) y por tanto son unicelulares. Algunas levaduras forman células elípticas de 8 a 15 μm por 3 a 5 μ , mientras que otras son esféricas,

variando en tamaño de 8 a 12 μm de diámetro. Tchobanoglous, Theisen y Viguil (1994)

Se pueden clasificar como naturales y cultivadas. Por lo general las levaduras naturales son de poco valor, pero las levaduras cultivadas son utilizadas extensamente para fermentar azúcares en alcohol y dióxido de carbono.

Actinomicetos: Son un grupo de organismos con propiedades intermedias entre bacterias y hongos. Son similares en forma a los hongos, excepto que la anchura de la célula es solamente de 0.5 a 1.4 μm . En la industria, se utiliza este tipo de organismo extensamente en la producción de antibióticos.

Tabla 6: Clasificación de microorganismos

Grupo	Estructura Celular	Caracterización	Miembros representativos
Eucariotes	Eucariótica	Multicelular con diferenciación extensa de células y tejidos	Plantas (plantas de semillas, helechos, musgos) Animales (vertebrados, invertebrados)
		Unicelular o coenocítico o micelico; poca o ninguna diferenciación de tejidos	Protistas (algas, hongos, protozoos)
Eubacteria	Procariótica	Química celular similar a los Eucariotes	La mayoría de las bacterias
Arqueobacterias	Procarióticas	Química celular distinta	Metanógenos, Halófilos Termoácidofilos

Fuente: Libro Gestión Integral de Residuos Sólidos Volumen II pág. 759.

2.7 Fabricación del compost

En la fabricación del compost es importante un control de plagas ya que existe la presencia de organismos como (polinizadores, depredadores y parasitoides), que dan un beneficio a este proceso y se ha comprobado en los últimos años su utilidad en la mejora de la calidad de los suelos. El montón o la pila deben tener el suficiente volumen y altura para conseguir un adecuado equilibrio entre humedad y aireación y estar en contacto directo con el suelo ya que así se puede llegar a las temperaturas adecuadas en las diferentes etapas. Para ello se intercalarán entre los materiales vegetales algunas capas de suelo fértil lo cual nos ayuda para llegar a las temperaturas ideales en este proceso.

Cuando se va a fabricar el montón o la pila es importante realizar un manejo adecuado de la materia prima, ya que así se obtendrá un compost

con la calidad final que se requiere y debe airearse para favorecer la actividad de la oxidasa por parte de los microorganismos descomponedores.

El volteo de la pila es la forma más rápida y económica de garantizar la presencia de oxígeno en el proceso de compostaje, además de mezclar uniformemente e intentar que todas las zonas de la pila tengan una temperatura adecuada, no se deberá poner materiales en exceso, ya que en el caso de que se coloque el agua en exceso se pueden producir fermentaciones. La humedad debe mantenerse en un rango entre el 40 y 60%

El volteo se efectúa cuando han transcurrido entre 4 y 8 semanas de la fabricación del compost, repitiendo la operación dos o tres veces cada 15 días. Así, transcurridos unos 2-3 meses se obtendrá un compost joven con la calidad deseada.

2.7.1 Formas de Fabricación del compost

A continuación se detalla diferentes formas para la fabricación del compost de calidad

Compostaje en montón: Es la técnica más conocida y se basa en la construcción de un montón o pila formada por las diferentes materias primas, y en el que es importante:

- A) Realizar una mezcla correcta: Los materiales deben estar bien mezclados y homogeneizados, por lo que se recomienda una trituración previa de los restos de cosecha, ya que la rapidez de formación del compost es inversamente proporcional al tamaño de los materiales.

La trituración debe ser en fragmentos pequeños, ya que si son demasiado grandes se corre el peligro de una aireación y desecación excesiva del montón lo que perjudica el proceso de compostaje.

Es importante que la relación C/N esté equilibrada, ya que una relación elevada retrasa la velocidad de humificación y un exceso de N ocasiona fermentaciones no deseables.

B) Formar el montón o la pila con las proporciones convenientes de cada uno de los materiales en el compost.

Compostaje en silos (o de cajonera): Se refiere a un Compost en cajoneras o silos, efectivamente para ser utilizados en cantidades domésticas de residuos orgánicos de alimentos, jardín y pequeños huertos.

La cajonera es muy fácil de fabricar consiste en construir un cajón hecho de cualquier tipo de material con un volumen suficiente como para almacenar todos los residuos orgánicos que se vayan manejando durante al menos tres o cuatro meses; adicional a esto deberá tener orificios para ayudar a que se produzca la ventilación por todos sus caras.

La parte superior se la cubre para controlar mejor la humedad aunque también es necesario que se realice pequeños orificios de ventilación y entrada de algo de humedad por parte del medio ambiente.

Compostaje en superficie: Se debe espaciar sobre el terreno o el área donde se va a elaborar el compost una delgada capa de material orgánico finamente dividido, dejándolo descomponerse y penetrar poco a poco en el suelo. Este material sufre una descomposición aerobia y asegura la cobertura y protección del suelo, sin embargo las pérdidas de N son mayores, pero son compensadas por la fijación de nitrógeno atmosférico.

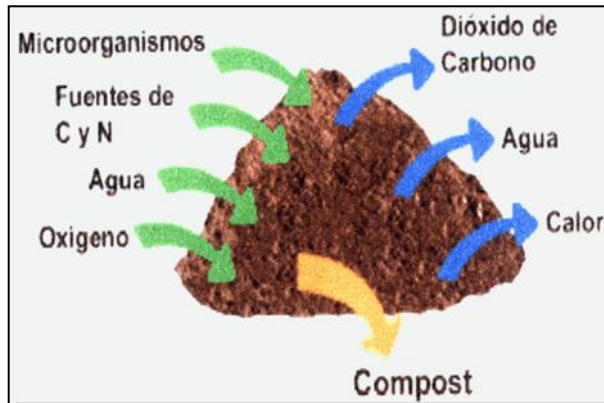


Ilustración 3: Esquema de la descomposición de materia prima en el proceso de aprovechamiento de residuos sólidos mediante el compost.
 Fuente: Compostaje y Residuos Orgánicos, M. Pérez. (2002)

Además en el Manual de Agricultura orgánica del autor Ecuatoriano, Ing. Agro. Manuel Suquilanda V. (2006), describe tres procesos que se detallan a continuación:

Método Aeróbico de INDORE

Su denominación se debe porque se originó en el estado hindú de Indore Darbar.

Procedimiento a seguir para la elaboración de este método:

1. Demarque el terreno con dimensiones, ancho 1.20 m, largo de 2 a 10 m, y de alto 1 m con la ayuda de cuatro estacas y una piola;.
2. Dentro del espacio donde se elaborará la compostera, coloque en el suelo cada 1.20 m una estaca de 1.50 m de alto por 10 cm de diámetro, pero sin afirmarla a fin de poder extraerla más luego.
 - a. Coloque en la base una capa de caña de maíz o materia prima que se desea de preferencia orgánica, para facilitar el drenaje y la aireación (2.5 cm)

- b. Coloque una capa de hierba tierna, seca y fresca: malezas de la deshierba, leguminosas etc. (e = 20 cm) y aplique agua hasta saturación.
- c. Coloque una capa de estiércol (e = 10 cm)
- d. Coloque una mezcla elaborada en partes iguales de tierra, cal o ceniza vegetal y roca fosfórica (e = 2.5 cm)
- e. Repetimos el proceso desde el literal b, hasta completar 1 metro de altura.
- f. Finalizando este proceso se debe cubrir la compostera con plástico resistente para guardar humedad y temperatura así como para evitar la fuga del elemento nitrógeno.
- g. Al día siguiente de la fabricación se debe de remover los palos que colocó a fin de que, por ese espacio, se pueda producir la aireación.

3.- Manejo de la compostera:

- a. Mantenga el montón o la pila totalmente húmeda.
- b. Con un termómetro para compost se controla la temperatura para saber si el material se está descomponiendo como se debe, durante el tiempo aproximado de 2 a 3 meses.
- c. El volteo del montón se realiza 1 vez cada mes, procurando que los materiales que están en la parte externa del montón se ponga en cada removimiento hacia el centro para que la descomposición se realice de manera integral.
- d. Se puede aplicar purín cada 15 días si se desea activar el proceso de descomposición, se lo aplica con una regadera, 2 litros por cada metro de compostera.

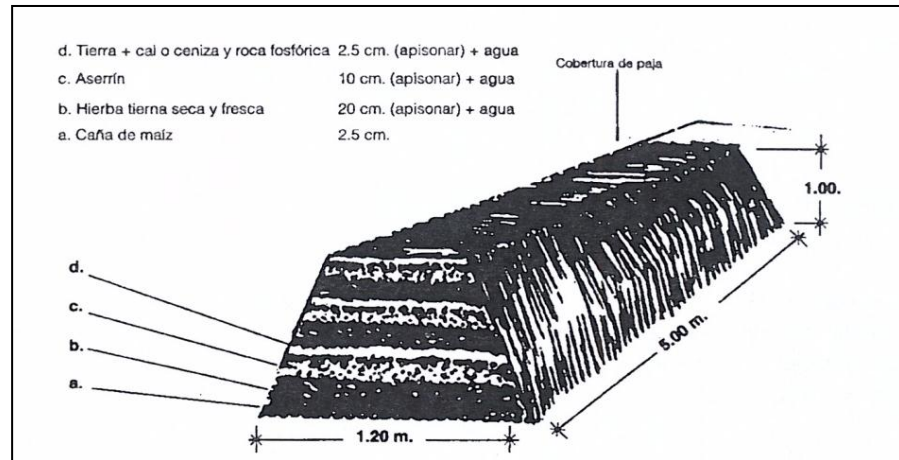


Ilustración 4: Representación del Método de compostaje Indore
Fuente: Libro de Agricultura Orgánica del Ecuatoriano Ing. Agr. Manuel Suquilanda Valdivieso pág. 195

Método Aeróbico de PFEIFFER

1. Marca el espacio donde se va a elaborar la compostera con 4 estacas y una piola, con las siguientes dimensiones ancho 1.20 m, largo de 2 a 10 m y de alto 1m.
2. Fabricación
 - a. Coloque la capa de materia orgánica o la materia a preferencia (e = 2.5 cm)
 - b. Coloque una capa de hierba tierna seca u hojas secas (20 cm de espesor)
 - c. Coloque una capa de aserrín (e = 10cm), apisione el material y aplique agua hasta saturación.
 - d. Coloque una capa de tierra, cal o ceniza vegetal y roca fosfórica con igual proporción (e = 2.5 cm) apisione el material y aplique agua hasta saturación.
 - e. Se repite el proceso desde el literal b, hasta alcanzar una altura de 1 m.
3. Manejo de la compostera.
 - a. Actué como el caso anterior, con la única diferencia de que solo debe efectuar un solo

removimiento del material ya que este material se descompondrá a partir de los 4 meses.

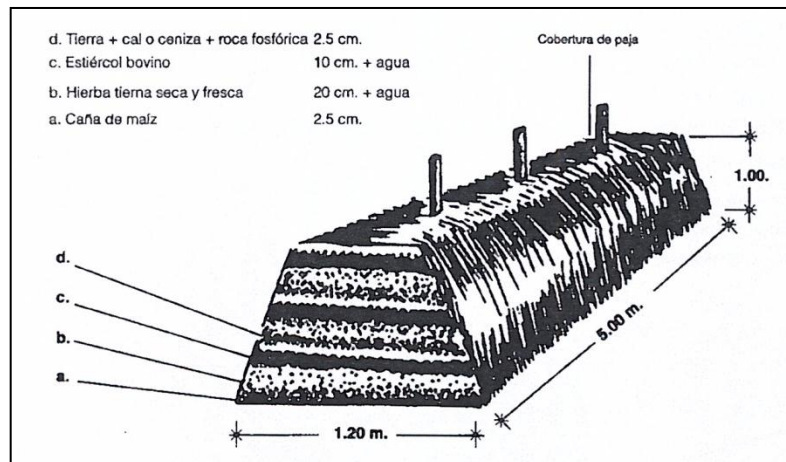


Ilustración 5: Representación del Método de compostaje Pfeiffer
Fuente: Libro de Agricultura Orgánica del Ecuatoriano Ing. Agr. Manuel Suquilanda Valdivieso pág. 195

Método aeróbico PAIN

- 1) Al igual que el método de Pfeiffer se marca el espacio donde se va a elaborar la compostera con la ayuda de 4 estacas y una piola, las dimensiones deben ser las mismas que indicaron en los métodos anteriores.
- 2) Fabricación.
 - a. Coloque una capa de hojas, ramas secas y cama de establo 15 cm de espesor. Apisone el material y aplique agua hasta la saturación.
 - b. Coloque una capa de ramas verdes trituradas con 15 cm de espesor, apisone el material y se aplica agua para obtener una saturación.
 - c. Coloque una capa de tierra mezclada con cal, apisone el materia y coloque agua.

d. Aplique el procedimiento desde el literal a hasta alcanzar una altura de 1 m.

3) Manejo de la compostera:

a. Mantenga el montón siempre húmedo

b. Controle la temperatura

c. Este método no requiere volteo

d. El material tarda entre 4 a 4.5 meses e descomponerse

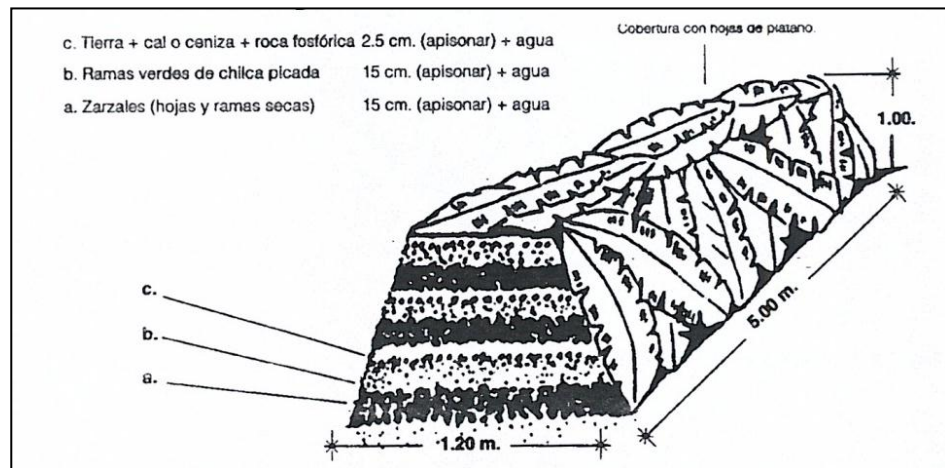


Ilustración 6: Representación del Método de compostaje Pain

Fuente: Libro de Agricultura Orgánica del Ecuatoriano Ing. Agr. Manuel Suquilanda Valdivieso pág. 196

2.7.3 Consideraciones importantes de diseño para el proceso de compostaje

Tchobanoglous, Theisen & Viguil (1994) explican que en todo proceso de compostaje es muy importante tener claro y aplicar las condiciones ambientales de los microorganismos, como son, la temperatura y el pH ya que tienen un importante efecto sobre la supervivencia y sobre el crecimiento de los microorganismos en el proceso de compostaje.

Un crecimiento óptimo se produce dentro de una gama de temperatura y de valores de pH bastante estrecha, aunque los microorganismos pueden sobrevivir dentro de límites mucho más amplios. Ya que con las temperaturas por debajo de las óptimas normalmente tienen un efecto más significativo sobre la tasa de crecimiento bacteriano que las temperaturas por encima de las óptimas.

Se ha observado que las tasas de crecimiento se duplican aproximadamente con cada subida de 10 °C de temperatura, hasta llegar a la temperatura óptima.

Tabla 7: Algunos rangos de temperatura típicos para diversas bacterias

Temperatura °C		
Tipo	Rango	Optimo
Psicrofílicos	-10-30	15
Mesofílicos	20-50	35
Termofílicos	45-75	55

Fuente: Libro Gestión Integral de Residuos Sólidos Volumen II pág. 761.

La concentración de iones de hidrogeno, (pH) no es un factor significativo en el crecimiento de microorganismos en sí mismo, dentro de la gama de 6 a 9 (que representa una diferencia de mil en la concentración de iones de hidrogeno).

Generalmente, el pH óptimo para el crecimiento bacteriano queda entre 6.5 y 7.5. Sin embargo cuando sube por encima de 9.0 o baja por debajo de 4.5, parece que las moléculas, sin disociar de los ácidos débiles o bases pueden entrar en la célula más fácilmente que los iones de hidrógeno y oxidrilo, alterando el pH interno, llegando a dañar la célula.

El contenido de humedad es otro requisito ambiental esencial para el crecimiento de microorganismos. Hay que saber el contenido de humedad

de los residuos que se van a convertir, especialmente si se va a utilizar un proceso seco como el compostaje.

En muchas operaciones de compostaje, ha sido necesario añadir agua para obtener una óptima actividad bacteriana. La adición de agua en los procesos de fermentación anaerobia dependerá de las características de los residuos orgánicos y del tipo de proceso que va a utilizarse.

La conversión biológica de un desecho orgánico requiere que el sistema biológico se encuentre en un estado de equilibrio dinámico. Para establecer y mantener el equilibrio dinámico, el medio debe estar libre de concentraciones inhibitorias de metales pesados, amoníaco, sulfitos y otros constituyentes tóxicos (p,760-761)

Las principales consideraciones de diseño en el proceso de compostaje están completamente relacionadas con la descomposición biológica aerobia de los residuos sólidos y es importante tomar en cuenta los siguientes parámetros:

Tamaño de partículas

Tchobanoglous, Theisen & Viguil (1994) explican que la mayoría de los materiales que conforman los residuos sólidos son de forma irregular. Se puede reducir esta irregularidad sustancialmente mediante la trituración de los materiales orgánicos antes de fermentarlos. También influye en la densidad bruta, la fricción interna, las características del flujo, y las fuerzas de arrastre de los materiales.

Lo más importante es que un tamaño de partículas reducido, incrementa la velocidad de las reacciones bioquímicas durante el proceso de compostaje aerobio; el tamaño más recomendable de las partículas para el compostaje es menor de 5 cm., aunque se pueden fermentar partículas más grandes.

El tamaño de la partícula del material que se fermenta está controlado, en parte, por los requisitos del producto final y consideraciones económicas.

Tabla 8: Consideraciones importantes de diseño para el proceso de compostaje aerobio.

Ítem	Observaciones
Tamaño de partícula	Para obtener resultados óptimos el tamaño de los residuos sólidos debería estar entre 25 y 27 mm
Relación Carbono-Nitrógeno (C/N)	Por masa de entre 25 y 50 son óptimas para el compostaje aerobio. Con relaciones más bajas se emite amoníaco. También se impide la actividad biológica con relaciones más bajas. Con relaciones más altas, el nitrógeno puede ser un nutriente limitante.
Mezcla y siembra	El tiempo de compostaje puede reducirse mediante la siembra con residuos sólidos parcialmente descompuestos, aproximadamente del 1 al 5 por 100 en peso. Se le puede agregar los fangos, el contenido de humedad final es la variable fundamental.
Contenido en humedad	Debería de estar entre el 50 y el 60 por 100 durante el compostaje ya que el valor óptimo parece ser el 55 por 100.
Mezcla/Volteo	Para prevenir el secado, encostramiento y la canalización del aire, el material que está compostándose debería ser mezclado o volteado regularmente o cuando sea necesario.
Temperatura	Debería mantenerse entre 50 y 55 °C durante los primeros días y entre 55 y 60 °C para el resto del periodo de compostaje activo, si la temperatura sube por encima de 66 °C la actividad biológica se reduce.
Control de patógenos	Si se lleva a cabo correctamente, se puede destruir todos los patógenos, hierbas y malas semillas, durante el compost aquí la temperatura debe mantenerse entre 60 y 70 °C durante 24 horas.
Requisitos de aire	El aire por lo menos el 50 por 100 de la concentración del oxígeno inicial restante debería llegar a todas las partes del material que se está compostándose para conseguir resultados óptimos.
Control de pH	Para lograr una descomposición aerobia óptima, el pH deberá estar en un rango de 7 a 7.5, para minimizar la pérdida de nitrógeno en la forma de gas amoníaco, el pH no debería sobrepasar un valor de 8.5
Grado de Descomposición	Puede estimarse mediante la medición de la bajada final temperatura, el grado de la capacidad de auto calentamiento, la cantidad de materia orgánica descomponible resistente en el material compostado, la subida en el potencial redox, la absorción de oxígeno, el crecimiento del hongo <i>Chaetomium gracilis</i> , y el ensayo almidón yodo.
Necesidades del terreno	De 6000 a 8000 m ²

Fuente.- Libro Gestión Integral de Residuos Sólidos Volumen II pág. 772-773.

Relación carbono – nitrógeno.

El rango óptimo para la mayoría de residuos orgánicos está entre 20 y 25 a 1; los fangos tienen relaciones C/N bajas, mientras que los residuos de jardín, tales como hojas, y los periódicos, tienen relaciones C/N relativamente altas. Tchobanoglous, Theisen & Viguil (1994).

Tabla 9: Contenido de nitrógeno y relaciones C/N nominales de materiales compostables seleccionados.

Material	Porcentaje N	Relación C/N^b
Residuos de procesamiento de comida		
Residuos de fruta	1.52	34.8
Residuos mezclados de mataderos	7.0- 10.0	2.0
Pieles de patatas	1.5	25.0
Estiércol		
Estiércol de vaca	1.7	18.0
Estiércol de caballo	2.3	25.0
Estiércol de cerdo	3.75	20.0
Estiércol de aves de corral	6.3	15.0
Estiércol de oveja	3.75	22.2
Fangos		
Fangos digeridos activados	1.88	15.7
Fangos crudos activados	5.6	6.3
Madera y Paja		
Residuos de Aserraderos	0.13	170.0
Paja de avena	1.05	48.0
Serrín	0.10	200.0-500.0
Paja de trigo	0.3	128.0
Madera (Pino)	0.07	723.0
Papel		
Papel mezclado	0.25	173
Papel periódico	0.05	983
Papel marrón	0.01	4.490
Revistas comerciales	0.07	470
Correo basura	0.17	223
Residuos de jardín		
Recortes de césped	2.15	20,1
Hojas (caídas recientemente)	0.5-1	40,0-80,0
Biomasa		
Jacinto de agua	1.96	20,9
Hierba de bermuda	1.96	24

Fuente.- Libro Gestión Integral de Residuos Sólidos Volumen II pág. 775.

Mezcla y siembra

Tchobanoglous, Theisen & Viguil (1994) explican que lo que puede afectar a la mezcla de la porción de la materia orgánica de los residuos sólidos para compostaje, son la relación C/N y el contenido de humedad, normalmente se requiere el análisis en laboratorio para determinar cómo deberían mezclarse diversos materiales orgánicos para su compostaje aerobio. Si la fracción orgánica de los residuos sólidos contiene cantidades significativas de papel u otros sustratos ricos en carbono, se pueden mezclar con otros materiales orgánicos tales como los residuos de jardín, estiércol o fangos de plantas de tratamiento de aguas residuales para proporcionar una relación C/N casi óptima.

Contenido de humedad.

Tchobanoglous, Theisen & Viguil (1994) explican que el contenido de humedad óptimo está en el rango entre 50 a 60 %; la humedad puede ajustarse mediante la mezcla de la materia prima al momento de la fabricación del compost o por la adición de agua. Cuando se encuentra por debajo del 40%, se reduce la velocidad de fermentación.

Mezcla volteo

Tchobanoglous, Theisen & Viguil (1994) explican que la mezcla inicial de los residuos orgánicos es esencial para incrementar o disminuir el contenido de humedad hasta un nivel óptimo. Se puede utilizar la mezcla para conseguir una distribución más uniforme de nutrientes y microorganismos. El volteo del material orgánico durante el proceso de compostaje es un factor operacional para mantener la actividad aerobia.

El volteo puede depender del contenido en humedad, las características de los residuos o de las necesidades de aire, es imposible especificar una frecuencia mínima de volteo o número de vueltas en términos generales. Para un desecho orgánico que tiene una humedad

máxima del 66 por 100 y un periodo de compostaje de 15 días se ha sugerido la primera vuelta en el tercer día. Desde entonces en adelante, se debería voltear cada dos días hasta un total de cuatro o cinco vueltas.

Temperatura

Tchobanoglous, Theisen & Viguil (1994) explican que para obtener mejores resultados, la temperatura debería mantenerse entre 50 y 55 °C durante los primeros días y entre 55 y 60 °C para el resto del periodo de compostaje activo. Si la temperatura sube por encima de 66 °C, la actividad biológica se reduce significativamente.

En los sistemas de compostaje con pilas estáticas aireadas y en biorreactores, se puede regular la temperatura supervisándola y controlando la corriente de aire. Para el compostaje en hilera, solamente puede controlarse la temperatura indirectamente, variando la frecuencia del volteo, basándose en las mediciones de la temperatura.

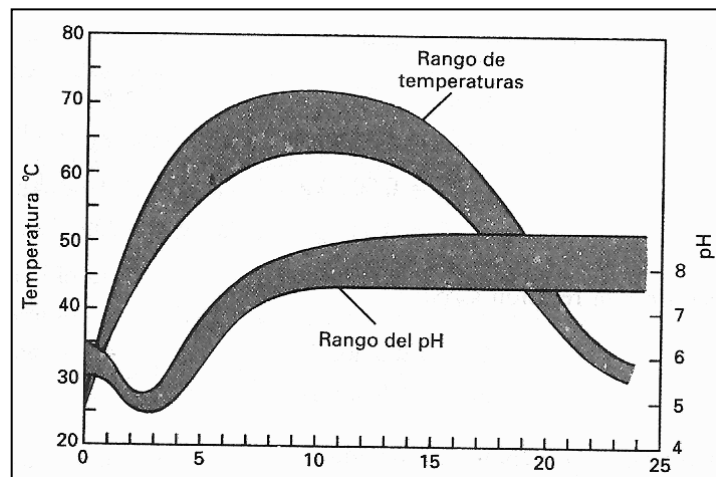


Ilustración 7: Rangos de temperatura y pH típicos observados en el compostaje en hilera

Fuente: Libro Gestión Integral de Residuos Sólidos Volumen II pág. 778.

Control de patógenos

Tchobanoglous, Theisen & Viguil (1994) explican que al realizarse un buen control, se pueden destruir todos los patógenos, hierbas malas y semilla, durante el proceso de compostaje; lo cual es de mucha importancia

porque afectará al perfil de temperatura y al proceso de aireación. Para conseguir esto, la temperatura debe mantenerse entre 60 y 70 °C durante 24 horas; la tasa de mortalidad de los patógenos está en función del tiempo y de la temperatura. En la Tabla 10, se da a conocer que la mayoría de los patógenos serán destruidos rápidamente cuando todas las partes de la pila de compost serán sometidas a una temperatura de aproximadamente 55 °C.

Tabla 10: Temperatura y tiempo de exposición necesario para la destrucción de algunos patógenos y parásitos comunes

Organismo	Observaciones
Salmonella Typosa	Sin crecimiento por encima de 46 °C; muerte dentro de 30 minutos a 55-60 °C y dentro de 20 minutos a 60 °C; destruida en poco tiempo en un ambiente de compost.
Salmonella sp.	Muerte dentro de 1 hora a 55°C y dentro de 15-20 minutos a 60°C.
Sigheillasp.	Muerte dentro de 1 hora a 55 °C.
Escherichiacoli	La mayoría mueren dentro de 1 hora a 55 °C de 15-20 minutos a 60 °C.
Entamoebahistolyticacysts	Muerte dentro de pocos minutos a 45°C y dentro de pocos segundos a 55°C.
Taeniasaginata	Muerte dentro de pocos minutos a 55°C
Trichinellasp. larva	Muerte rápidamente a 55°C e instantáneamente a 60°C.
Brucellaabortus o Br. Suis	Muerte dentro de 3 minutos a 62-63 °C y dentro de 1 hora a 55°C.
Microsoccuspyogenes var. Aureus	Muerte dentro de 10 minutos a 50°C.
Streptococcus pyogenes	Muerte dentro de 10 minutos a 54 °C.
Mycobacterium tuberculosis var. Hominis	Muerte dentro de 15-20 minutos a 66 ° C o después de calentamiento momentánea a 67 °C.
Corynebacteriumdiphtheriae	Muerte dentro de 45 minutos a 55°C.
Nacatoramericanus	Muerte dentro de 50 minutos a 45°C.
Ascarislumbricoides huevos	Muerte en menos de 1 hora a temperaturas por encima de 50°C.

Fuente.- Libro Gestión Integral de Residuos Sólidos Volumen II pág. 779.

Requisitos de aire

Tchobanoglous, Theisen & Viguil (1994) explican que en los procesos de aireación forzada, como el de pila estática, pila aireada y en biorreactores, el requerimiento total de aire y la tasa de flujo de aire son parámetros esenciales de diseño, el aire con por lo menos el 50 por 100 de la concentración del oxígeno inicial restante debería llegar a todas las partes del material que esta compostándose para conseguir resultados óptimos, especialmente en los sistemas mecánicos.

Control de PH

Tchobanoglous, Theisen & Viguil (1994) explican que es otro parámetro importante para evaluar el ambiente microbiano y la estabilización de residuos. El valor del pH, así como la temperatura varían con el tiempo durante el proceso de compostaje. El pH inicial de la fracción orgánica de los residuos sólidos esta normalmente entre 5 y 7 y en los primeros días de compostaje, el pH cae a 5 o menos.

Durante esta etapa la masa orgánica se encuentra a temperatura ambiente, así se comienza con la reproducción de organismos mesofílicos, lo cual ocasiona que la temperatura se eleve aceleradamente.

Entre los productos de esta etapa inicial están los ácidos orgánicos simples que causan la caída del pH; después de aproximadamente tres días, la temperatura llega a la etapa termofílica, y el pH empieza a subir hasta aproximadamente 8 ó 8.5 para el resto del proceso aerobio.

El valor del pH cae ligeramente durante la etapa del enfriamiento y llega a un valor en el rango de 7 a 8 en el compost maduro. Si el grado de aireación no es adecuado, se producirán condiciones anaerobias, el pH caerá hasta aproximadamente entre 4 - 5, y el proceso de compostaje se retrasará.

Grado de descomposición

Tchobanoglous, Theisen & Viguil (1994) explican que no existe una metodología para medir el grado de descomposición.

Los métodos propuestos son:

- Caída final de temperatura
- Grado de capacidad de auto calentamiento
- Cantidad de materia orgánica descomponible y resistente en el material fermentado
- Subida potencial redox
- Captación del oxígeno
- Crecimiento de hongo *Chaetomium gracilis*
- Ensayo almidón-yodo

2.7.3 Medición del control de calidad del proceso de compostaje

Moreno y Moral (2007) explican que el compostaje es el método indicado para estabilizar y desinfectar subproductos orgánicos con la finalidad de valorizar los residuos orgánicos mediante su empleo como enmiendas de suelos o componentes de sustratos de cultivo, pero muy probablemente la última etapa del proceso de reciclado, es decir, la comercialización de los productos obtenidos.

Al emplear productos orgánicos procedentes del compostaje en un suelo sin un debido control, y sin la evaluación de su calidad no mejora las propiedades del suelo

Debería considerarse la calidad a partir de aquellas características que resulten de aplicar un tratamiento que no afecte el medio ambiente, acorde con un manejo adecuado de los residuos y que tenga como objetivo fabricar un producto de aplicación para diferentes tipos de suelos.

Para que se alcance el beneficio ambiental del compostaje y éste llegue a ser una alternativa económicamente viable, el compost producido deberá tener una calidad adecuada a su uso y unas características constantes en el tiempo.

Los requerimientos de calidad del compost deberían ir dirigidos a conseguir: aspecto y olor aceptables; higienización correcta; impurezas y contaminantes a nivel de trazas; nivel conocido de componentes agronómicamente útiles; y, características homogéneas y uniformes. Además, debería poder ser almacenado sin experimentar alteraciones. El destino final del compost influye también en su calidad, ya que cada aplicación o aprovechamiento tiene unas exigencias particulares.

La determinación del mayor número posible de parámetros (físicos, físico-químicos, químicos y biológicos) nos lleva a definir mejor la calidad del producto. Se trata de seleccionar aquel que mejor defina las características del compost en función del uso que se le vaya a dar en su disposición final.

Es un poco difícil establecer unos criterios de calidad para el compost, debido a que su origen y su empleo final son variables. Los diferentes sectores implicados en el aprovechamiento de los residuos orgánicos, y los utilizadores de enmiendas orgánicas en el suelo y medios de cultivo, han seguido orientaciones distintas para elaborar normas de caracterización del compost y establecer parámetros válidos para la evaluación y comercialización de materiales compostados.

La calidad del compost depende esencialmente del uso que se le vaya a dar, su concepto de calidad y su evaluación cobran importancia cuando el compost va a ser utilizado, al suelo, como enmienda orgánica o como mulch.

Aspectos que afectan a la calidad de un buen compost:

1. El material inicial: La calidad del material al iniciar y finalizar el compostaje. Además, materiales con altos contenidos en nutrientes o bajos valores en metales pesados, darán como resultados productos con altos niveles en nutrientes y sin problema en los contenidos en metales pesados.
2. El proceso de compostaje: Para conseguir una higienización del compost se requiere que el material haya pasado por temperaturas que pasen los 60 °C durante cierto tiempo.
3. El almacenaje del producto final: En este caso se deberán cuidar especialmente las condiciones del almacenaje. Las condiciones anaerobias además de generar malos olores, implican la formación de compuestos tóxicos (ácidos orgánicos, alcoholes) para suelos.

Conocer el uso final del compost sirve para identificar los parámetros que se deben tener en cuenta a la hora de evaluar su calidad. Sullivan y Miller (2001) utilizaron como referencia para establecer la calidad del compost los parámetros recogidos en la Tabla 11, en ella se otorga importancia a las distintas características dependiendo del uso final del compost.

También puede servir como referencia la Tabla 12, donde se indica, los parámetros que deben ser considerados

Tabla 11: Parámetros para evaluar la calidad de un compost dependiendo del uso (Sullivan y Miller, 2001).

Parámetro de calidad	Uso			
	Sustrato para semillero	Ventas como sustrato	Enmienda o abono orgánico	Mulch
Respuesta al crecimiento	++	++	++	-
Contenido en nutrientes	-	+	+	-
H. sales solubles.	++	++	+	+
Color – olor	++	++	+	+
Presencia de inertes	+	++	-	-
Maduración – Estabilidad	++	++	+	+
Tamaño de partículas	++	+	+	

- Baja importancia: (+) moderada importancia; (++) alta importancia

Fuente: Libro Compostaje – Ediciones Mundi Prensa (Madrid – México 2011) pág. 289.

A continuación se muestran los parámetros más importantes que se debe analizar en el proceso de compostaje

Tabla 12: Parámetros claves para la certificación de calidad de un compost (Woods EndResearchLab, Inc. 2001).

	Sustrato semillero	Sustrato contenedor	Enmienda Jardines	Mezcla con suelo	Mulch	Fertilizantes natural
pH, Humedad	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Índice Maduración	✓	✓	✓	✓		
Materia Orgánica	✓	✓	✓	✓	✓	
Sales Solubles	✓	✓	✓	✓	✓	
Minerales	✓	✓	✓			✓
Densidad	✓	✓			✓	✓
Crecimiento cultivo	✓	✓	✓	✓		✓

Fuente: Libro Compostaje – Ediciones Mundi Prensa (Madrid – México 2011) pág. 290.

2.7.3.1 Parámetros en el control de calidad en las propiedades físicas del compost

Para un debido control de calidad en elaboración de un mecanismo de aprovechamiento de residuos a base de compost se deberá tomar en cuenta parámetros que afectan en las propiedades Físicas, Químicas y Biológicas de este proceso lo cual se detalla a continuación en la Tabla 13.

Tabla 13: Parámetros de calidad del compost

PROPIEDAD	PARÁMETRO	INFORME SOBRE
PROPIEDADES FÍSICAS	Densidad aparente	Transporte, manejo y aplicación
	Color	Aceptación.
	Olor	Aceptación, higiene e impacto ambiental
	Humedad	Transporte y manejo
	Granulometría	Manejo, aceptación y efectos sobre el suelo/sustrato.
	Capacidad de retención de agua.	Efectos sobre el suelo/sustrato y ahorro de agua.
	Contaminantes inertes.	Aceptación, impacto ambiental y seguridad.
PROPIEDADES QUÍMICAS	Contenido y estabilidad de la materia orgánica.	Efectos sobre el suelo/sustrato, sobre los vegetales, y aceptación.
	Nutrientes minerales.	Efectos sobre el suelo/sustrato y sobre los vegetales.
	Contaminantes.	Salud, efectos sobre el suelo/sustrato y sobre los vegetales, e impacto ambiental.
	Sales solubles.	Efecto sobre el suelo/sustrato y sobre los vegetales, e impacto ambiental
	pH	Disponibilidad de nutrientes.
PROPIEDADES BIOLÓGICAS	Patógenos.	Salud e impacto ambiental.
	Semillas de malas hierbas.	Efectos sobre el suelo/sustrato y sobre la producción.

Fuente: (Soliva, 2001).

Densidad aparente

Moreno & Moral (2007) explican que la comercialización del compost se realiza en muchas ocasiones en volumen, en este caso es necesario tener muy en cuenta la densidad aparente, relación entre el peso del material y el volumen ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$). La mayor parte de los compost presentan una densidad aparente entre 400 y 700 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Aparte de la humedad del producto, la densidad aparente se ve afectada por la distribución del tamaño de partículas, el contenido en materia orgánica y su grado de descomposición.

La densidad se incrementa con el tiempo de compostaje, como consecuencia de una mayor descomposición y una reducción del tamaño de las partículas.

Granulometría y porosidad

Moreno & Moral, 2007 indican que la granulometría o la distribución porcentual del tamaño de las partículas es necesario para conocer el grado de descomposición del material y determinar sus posibles usos en agricultura y jardinería. Normalmente, está dentro del valor de (90% superior a 25 mm).

El compost es sometido a un proceso de cribado final para evitar partículas de gran tamaño, que pueden llegar a interferir el inicio del proceso. Las partículas de tamaños finos también pueden limitar la utilización para aplicaciones como componentes de sustratos o enmiendas de campos deportivos, donde se requiere un drenaje rápido.

La porosidad o el espacio poroso total, es el volumen total del material no ocupado por partículas orgánicas ni minerales. La porosidad puede ser intraparticular, cuando los poros se sitúan en el interior de las partículas

sólidas, o interparticular, cuando es entre las distintas partículas. La primera depende esencialmente de la naturaleza física y química del material y la segunda del tamaño de partículas y de su distribución (Martínez, 1992). Un nivel adecuado de porosidad es aquel que se sitúa por encima del 80% en volumen.

Olor

La presencia de olores desagradables puede indicar que el producto se encuentra en fases iniciales del proceso o que éste ha sufrido condiciones anaerobias. Los malos olores son debidos a la descomposición de ácidos orgánicos (ácido acético, ácido propiónico, butírico, etc.) en las primeras etapas de la fase bio-oxidativa (Costa y Col, 1991) y, las condiciones anaerobias producen la formación de amoníaco y ácido sulfhídrico, causantes de los malos olores.

No todos los productos malolientes se producen anaeróbicamente. El amoníaco origina un olor común que puede producirse en condiciones de ausencia o ida de oxígeno. Bajo condiciones de pH bajo, el exceso de N en mezclas de relación C/N baja, el NH_3 permanece en solución como ion amonio acuoso (NH_4^+), pero en condiciones de pH altos mayores a 8,5% predomina en la forma volátil NH_3 . Aparte del rechazo de un compost con mal olor, muchos de los ácidos orgánicos olorosos pueden ser también tóxicos para las plantas (Rynk y Richard, 2005).

Los malos olores deben desaparecer al final del compostaje, siendo el olor de un compost maduro semejante al de la tierra mojada (Henry y Harrison, 1996).

Color

La descomposición de los materiales frescos hace que el color de éstos se oscurezca, llegando el producto final a un color marrón oscuro, casi negro. El color final depende principalmente del material inicial, así, compost procedentes de residuos verdes tienen frecuentemente un color negro oscuro, mientras que los procedentes de estiércoles son generalmente más marrones. Pero no solo el material inicial influye en el color del compost final, si el sistema de compostaje ha sido en pilas estáticas, la no homogeneización del producto durante el proceso hace que éste presente distinta coloración en distintos puntos de la pila de compostaje.

Contenido en inertes

Moreno y Moral (2007) indican que el compost se produce a partir de materiales residuales que no siempre están libres de materiales inertes considerados como inertes o impurezas. Dichas impurezas, plásticos y vidrios fundamentalmente, deben ser evaluadas por tamizado entre 4 y 2 mm y ser cuantificadas

2.7.3.2 Parámetros de control de calidad en las propiedades químicas del compost

PH

Moreno & Moral (2007) explican que este parámetro ha sido considerado en numerosas ocasiones como indicativo de la evolución del proceso de compostaje. De forma general durante el compostaje, el pH desciende inicialmente como consecuencia de la formación de ácidos orgánicos de bajo peso molecular y a medida que el proceso avanza, el valor de pH va aumentando gradualmente hasta valores constantes que oscilaran entre 6,5 y 8,5, dependiendo del material.

Conductividad eléctrica (CE) y elementos solubles

Moreno y Moral (2007) explican que la conductividad eléctrica no proporciona información específica sobre las clases de sales presentes, pero es un excelente indicador de la presencia de sales solubles que existen en el compost.

Los efectos del aporte de exceso de sales al suelo, debido a enmiendas orgánicas, tienen carácter acumulativo si las sales son poco solubles o el suelo tiene drenaje deficiente. Por ejemplo la acumulación de sales de sodio puede tener consecuencias directas sobre la estructura del suelo y producir un deterioro importante sobre las propiedades físicas de los suelos.

Contenidos de carbono orgánico total y relación C/N

La concentración de carbono orgánico total de un compost es un indicador de su concentración en materia orgánica y por tanto un índice de calidad del compost. Dicho carbono orgánico se evalúa fundamentalmente por dos medios: oxidación o combustión. El método tradicional de Walkley-Black proporciona una estimación del carbono orgánico en una oxidación química parcial del carbono orgánico total y está calibrado para la materia orgánica del suelo que no es completamente igual a la materia orgánica de un compost. Por ello, el método de combustión es el recomendable porque es más seguro y preciso que la determinación de Walkley – Back (Sullivan y Miller, 2001).

Moreno y Moral (2007) explican que la relación C/N se usa tradicionalmente como índice para determinar la madurez y estabilidad de la materia orgánica. Aunque numerosos autores establecen el valor óptimo de esta relación en 20, ésta dependerá de la naturaleza química del material. Cuando el carbono está presente en formas resistentes a la degradación

(ligninas, celulosa, hemicelulosa) la relación C/N puede superar el valor de 20 sin perjuicio sobre las plantas. Los daños se deben principalmente a la inmovilización del nitrógeno del medio o la baja disponibilidad de oxígeno como consecuencia de la actividad microbológica.

Capacidad de intercambio catiónico

Moreno y Moral (2007) explican que el valor de la capacidad de intercambio catiónico (CIC), definida como la suma de cationes que pueden ser adsorbidos por unidad de peso del compost, refleja los cationes que están disponibles para la planta y que no son lixiviados por efecto del riego.

Los orígenes de las cargas negativas de un compost son las disociaciones de los grupos funcionales de las estructuras carbonadas de la materia orgánica (OH y COOH, entre otros). Se trata de cargas variables dependientes del pH, por lo cual un aumento de pH conlleva un incremento de la CIC. Como la mayor parte de los compost tiene pH entre 6 y 8, la determinación de la CIC se realiza con una disolución tamponada a pH=7.

La capacidad de intercambio catiónico normalmente aumenta conforme lo hace el proceso de compostaje, debido no sólo a la acumulación de materiales que aportan carga negativa, como los derivados de la lignina, sino también por el aumento de grupos fenólicos y carboxílicos (Lax y Col., 1986). Por este motivo, ha sido ampliamente estudiada como potencial indicador de la maduración de un compost (Iglesias-Jiménez y Pérez-Gracia, 1989; Inbar y col., 1993; (Bernal y Col., 1996; Butler y Col., 2001).

Nitrógeno total

El contenido de Nitrógeno total del compost es función directa de los materiales iniciales del proceso de compostaje y de las condiciones de maduración y almacenaje.

Es necesario conocer la concentración de Nitrógeno total del compost para realizar una correcta dosificación en el suelo, puesto que el nitrógeno es un elemento con un gran número de formas con impacto ambiental grave. Varias de ellas (NH_3 , N_2O , NO y NO_2) son gaseosas y su emisión colabora al efecto invernadero y a la formación de lluvias ácidas (Gil-Sotrés, 2001).

La forma y la cantidad del Nitrógeno presente en formas inorgánicas pueden ser buenos indicadores de la madurez de un compost, el cual también resulta interesante para estimar el Nitrógeno disponible para la planta y aportado por el compost.

Elementos potencialmente tóxicos

La presencia de metales pesados es totalmente inseparable a los residuos empleados en el proceso de compostaje, la calidad comienza en el momento que el contaminante entra en el compost.

Como primer paso es necesario adoptar un sistema de clasificación de los residuos y evitar contaminaciones en las propias plantas. La identificación química del compost debe completarse con la valoración de la concentración de los diferentes contaminantes orgánicos.

La mayoría de los contaminantes orgánicos intervienen en procesos bioquímicos y fisiológicos comunes a una serie de organismos. De esta manera se convierten en contaminantes de alto riesgo incluso a bajas concentraciones. La presencia de los contaminantes orgánicos, productos de

degradación y sus isómeros en el medio ambiente puede inducir reacciones aditivas e incluso sinérgicas (Lacorte y Col. 2001).

Seguimiento y control de calidad

Los sistemas de clasificación y la conciencia general del reciclado han contribuido a mejorar las materias primas para realizar un proceso del proceso de compostaje. En la actualidad se ha desarrollado una industria privada, con visión de negocios, que comienzan a rentabilizar sus inversiones ofreciendo compost de calidad en sectores como los viveros, la jardinería y campos deportivos, que exigen productos de características constantes y calidad contrastada.

Tabla 14: Parámetros de calidad, unidades y referencia de métodos (Europeancommission, 2001). WorkingDocument: BiologicalTreatment of Biowaste. 2nd. Draft).

Parámetro	Unidades	Método Fuente
Toma de muestra		UNE-EN12579:2000
Determinación de cantidad	Kg.m ⁻³	UNE-EN12580:2000
Preparación de la muestra		UNE-EN13040:2001
Humedad	% sobre materia fresca	UNE-EN13040:2001
Materia orgánica total	% (s.m.s)	UNE-EN13039:2001
Densidad aparente	Kg/m ³ sobre materia fresca	UNE-EN 12580:2000
pH (H ₂ O) (Ext. 1/5)	Unidades de pH	UNE-EN 13037:2000
Conductividad Eléctrica	mS/m	UNE-EN 13038:2001
Elementos solubles en agua	mg/L	UNE-EN 13652:2001
elementos solubles en	mg/L	UNE-EN 13651:2001
Cloruro cálcico /DTPA		
Elementos solubles en agua regia	mg/kg	UNE-EN 13650:2001
Nitrógeno	mg/kg (s.m.s.)	
Relación C/N		
Contenido de impurezas	% (s.m.s.)	
Índice de respiración	mg O ₂ /kg VS/h	ASTM D 5975 - 96
Actividad respirométrica	mg O ₂ /g (s.m.s.)	
a los 4 días (AT ₄)		
Salmonella spp,	Ausencia en 25 g de producto terminado	UNE-EN-ISO 6579
Escherichiacoli	NMP por g de producto	ISO 7251
Metales pesados: Cd, Cr,	mg/kg (s.m.s)	
Ca, Ni, Pb, Zn.		
Metales pesados: Hg	mg/kg (s.m.s.)	
PAH ₆	mg/kg (s.m.s.)	ISO 13877
PCB ₆	mg/kg (s.m.s.)	CD 10382

Frecuencia de análisis:

- a) Dos veces al año para plantas que producen 500 y 1.000 t/año.
- b) Para plantas que producen entre 1.000 y 10.000 t/año, cada tres meses o cada 1.000 compost producido.

Para plantas de más de 10.000 t/año los controles deben ser mensuales.

Fuente: Libro Compostaje – Ediciones Mundi Prensa (Madrid – México 2011) pág. 301.

2.8 Aplicación del compost

Según la época en la que se aporta a la tierra y al cultivo, el compost se puede aplicar de la siguiente manera:

Compost maduro: Es aquel que está muy descompuesto y puede utilizarse para cualquier tipo de cultivo pero para cantidades iguales tiene un valor fertilizante menos elevado que el compost joven. Se emplea en aquellos cultivos que no soportan materia orgánica fresca o poco descompuesta y como cobertura en los semilleros.

Compost joven. Se encuentra poco descompuesto y se emplea en el abonado de plantas que soportan bien este tipo de compost (patata, maíz, tomate, pepino o calabaza).

La elaboración de mantillo o compost está indicada en los casos en que la transformación de restos de cosechas en el mismo lugar es complicada, debido a que existe una cantidad muy elevada de restos de la cosecha anterior, que dificultan la implantación del cultivo siguiente o se trata muchas veces de residuos muy celulósicos, con una relación C/N alta, lo que se traduce en un bloqueo provisional del nitrógeno del suelo.

A continuación en la Tabla N°15 se representa la eficiencia de los materiales utilizados en tres tipos de métodos de compostaje.

Tabla 15: Nivel de eficiencia de los materiales compostados

Modelo	Residuos x compostar/ kg	Compost Obtenido/ kg	Eficiencia x c/1000 kg%
Indore	14000	5.600	40
Pfeiffer	130003	900	30
Pain	12000	3600	30

Fuente: Libro de Agricultura orgánica del Ecuatoriano Ing. Agr. Manuel Suquilanda Valdivieso pág. 199

En la Tabla 16 se representa el volumen de la materia orgánica cuando se inicia un proceso de compost y los valores de volúmenes de la materia descompuesta, así se puede observar el porcentaje de reducción de peso.

Tabla 16: Volúmenes de material compostado al inicio del proceso y volumen tonelada de compost al final del proceso

Modelo	Volumen al inicio del proceso/ m3	Volumen por tonelada compost/m3
Indore	12.48	1.75
Pfeiffer	12.48	1.95
Pain	12.48	2.00

Fuente: Libro de Agricultura orgánica del Ecuatoriano Ing. Agr. Manuel Suquilanda Valdivieso pág. 200

Aplicaciones específicas:

Para mejorar la estructura del suelo y fertilizarlo es suficiente con 1 kg., por metro cuadrado, el grosor de la capa puede ser de alrededor de 1 cm además ayuda a conservar la humedad y evita el crecimiento de malas hierbas si se aplica en capa.

En una parcela se aconseja aplicarlo 2 meses antes de sembrar o plantar. Se entierra entre surcos y se labra ligeramente. En caso de transplante se deposita en los agujeros que se realizan para dicho fin. En la mayoría de las hortalizas como la lechuga, zanahorias, remolacha, rábano, se aplica una capa de 1-2 cm de grosor o de 1-3 kg por metro cuadrado.

En el momento en que las plantas inician el período de mayor crecimiento se puede esparcir compost y tierra a partes iguales en la superficie del suelo.

Para las flores en un jardín, el compost se puede utilizar, ya sea en maceteros o sobre suelo directo lo cual se recomienda utilizar una mezcla de compost y tierra a partes iguales, a razón de 1 kg por metro cuadrado.

En el caso de tratarse de macetas se aconseja mezclar una parte de compost por cada tres de tierra. Resulta excelente en cualquier época del año aplicar una capa de 2 ó 3 cm de espesor alrededor de las flores para controlar las malas hierbas y conservar la humedad.

Para la plantación de césped se debe preparar un buen lecho de siembra aplicando compost en dosis de 3 a 5 kg por metro cuadrado. Se debe mezclar bien el compost con la tierra trabajando el suelo hasta profundidades de 15 cm., y para el mantenimiento del césped se debe incorporar compost fino en dosis de 1 kg por metro cuadrado en primavera-verano.

Una vez implantado el césped se puede esparcir una fina capa de compost sobre la hierba y pasar el rastrillo ligeramente.

Para acondicionar y mantener un jardín se recomienda aplicar anualmente una capa entre 2-7 cm de compost maduro sobre el suelo. Se puede aplicar una o dos veces al año en función del estado de fertilidad y del mejoramiento que el suelo necesita.

2.8.1 Efectos Físicos en la aplicación del compost en el suelo

Moreno & Moral (2007) explican que el suelo es la parte más superficial de la corteza terrestre, en donde los reinos animal y vegetal establecen una relación íntima con el reino mineral. Los vegetales toman del suelo agua y nutrientes, los animales elaboran su propia materia a partir de vegetales. Los residuos de animales y vegetales vuelven al suelo, constituyendo su materia orgánica, que se descompone por la acción de

microorganismo en un proceso continuo de humificación y mineralización, que a escala regional, depende de los factores formadores (clima, tiempo, vegetación, relieve y material original) y a escala local, del régimen hídrico y térmico de sus suelos.

Se deduce que la adición al suelo de enmiendas orgánicas puede ser considerada una buena práctica de manejo para el mantenimiento o para la recuperación de la fertilidad del suelo en condiciones climáticas si se consigue los siguientes objetivos:

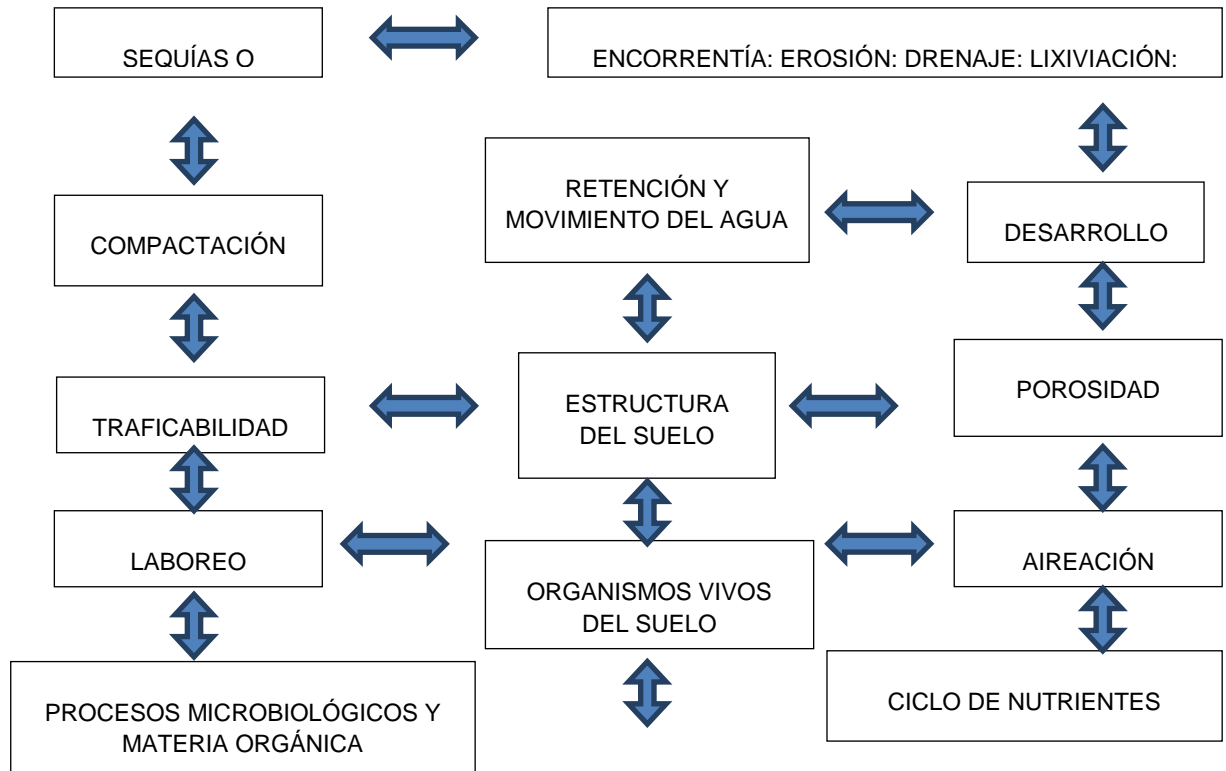
- Disminuir la compactación del suelo para facilitar su exploración por las raíces de las plantas.
- Mejorar la estabilidad de los agregados como un indicador del mantenimiento de la arquitectura porosa del suelo y de la resistencia a la degradación superficial del suelo por sellamiento.
- Aumentar la capacidad de almacenamiento de agua utilizable por las plantas para evitar los riesgos de estrés hídrico temporal.
- Aumentar la capacidad de almacenamiento de agua a saturación para mejorar la capacidad de infiltración de los suelos, retardando con ello los riesgos de encharcamiento.
- Mejorar la velocidad de infiltración del agua en el suelo para disminuir los riesgos de encharcamiento, las pérdidas de agua y nutrientes por escorrentía, y la pérdida de suelo por erosión hídrica.

Efectos sobre la compactación del suelo

Moreno & Moral (2007) explican que la compactación del suelo (ver Ilustración 8) es un proceso degradativo de su estructura que está directamente ligado a las técnicas utilizadas para su manejo y fundamentalmente a las de trabajo del suelo, siendo la traficabilidad una medida de su capacidad para soportar cargas estáticas o dinámicas muy importante, relacionadas con la estructura del suelo, depende de la textura,

de la mineralogía del suelo, de su contenido en materia orgánica, del volumen de agua almacenado en el suelo y de su velocidad de drenaje.

Ilustración 8: Estructura del suelo y su proceso



Fuente del libro Compostaje – Ediciones Mundi Prensa (Madrid – México 2011) pág. 309.

Debe considerarse como causa de compactación la erosividad de las precipitaciones, que al dar lugar a sellamientos y a depósitos de sedimentos de elevada densidad aparente, altera la traficabilidad del suelo y aumenta las resistencias para la transferencia de masa y de energía, lo cual da lugar a una deficiente gestión de los recursos, con pérdida de suelo, de agua y de nutrientes, dificultando cada vez más los procesos biológicos en su interior, el desarrollo radicular y, en definitiva, la revegetación del suelo (Kay y Angers, 2002).

Al ser la materia orgánica un regulador de la elasticidad de los suelos, a través de su efecto amortiguador de cargas y de su acción estabilizante de la estructura de cada suelo según su textura y su mineralogía, se entiende que la adición de enmiendas orgánicas (compostadas o no) en la superficie

o en el interior del perfil del suelo haya sido una de las técnicas de manejo del mismo, más ensayadas para la lucha contra la compactación de los suelos agrícolas y contra la aceleración del proceso de erosión hídrica en suelos con abandono de cultivos.

Ingelmo e Ibáñez (1998), Holz y Col. (2000) y García Camarero (2000) demuestran que la enmienda del suelo mediante un acolchado orgánico de compost de lodos anaerobios o de compost de residuos sólidos regula la energía de impacto de las gotas de lluvia facilitando su infiltración en el suelo, con lo cual disminuye la pérdida de suelo por erosión hídrica y aumentan las posibilidades de revegetación natural de la superficie del suelo.

La densidad aparente del suelo es un parámetro físico que sirve para evaluar el grado de compactación de un suelo, ya que mide la masa de partículas por unidad de volumen aparente.

Como puede observarse en la Tabla 17, la adición de estas enmiendas orgánicas en la superficie del suelo según las fuentes consultadas, da lugar a reducciones de su densidad aparente del 5 al 45 % con relación al control sin enmienda, dependiendo de la dosis de enmienda y de las características texturales del suelo.

En cuanto a la porosidad total se citan incrementos entre el 5,5 % y el 46,9 %, con menores incrementos a medida que la textura es más arcillosa y en experimentos desarrollados en campo, dependiendo más de la dosis aplicada y del modo de incorporación al suelo que del tipo de enmienda orgánica (Bronick y Lal, 2005).

En cuanto a los cambios en la distribución por tamaños de los poros, la mayor parte de las fuentes coinciden en que la aplicación continuada de enmiendas orgánicas da lugar a un incremento de la macroporosidad del suelo (poros de diámetro equivalente $\varnothing > 15-30 \mu\text{m}$), siendo mayor el efecto inicial en suelos de textura gruesa y más permanente y regular en los suelos

de textura arcillosa, en los cuales produce un alargamiento general de los poros, y a la formación de poros irregulares cerrados, semicerrados o abiertos, que juegan un papel importante en la actividad biológica del suelo y en el secuestro de carbono orgánico (Marinan y Col. 2000).

Tabla 17: Incrementos relativos de la densidad aparente del suelo y de su porosidad como consecuencia de la aplicación de enmiendas orgánicas.

$$IRDA = (DA_C - DA_E) \cdot 100 / DA_C; IRPT = PT_E \cdot 100 / PT_C;$$

C = Control sin enmienda orgánica; E = Tratamiento con enmienda orgánica.

Textura del suelo	Duración ensayo	Desarrollo	Tipo de enmienda	Dosis	IRDA %	IRPT %	Fuente
Franco	4 años	Campo	Compost	25 t/ha	-19,8	+22,2	Celik y col, 2004
Arcillosa			Estiércol		-15,1		
Franca	< 1año	Campo	Compost de lodos y aserrín	39t/ha	-12,4	+11,0	Aggelides y Londra (2000)
				78t/ha	-17,5	+27,0	
				156t/ha	-19,7	+32,8	
Arcillosa			Compost de lodos	39t/ha	-6,3	+5,5	Tester (1990)
				78t/ha	-12,5	+8,5	
Arenosa	<1 año	Campo		156t/ha	-16,1	+9,9	
				240t/ha	-45,0		Marinari y col. (2000)
Franco	8 meses	Campo	Vermicompost de lodos				García – Orenes y col. (2005)
Arcillo				10t/ha	-4,7	+24,2	
Arenosa							
Franco	2 años	invernadero	Estiércol				
Arcillo			Lodos de depuradora	10t/ha	-7,4	+46,9	
Limoso				3%	-16,6		
Franco				5%	-24,1		
Limoso				3%	-18,1		
				5%	-21,7		

Fuente: Libro Compostaje – Ediciones Mundi Prensa (Madrid – México 2011) pág. 311.

Efectos sobre la estabilidad de los agregados del suelo

(Kay y Angers 2002) explican que el efecto de la adición de materia orgánica al suelo, sobre la estabilidad de sus agregados depende del método de incorporación y de la dinámica de su descomposición, ya que condicionan su localización en el perfil del suelo y la mayor o menor asociación con las partículas minerales, y por lo tanto, la mayor o menor estabilidad de los productos orgánicos transformados y su papel sobre la estabilidad de la porosidad del suelo.

Los cambios en la estabilidad de agregados del suelo debidos a la colocación de la materia orgánica son atribuidos a cambios en los contenidos de materia orgánica particulada, en los de polisacáridos y en los de lípidos, que son materiales frágiles y de actividad transitoria que solo representan una fracción del Carbono total del suelo y del Carbono añadido con la enmienda orgánica, dependiendo directamente de la dosis aplicada, y de su transformación por la actividad microbiana) unidos preferentemente a la fracción de macroagregados ($0 > 200-250 \mu\text{m}$). Por ello, la medida del efecto de una o varias aplicaciones de enmiendas orgánicas sobre dicha estabilidad de macroagregados es muy dependiente del tipo de enmienda, de la dosis aplicada y del período de muestreo

Dinel y Col. (1992) sugieren que durante la descomposición de los materiales orgánicos añadidos al suelo, en condiciones de alta temperatura y bajos contenidos de agua en el suelo, puede producirse un incremento del contenido en compuestos alifáticos de cadena larga, asociados a grasas y lípidos, que al originar cambios físicos y biológicos debido a la hidrofobicidad de estos productos, al unirse a metales polivalentes, contribuirían a un aumento relativo de la estabilidad de agregados. Este hecho también se podría producir durante el compostaje de algunas enmiendas orgánicas.

Efectos sobre la retención y el almacenamiento de agua del suelo

La adición al suelo de enmiendas orgánicas provoca aumentos, tanto de la capacidad de retención del agua, entendida como el tiempo que el agua infiltrada en el suelo se mantiene en niveles útiles para el consumo de las plantas, como de su capacidad de almacenamiento a saturación, a capacidad campo, en el punto de marchitamiento permanente y de agua útil para el consumo de las plantas.

Esto se deriva directamente del efecto que dichas enmiendas orgánicas ejercen al mezclarlas con el suelo en condiciones de campo o ensayos de incubación, que están estrechamente ligadas al modo cómo los agregados al suelo conforman una estructura con un reparto equilibrado de sus poros entre macro, meso y microporos (Kay y Angers, 2002) y a cómo dichos cambios estructurales se mantienen estables frente a los procesos degradativos del manejo de la erosión hídrica y del fuego (Ingelmo y Col., 2007).

La capacidad de almacenamiento de agua en el suelo se determina a diferentes valores de potencial hídrico para obtener la denominada curva característica de humedad del suelo. Los valores más interesantes son los de saturación (que nos indica la porosidad total de la muestra de suelo) y los de capacidad de campo (determinado en muestra no alterada equilibrada con un potencial hídrico de 20 kPa) y punto de marchitamiento permanente (determinado en muestra alterada equilibrada con un potencial hídrico de 1.500 kPa). La capacidad de agua útil se determina por diferencia entre estos dos valores.

Efectos sobre la infiltración, la escorrentía y la erosión hídrica del suelo

Las acciones para atenuar la escorrentía superficial deben dirigirse al control de los parámetros que tienen influencia sobre sus mecanismos de generación, que se detalla a continuación:

- El sellamiento de la superficie del suelo.
- El almacenamiento de agua en el suelo.
- La capacidad de retención del agua en el suelo.

2.8.2 Efectos químicos en la aplicación del compost.

Moreno y Moral (2007) explican que la materia orgánica factor importante y fundamental, otro aspecto importante relacionado con la utilización de compost procedente de los residuos orgánicos es la tendencia de cambio climático. Existe una relación directa entre la tendencia de cambio climático y el incremento de los procesos de degradación del suelo y desertificación.

La degradación y erosión del suelo liberan a la atmósfera grandes cantidades del dióxido de carbono fijado en el humus, aumentando enormes cantidades emitidas por el uso de combustibles fósiles.

La composición de la materia orgánica del suelo (MOS) varía enormemente en función de las condiciones climáticas y de la tipología del suelo pero como composición química general, se puede considerar la siguiente: sustancias húmicas complejas, 65 %; ácidos grasos, ceras, resinas y aléanos, 15 %; compuestos nitrogenados (proteínas, péptidos, aminoácidos, amino-azúcares, pirimidinas), 10% y, distintos tipos de carbohidratos sobre todo polisacáridos, 10 %.

Efecto sobre la capacidad de intercambio iónico

El suelo es un sistema complejo y disperso en el que interaccionan fases sólidas, líquidas y gaseosas, con muy distintas propiedades y que además se ven afectadas por las distintas condiciones de temperatura, presión y balances energéticos que le afectan por su condición de interfase de la superficie terrestre.

Moreno y Moral (2011) indican que la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) se define como la capacidad que tiene el suelo de retener e

intercambiar cationes. Se determina por el número de cationes que pueden ser fijados en el complejo de cambio y hasta fechas recientes se medía en miliequivalentes/100 gramos de suelo (1 miliequivalente = 0,001 g de H) aunque actualmente la unidad de medida generalmente utilizada es la de moles de iones de carga positiva adsorbidos y que pueden ser intercambiados por unidad de masa seca. En unidades del Sistema Internacional la CIC se expresa en centimoles de carga positiva por kilogramo: $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$.

La CIC depende de la cantidad y calidad de la materia orgánica y también de la cantidad y tipo de arcillas. La mayor capacidad de intercambio corresponde a las montmorillonitas, las illitas son intermedias y las caolinitas son las de menor capacidad. Como se ha indicado, en algunos casos también puede presentarse capacidad de intercambio amónico (CIA), pero siempre apreciablemente menor que la CIC.

En el conjunto del suelo, la contribución a la capacidad de intercambio entre el componente mineral y el orgánico varía ampliamente en función de la textura y de la composición mineralógica, se considera que la fracción orgánica contribuye sustancialmente a las posiciones de carga variable (dependientes del pH) de la CIC.

Efectos sobre la regulación del pH y la retención de iones

Moreno y Moral (2007) indican que el valor pH o potencial hidrogeno nos indican sobre la proporción relativa de iones hidrogeno H^+ y de iones hidróxidos OH^- en la solución del suelo. Existe una elevada correlación entre los valores de pH y el porcentaje de saturación por bases del complejo iónico, el pH del suelo es elevado cuando el complejo está saturado de bases y es reducido o ácido cuando esta desaturado y abundan los iones H^+ retenidos en posiciones de intercambio.

En general los compost maduros tienden a estabilizarse en valores de pH neutros o ligeramente básicos. En los suelos ácidos los compost actúan elevando el pH por lo que, además de mejorar las condiciones microbiológicas, mejoran las condiciones de disponibilidad de nutrientes y por ello, en algunos casos se suelen utilizar como enmiendas o mejorativas.

En los suelos neutros o básicos, la adición de compost maduros no provoca cambios apreciables de pH aunque es previsible que contribuya a la mejora del poder amortiguador del suelo, dicho poder amortiguador depende del efecto que produzca el compost en la modificación del complejo de adsorción. Este efecto es muy importante cuando los compost son maduros y, con las dosis adecuadas se ha dado pie al desarrollo de tecnologías de uso de los suelos como sistemas de filtración y de depuración de sustancias tóxicas debido a su efecto sobre la capacidad de retención iónica y de amortiguación química.

Efecto sobre la nutrición nitrogenada

Moreno y Moral (2007) explican que la utilización de residuos orgánicos aporta una gran ventaja por su comportamiento como fuente de nitrógeno de liberación lenta.

Los compost y los residuos sólidos orgánicos dan lugar a una evolución lenta de transformación de iones amonio a nitratos, el nitrógeno orgánico que no es mineralizado en los periodos iniciales después de su aplicación, queda almacenado en el suelo y posteriormente es liberado progresivamente en los siguientes cultivos.

La velocidad de liberación del nitrógeno varía enormemente con los distintos tipos de desecho (Castro y col., 2006). Un factor clave es la relación C/N y se considera óptima cuando ésta se sitúa entre valores de 30:1 a 35:1 (Sikora y Szraidt, 2004). Sin embargo la tasa concreta de mineralización de cada desecho es muy variable y a priori es difícil de establecer. A parte de

algunas características con valor indicador del compuesto el único procedimiento realmente preciso es la realización de laboriosos experimentos de mineralización en condiciones controladas de invernadero o laboratorio. Sin embargo cabe indicar que dos factores que afectan a la mineralización y liberación del nitrógeno orgánico de los residuos y compost, son los mismos parámetros que inciden en la mineralización del nitrógeno orgánico del suelo. Estos son la humedad, la temperatura, el pH, la aireación y la salinidad.

Los niveles de humedad influyen con una pauta similar a la temperatura. Se considera en general que el intervalo óptimo de mineralización se sitúa entre 10 y 35 °C. En este intervalo la mineralización se duplica por cada 10 °C de incremento.

El pH influye directamente en la actividad de los microorganismos encargados de la amonificación y posterior nitrificación. El intervalo de pH óptimo, se sitúa en condiciones neutras o de ligera acidez o basicidad (5-7.4). La aireación adecuada, que proporciona oxígeno suficiente, al igual que el pH, favorece la actividad microbiana, acelerando la mineralización la cual se inhibe fuertemente en condiciones de anaerobiosis.

La salinidad del suelo o del compost afecta negativamente a la mineralización. Estos efectos se producen por inhibición de la amonificación y nitrificación. Un elevado contenido de sales en el compost también puede afectar negativamente al crecimiento de las plantas.

Efecto sobre la nutrición fosfórica, potásica, cálcica y magnésica

Se estima que la disponibilidad para las plantas, del fósforo (P) en los distintos tipos de compost, se sitúa entre un 20 y un 40 % del fósforo total (Vogt-mann y col., 1993).

El fósforo de los residuos orgánicos se encuentra fundamentalmente en formas de ácidos nucleicos, fosfolípidos y fitina, junto a las formas orgánicas, que pueden oscilar entre el 50 y el 70 %, también se incorpora una fracción mineral más escasa.

El fósforo en los suelos de pH básico, ricos en calcio, tiene una fuerte tendencia a su insolubilización restringiendo drásticamente su disponibilidad para las plantas. La secuencia de formación de compuestos precipitados (es decir, que pasan desde la fase soluble a la fase sólida) se inicia por el fosfato monocálcico, que se transforma sucesivamente en fosfato dicalcicodihidratado, fosfato ortocálcico y, finalmente, en hidroxiapatito, en una tendencia de irreversibilidad en cuanto a su redisolución y disponibilidad para ser absorbido por las raíces.

En los procesos de la dinámica de transformaciones del fósforo en el suelo intervienen una complicada red de factores de tipo físico-químico y biológico (Gil Sotres, 2001). Sin embargo la disponibilidad del fósforo orgánico es mucho mayor, de ahí la importancia estratégica de la aplicación de compost en la nutrición fosfórica.

Las adiciones de compost no solo pueden aumentar los niveles de fósforo por acción directa, sino que también pueden mejorar la capacidad de absorción y disponibilidad del fósforo del suelo. Este aspecto es significativo dado que, del total de fósforo en el suelo, solo en torno a un 1% se encuentra en forma disponible para las plantas.

El potasio (K) es un elemento muy móvil en el suelo, por lo que es fácilmente lixiviado y su porcentaje disponible, es muy reducido. Como contrapartida, la disponibilidad del potasio del compost para las plantas, puede ser mayor del 85 % del contenido total (Vogtmann y col., 1993). Aunque el K no suele ser un elemento muy limitante en la nutrición de las plantas de cultivo, la fuente de potasio proporcionada por el compost, puede

ser una alternativa muy adecuada en circunstancias en las que puede producirse un exceso de lavado por lixiviación.

Los niveles de calcio (Ca) y magnesio (Mg) suelen ser suficientes para cubrir las necesidades de las plantas en la mayoría de los suelos neutros o básicos. Más que escasez, en algunos casos el exceso de calcio en solución puede crear problemas de nutrición. Sin embargo, en los suelos ácidos la falta de calcio o de magnesio puede constituir un serio problema. En estos casos y en las situaciones de desequilibrios Ca-Mg, los aportes provenientes del compost pueden favorecer significativamente la nutrición cálcica y magnésica de los cultivos.

Efecto sobre los micronutrientes

Los micronutrientes hierro (Fe), manganeso (Mn), cobre (Cu), zinc (Zn), boro (B) y molibdeno (Mo), son elementos esenciales para los cultivos y para la dieta humana (He y col., 2004). Además el conjunto de micronutrientes tienen distintas cinéticas de movilización en los distintos compost. En los casos del Zn y el Mn, por ejemplo, se encuentran normalmente con solubilidades muy elevadas que facilitan la disponibilidad para las plantas. Sin embargo una elevada solubilidad puede también generar toxicidades por exceso, como podría ser el caso del Zn (García Gil y col 1999). En suelos calizos suele haber deficiencias de Fe, Cu y Zn debido a su escasa disponibilidad como consecuencia del exceso de bases. En estos casos las enmiendas de compost pueden mejorar la situación, aunque en algunas circunstancias, la disponibilidad del micronutriente aportado se retrasa hasta la mineralización del compost, y en otros casos el elemento liberado a la solución del suelo puede insolubilizarse. Un efecto indirecto de la adición de micronutrientes es el aumento total de la masa de microorganismos y de la actividad enzimática, aportando por tanto una mejora general de la fertilidad del suelo.

2.9 Beneficios Ambientales por el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos con la elaboración del compost

En la Ingeniería Ambiental un gran beneficio que nos proporciona el compost en la implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos con la elaboración del compost es la eliminación de residuos sin alterar el equilibrio biológico.

La naturaleza nos muestra que ella misma se organiza su ciclo de vida y restaura su crecimiento, como por ejemplo: cuando en un parque, las hojas de los árboles caen al suelo, juntamente con trozos de ramas, estiércol de animales o hierbas, pasan a una fase de descomposición en la cual intervienen muchos elementos que cooperan en este proceso, como el sol, el agua, el calor, el frío y diferentes especies vivas (larvas, gusanos, caracoles, hongos, multitud de insectos), que lo transforman todo en abonos, esa tierra de color oscuro con un característico olor de tierra buena y una esponjosa textura. Así como se puede contribuir a la continuidad del ciclo de vida alimentando a las especies vegetales que, a su vez, alimentarán a las especies animales.

El principio de la materia que dice: "La materia ni se crea ni se destruye, solo se transforma", no se pueden pedir imposibles a la tierra si se rompe el ciclo de vida. Se han de retornar a la tierra, debidamente transformados en abono, los restos de poda, de la cosecha o de vegetales en general, que actualmente van a parar a los vertederos o a las incineradoras, es así como mediante el proceso de compost para un manejo adecuado de los residuos sólidos estamos transformando la materia prima en enmienda orgánica para el mejoramiento de las áreas verdes y de las condiciones de los suelos.

El abono que se obtiene del proceso de compostaje permite que se reduzca el uso de fertilizantes químicos, que no solo contaminan los acuíferos por un exceso de nitratos, sino que también contaminan durante el proceso de producción, embalaje y transporte.

CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS

3.1 Construcción del sistema de tratamiento de residuos sólidos orgánicos por compostaje

La construcción de un mecanismo de compostaje es un conjunto de operaciones diferentes que producen un producto de calidad a base de compost y una serie de subproductos a partir de las materias primas utilizadas. Debido a la variedad de las materias primas a utilizar en estos procesos, a la necesidad de reducir ciertos productos contaminantes, que afectarían a la calidad del producto final; a la necesidad de proporcionar al sistema de compostaje, una materia con una correcta mezcla de sus componentes, con una buena porosidad, con la humedad en el rango óptimo, y con un correcto tamaño de partícula; siempre es necesario unos pre tratamientos (normalmente Tratamientos Mecánicos) que favorezcan al desarrollo del proceso para la obtención de los productos finales.

Al finalizar el proceso de compostaje es necesario un tamizado del producto final que consiste en separar los restos de secciones indeseables que puedan asistir al compost maduro y obtener así un producto de calidad que cumpla con las especificaciones y los requerimientos que se desea.

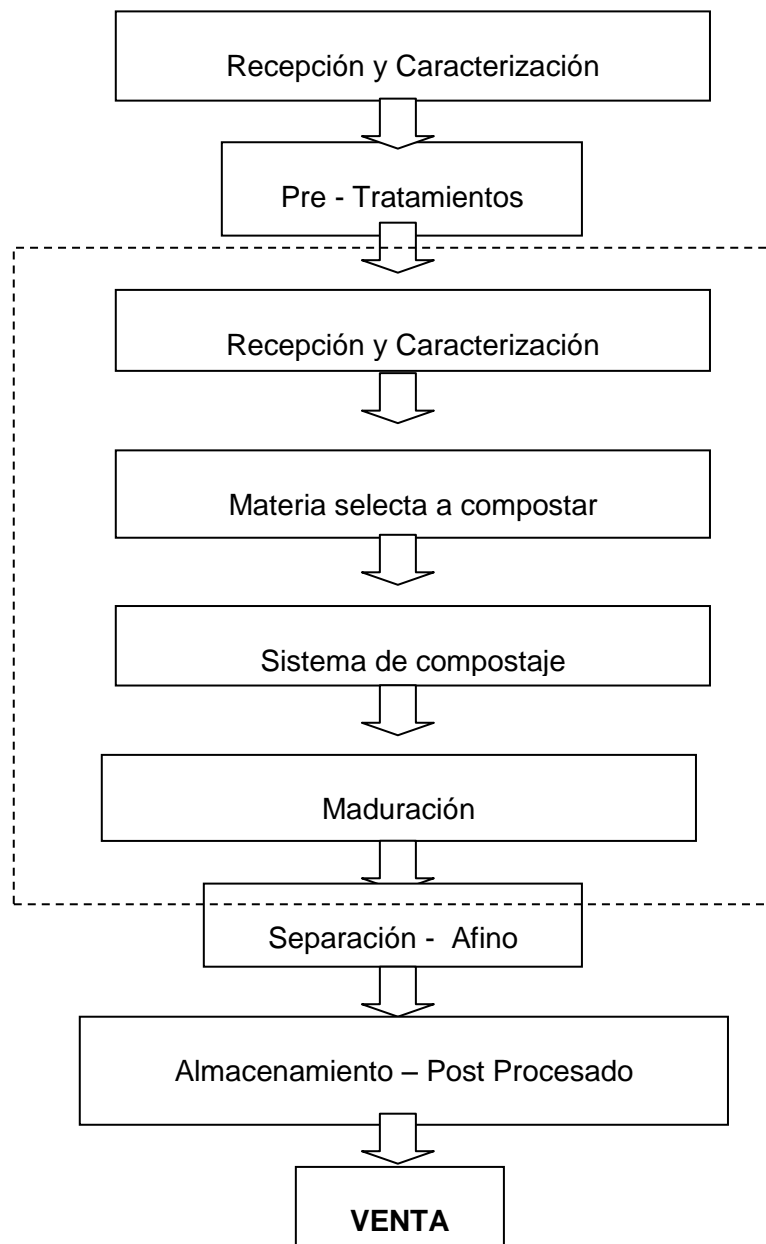
La etapa de mezclar la materia prima que se va a compostar con otros residuos correctamente, ya que reciben corrientes de diferentes tipo de material en la planta, o lo que se va a reutilizar parte del rechazo que se produce en el afino o tamizado final, como material estructurante o cobertura anti olor de las pilas.

Luego del proceso fermentativo del compostaje llegamos a la fase de maduración, que consiste en que la velocidad de descomposición decrece y la temperatura disminuye hasta valores cercanos a los ambientales.

Aunque en algunos casos se suele separar esta etapa de la del compostaje activo. A medida que el compost madura, la generación de calor

y demanda de O₂ disminuyen sustancialmente, permitiendo un nivel de gestión menor. En sistemas de compostajes continuos, la operación de maduración empieza simplemente cuando el compost debe moverse del reactor o de la pila para hacer sitio a los materiales que llegan.

Ilustración 9: Representación esquemática de las principales etapas de un Proceso de Compostaje



Fuente: Libro Compostaje – Ediciones Mundi Prensa (Madrid – México 2011) pág. 145.

Control del proceso en Instalaciones de Compostaje

Moreno y Moral (2007) explican que es necesario en función del nivel tecnológico empleado en las instalaciones, dicho control podrá ser más rudimentario y manual (sistemas de pilas volteadas) o más tecnificado y automatizado (sistemas cerrados), aumentando paralelamente las posibilidades e intervenir en el desarrollo del proceso.

Un adecuado control del proceso debe permitir la intervención en las siguientes etapas:

Las propiedades de la materia a compostar (seleccionando, homogeneidad, ya acondicionándola).



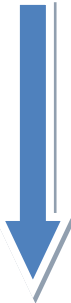

Las condiciones de operación del sistema de compostaje que emplee la instalación (perfil de temperaturas, humedad, aireación; tiempo entre volteos, o en reactor; tiempo total de compostaje activo y de maduración).

El tipo y la intensidad del tratamiento final de separación y afino (para lograr un producto que cumpla las especificaciones de calidad prefijadas, con un rechazo mínimo).

El control del proceso vendrá condicionado con las siguientes variables:

- Localización y sensibilidad de la zona que rodea la instalación de compostaje.
- Legislación que afecte a las instalaciones de las mismas y al producto que se va a obtener.
- El nivel de calidad y tipo de producción que se desea obtener para el compost final (venta a granel o ensacado; nivel de calidad requerido para el producto; posibilidad de obtener diferente tipo de calidades, etc.)
- El coste que se está dispuesto a asumir en el tratamiento de residuos y producción de compost.

Tabla 18: Comparación de diversos sistemas de Compostaje en base a cuatro características globales (adaptada ROU, 2003).

Sistema de compostaje	Nivel Tecnológico Del Control	Costo Relativo De las Instalaciones	Problemática Medioambiental Asociada	Tiempo de Procesado en Planta
Pilas Estáticas Pasivas	Menor	Menor	Mayores	Mayor
Hileras con Volteo				
Pilas Estáticas Aireadas				
Trincheras o canales, con aireación forzada y volteo				
Contenedores aireados discontinuos y maduración en pila bajo techo.				
Compostaje en Reactores Rotatorios (Tambores)	Mayor	Mayor	Menores	Menor

Fuente: Libro Compostaje – Ediciones Mundi Prensa (Madrid – México 2011) pág. 146.

3.2 Metodología del proceso de compost realizado con residuos generados por sitios donde se preparan y distribuyen alimentos en la U.C.S.G

La metodología para el desarrollo es el siguiente:

1.- Primero se realizó una encuesta a todos los sitios de expendio de alimentos en la Universidad Católica Santiago de Guayaquil para conocer cuántos lugares de comida existen, conocer cuál es la disposición final de los residuos y poder tomar muestras representativas de los residuos sólidos orgánicos para formar las dos pilas de compost. (Ver Anexo 3).

2.- Se pesaron por tres días, en dos semanas consecutivas, los residuos sólidos que generan los sitios donde se preparan y distribuyen alimentos, (dos días entre semana y un día un fin de semana), para tener una muestra representativa de la cantidad de los residuos sólidos semanales generados en estos sitios de expendio de comidas. Es decir, se promedió el pesaje del día miércoles y el día jueves, ese valor se lo multiplico por cinco

días y se le sumo el pesaje del día sábado, para obtener una proyección del pesaje semanal.

A partir de estos valores de toda la semana se proyectó el valor mensual de los residuos sólidos que generan los sitios donde se expendieron alimentos en la Universidad. (Ver Anexo 5)

La primera semana de pesaje fue del 3 al 8 de junio y la segunda semana fue del 10 al 15 de junio del 2013.

3.- Se escogió un espacio físico entre el aula magna y la Facultad de Ingeniería en la Universidad Católica Santiago de Guayaquil con la autorización del Econ. Pedro Martillo, Director Administrativo U.C.S.G, para proceder a armar la estructura de madera donde se va a colocar las dos pilas de residuos sólidos orgánicos para la elaboración del compost.

4.- Se procedió a armar la estructura de madera en un espacio de 4,20 m * 4,20 m, y 2,00 m de altura, como se aprecia en los siguientes planos (ver Anexo 8)

5.- Se recogieron hojas secas caídas de los árboles con un peso de 27.38 kg para mezclar con los residuos sólidos orgánicos para formar las dos pilas de compost que se colocaran en la estructura de madera.

Se utilizó estiércol seco de vaca con un peso de 27.38 kg., proveniente del camal ubicado en el cantón San Jacinto de Yaguachi, como parte del material de la pila N° 2 de compost.

6.- Se trituraron los residuos sólidos orgánicos con la ayuda de un machete, dejando pequeños fragmentos de estos materiales, para la mejor formación y mezcla del compost.

7.- Se formaron las dos pilas de compost de la siguiente manera:

Pila 1: formada con residuos sólidos orgánicos con un peso de 246.45 kg mezclado con hojas secas con un peso de 27.38 kg con un peso total de 273,83 kg.

Pila 2: formada con 27.38 kg. de hojas secas, 27.38 kg. de estiércol seco de vaca y 246,45 kg., de residuos sólidos orgánicos con un peso total de 273,83 kg.

8.- Se monitorearon las pilas de compost todos los días, en dos horarios, para medir la temperatura, esto se realizó con un termómetro que se lo introdujo 10 cm en la materia prima durante el proceso de descomposición, en cada una de las pilas (ver Anexo 6)

9.- Se realizó el volteo de cada pila de compost, una vez en cada mes durante el periodo de descomposición de la materia orgánica.

10.- Inspección de las áreas verdes de toda la Universidad, junto con el Ing. José Martillo, para escoger dónde se va a realizar la colocación del compost obtenido.

11.- Medición de distancias y coordenadas UTM WGS 84 de 2 áreas verdes para poder determinar su área y volumen (ver Anexo 4)

12.- Se tomó el peso de las dos pilas de materia orgánica ya descompuestas a los 3 meses que finalizo el proceso de descomposición lo cual tuvo una reducción aproximadamente del 89 %.

13.- Se tomaron muestras de cada pila de materia orgánica descompuesta con un peso de 2.6 kg., respectivamente, para llevarla al laboratorio del Doctor en Química Jorge Fuentes para el análisis respectivo de nutrientes de cada una.

14.- Empaquetamiento del producto final en muestras para obsequiarlo al Departamento de Mantenimiento de Áreas Verdes de la U.C.S.G

15.- Colocación de la enmienda orgánica en las áreas escogida, en conjunto con el Ing. José Martillo, para mejorar su condición.

CAPÍTULO 4: RESULTADOS

4.1 Sistematización de los resultados de pesaje de residuos sólidos

De la encuesta realizada a los administradores de los sitios donde se preparan y se distribuyen alimentos en la U.C.S.G se obtuvieron los siguientes resultados:

A) La clasificación de los lugares de expendio de alimentos en la universidad es:

- a).- Sitios donde se preparan y distribuyen alimentos: 9
- b).- Snackbars: 6
- c).- Cafetería: 1

En total hay 16 locales de comida, con un total de almuerzos vendidos 1490 al día.

B) El peso de los residuos sólidos que generan estos lugares de expendio de alimentos.

Los pesos de los residuos sólidos de la primera y segunda semana se muestran en las Tablas 19 y 20.

Tabla 19: Pesaje de residuos semana del 3 al 8 de junio del 2013

Tipo de desecho	Miércoles 5 Peso (kg)	Jueves 6 Peso (kg)	Promedio Semanal (kg)	Sábado 8 Peso (kg)	Peso Total semanal (kg)
Orgánico	168,84	161,16	165,00	146,92	971,92
Plástico	33,78	32,23	33,01	5,78	170,81
Vidrio	11,26	10,74	11,00	9,50	64,50
Cartón	16,89	16,12	16,51	14,10	96,63
Papel	50,67	48,35	49,51	42,55	290,10
Total	281,44	268,60	275,02	218,85	1593,95

Fuente: Rich Parra Cadena

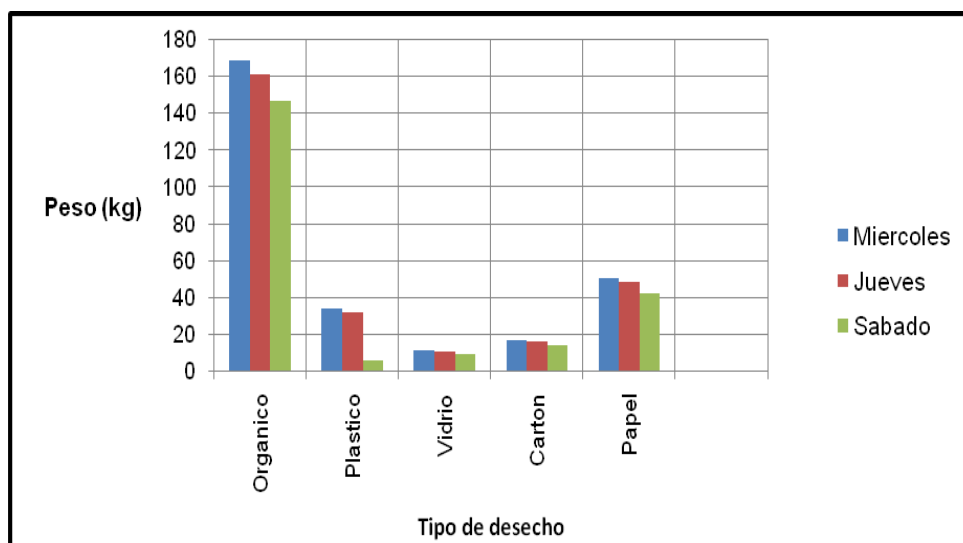


Ilustración 10: Diagrama de barras del pesaje de residuos en la semana del 3 al 8 junio del 2013

Fuente: Rich Parra Cadena

Tabla 20: Pesaje de residuos semana del 10 al 15 de junio del 2013

Tipo de desecho	Miércoles12 Peso (kg)	Jueves13 Peso (kg)	Promedio Semanal (kg)	Sábado15 Peso (kg)	Peso Total semanal (kg)	Peso Prom. Final (kg)
Orgánico	187,44	173,16	180,3	141,66	1043,16	1007,54
Plástico	37,49	37,08	37,285	30,828	217,25	194,03
Vidrio	12,50	12,36	12,428	10,276	72,42	68,46
Cartón	18,74	18,54	18,64	15,414	108,61	102,62
Papel	56,23	55,62	55,925	46,24	325,87	307,98
Total	312,40	296,76	304,578	244,42	1767,31	1680,63

Fuente: por Rich Parra Cadena

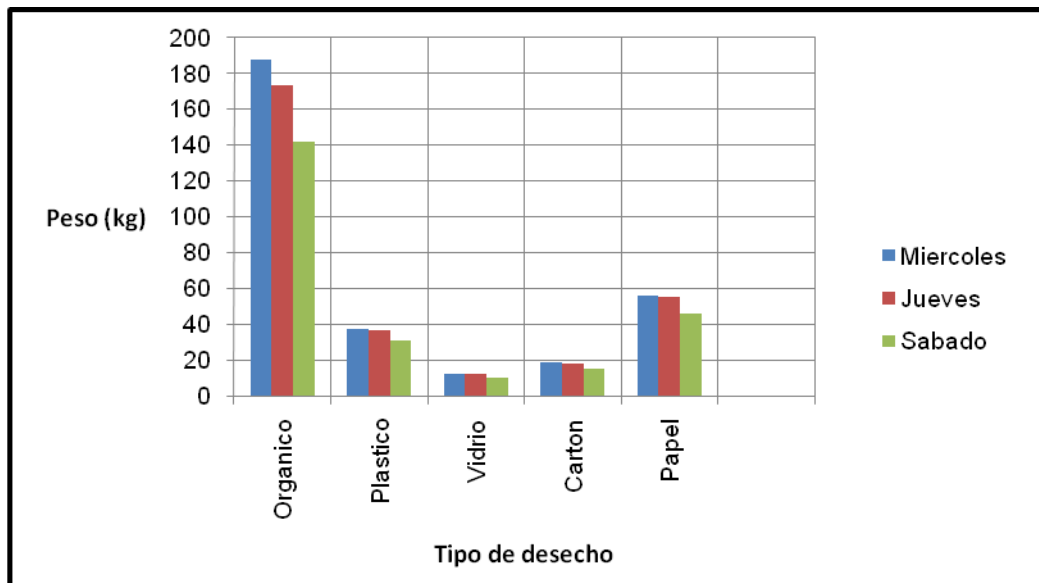


Ilustración 11: Diagrama de barras del pesaje tomado en la semana del 10 al 15 de junio
Fuente: Rich Parra Cadena

En base a estos pesajes se determinó el porcentaje de la composición de estos residuos sólidos como se muestra en la Tabla 21.

Tabla 21: Composición de Residuos que generan los sitios donde se preparan y se distribuyen alimentos en la U.C.S.G

Tipo de desecho	Porcentaje %
Papel	18
Cartón	6
Vidrio	4
Plástico	12
Orgánico	60

Fuente: Rich Parra Cadena 2013

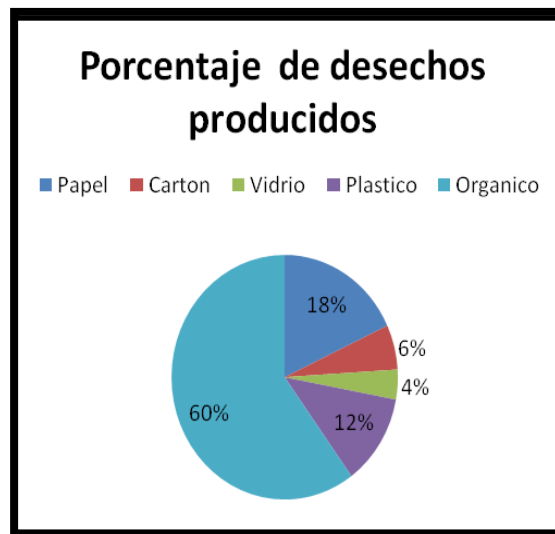


Ilustración 12: Composición de los residuos sólidos generados en los Bares y Restaurantes de la U.C.S.G
Fuente: Rich Parra Cadena 2013

En la tabla 22 se muestran las proyecciones de los pesos de los residuos sólidos semanales, mensuales y anuales.

Tabla 22: Cantidad de residuos sólidos generados en la Universidad

Tipo de desecho	Peso Semanal (kg)	Peso Mensual (kg)	Peso Anual (kg)
Orgánico	1007,54	4030,16	49004,24
Plástico	194,03	776,12	9964,34
Vidrio	68,46	273,83	3324,95
Cartón	102,62	410,48	4987,77
Papel	307,98	1231,93	14963,45
Total	1680,63	6722,52	82244,75

Fuente: Rich Parra Cadena

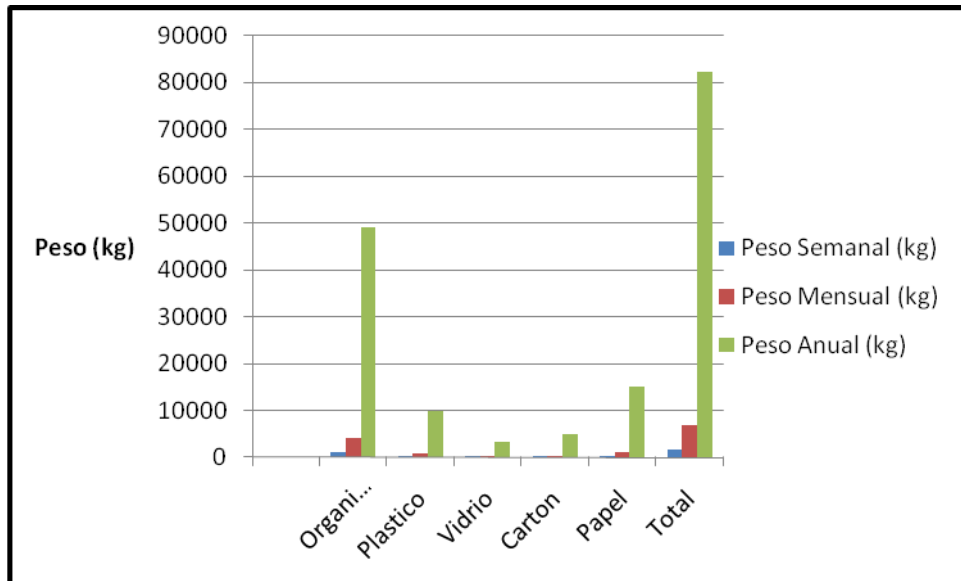


Ilustración 13: Diagrama de barra de proyección de residuos producidos semanalmente, mensualmente y anualmente.

Fuente: Rich Parra Cadena

A continuación se presentan los pesajes inicial y final obtenidos durante el proceso de elaboración del compost, el cual duro aproximadamente 3 meses, observándose una reducción de la materia orgánica descompuesta en la pila No. 1 del 89.8% y en la pila No.2 de un 89.03%, como se muestra en la Tabla 23.

Tabla 23: Valores de pesos de la materia orgánica al inicio y al final de la descomposición de la materia prima.

Fase de la descomposición	Pila 1	Pila 2
Materia orgánica al inicio el proceso	W = 273. 83 kg	W = 273. 83 kg
Materia orgánica descompuesta	W = 30.57 kg	W = 28.21 kg
Porcentaje de reducción de volumen	89.8%	89.03%

Fuente: Rich Parra Cadena

4.2 Resultados de la composición química de la materia orgánica descompuesta

La materia orgánica descompuesta del proceso de compost, examinada en el laboratorio de análisis Agrícola del Dr. Jorge Fuentes, presentó los siguientes resultados:

Tabla 24: Composición Química de Nutrientes en compost

Prmt.	Unid.	Pila 1	Pila 2
pH	u.	7,75	7,76
CE 2:10	mmhos	0,77	0,89
H	%	145,1	111,7
MO	peso	42,0	60,0
CO	seco	24,36	34,80
N		3,10	2,90
C/N		7,9	12,0
P		0,60	0,50
Na		0,47	0,43
K		1,2	1,5
Ca		1,0	1,1
Mg		0,80	0,56
Fe	ppm	5300	600
Mn		280	240
Zn		290	330
Cu		33	29
H	%bph	59,2	52,8

Fuente: Laboratorio de Análisis Agrícola Dr. Jorge Fuente

Al evaluar los resultados obtenidos se comprobó lo siguiente:

- Los valores del pH se encuentran dentro del rango óptimo entre 6.5 y 8%, cuyo valor de la pila N°1 es de 7,75% y de la pila N°2 es de 7.76%, propios de un compost maduro.
- El rango óptimo en la relación carbono - nitrógeno (C/N) está entre 12 - 20% en el compost maduro; en la pila No.2 tenemos un

valor de 12 % el cual está dentro del rango óptimo y en la pila N° 1 de 7,9%, vemos que en la pila N°1, nuestra materia prima contiene alto contenido de Nitrógeno es por esta razón que la relación C/N se disminuyó en el proceso.

- El rango óptimo de la cantidad de nitrógeno (N) es alrededor del 3%, cuyo valor para la pila N°1 es de 3,10% y para la pila N°2 es de 2,90%; es decir, ambos están en el rango óptimo de un buen compost fresco.
- El valor del sodio (Na) para la pila N°1 de 0,47% y para la pila N°2 de 0,43% se encuentra dentro del valor óptimo.
- El rango óptimo de la cantidad de potasio (K) es entre 1 – 1,5%; cuyo valor de la pila N°1 es de 1,2% y para la pila N°2 es de 1,5% si se encuentra en este rango.
- El valor del magnesio (Mg) para la pila N°1 es de 0,80% y para la pila N°2 es de 0,56% los cuales están dentro del rango óptimo menor al 1%
- El valor de calcio (Ca) para la pila N°1 es de 1,0 y para la pila N°2 de 1,1% se encuentran dentro del rango óptimo ya que esta menor al 8%
- El Nitrógeno, Fósforo, Azufre, Potasio, Magnesio, Calcio y Sodio son nutrientes orgánicos que están dentro del rango adecuado de un buen compost de calidad, esto ayudará a las áreas verdes escogidas para mejorar su condición y mejorar el balance de nutrientes que se necesita, en el caso de que haga falta.

4.3 Análisis Económico

Se realizó un presupuesto en donde se utilizó cinco rubros para analizar los gastos en la Implementación de un Sistema de Aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos en la Universidad Católica Santiago de Guayaquil y comprobar el ahorro económico que se puede llegar a tener mediante este proceso de obtención de abono natural.

Los rubros son los siguientes:

001 Recolección de residuos sólidos orgánicos: Se refiere a la recolección de residuos sólidos en sitios donde se preparan y distribuyen alimentos. Como resultado se obtuvo un precio unitario total de \$ 0.037 por kilogramo (ver APU) en un tiempo de 2 días. La cantidad total de residuos sólidos recogidos es de 273.83 kg.

002 Clasificación de residuos: Corresponde a la clasificación de los residuos recolectados de acuerdo a su composición en (orgánico, plástico, vidrio, papel y cartón) El precio unitario obtenido es de \$ 0.037 por kg clasificado.

003 Elaboración de dos pilas de compost: Corresponde a la construcción de dos pilas de compost, se utilizó una estructura de madera con dimensiones de 4.20 x 4.20 metros. El precio unitario global obtenido es de \$ 38.37.

004 Aplicación del compost: Corresponde a la aplicación del compost en las áreas verdes de la Universidad. El precio unitario obtenido es \$ 0.049 por m².

El presupuesto total de la Implementación del sistema de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos en la U.C.S.G, objetivo principal del presente trabajo de tesis con un costo de \$ 82.38. Considerando la relación con los 30.57 kg de materia orgánica descompuesta el costo por kg es de \$2.69.

A continuación en la Tabla 25, se detalla tres tipos de compost a la venta para el consumo en la ciudad de Guayaquil con sus respectivos costos.

Tabla 25: Precio de venta de 3 tipos de compost en el mercado Ecuatoriano

Marca	Compost Natuarte	Abono Orgánico “La Moquita”	Kompost “La Maceta”
Peso	2 kg	2,5 kg	5 kg
Costo	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 5

Fuente: Rich Parra Cadena

La Universidad invierte 6000 kg de fertilizante para las áreas verdes que representa un costo de 450 dólares, el costo unitario por kilogramo es de \$ 0.075 información proporcionada por el Ing. José Martillo Jefe de Mantenimiento de las Áreas Verdes.

Anualmente los sitios donde se preparan y distribuyen alimentos de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil generan 82244,75 kg de residuos sólidos de lo cual el 60% corresponde a residuos orgánicos con un peso de 49.346,85 kg, y esto nos produce 5921 Kg de compost de lo cual se podrían armar 18 pilas de compost de 1 metro de altura para la obtención de un producto final para la mejora de las áreas verdes de la Universidad.

El costo de producir compost con el total de residuos sólidos orgánicos en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil es de 14.744,00 dólares.

Comparando los costos por kilogramo que la Universidad Católica Santiago de Guayaquil adquiere en fertilizantes cuyo valor es de \$0,075 y el costo de nuestro compost obtenido que es \$2,69 por kilogramo se concluye que, para el Departamento de mantenimiento de áreas verdes de la U.C.S.G no le resulta económico utilizar compost en las áreas verdes debido a que para las jardineras no requieren abonos en gran cantidad y la compra

que ellos realizan anualmente de 450 dólares cubre todos los requerimientos.

4.4 Elaboración de una guía para el manejo adecuado de residuos sólidos orgánicos generados por los sitios donde se preparan y distribuyen alimentos de la U.C.S.G.

Se elaboró una Guía para el manejo adecuado de los residuos que se generan en los lugares donde se preparan y se distribuyen alimentos.

Dicha guía fue elaborada para que los administradores de los sitios donde se preparan y distribuyen alimentos, tengan un poco más de concientización acerca del reuso de los residuos orgánicos en sus disposición final y conozcan acerca de los mecanismo de aprovechamiento de residuos que existen de manera natural, sencilla y económica.

La justificación de este documento es que debido que los residuos forman parte importante en el medio ambiente es necesario adoptar una serie de medidas y precauciones, que tienden a prevenir la contaminación ambiental y la disminución de la acumulación de residuos sólidos en el contenedor general.

El proceso de compost que se emplea comúnmente pero de diferentes maneras, se encuentra detallado en la guía de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos, ya que es un proceso aerobio de fermentación a través de la transformación de residuos sólidos en abono natural, que se usara como enmienda orgánica en las aéreas verdes escogidas en la Universidad Católica para mejor su condición y reducir la cantidad de residuos que se generan.

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Se cumplió con el objetivo general de la implementación del sistema de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos en la U.C.S.G., en donde se pudo reducir y aprovechar una porción importante de residuos sólidos que se generan diariamente.
- Los residuos sólidos orgánicos corresponde al 60% de la cantidad total de residuos generados en los sitios donde se preparan y distribuyen alimentos en la U.C.S.G, frente a los otros tipos de residuos como lo son el plástico, cartón, papel y vidrio, que tradicionalmente son más cotizados en el mercado del reciclaje.
- Dada la sencillez y la facilidad como fue elaborado el sistema de aprovechamiento de residuos sólidos a través del proceso de compost, se puede reproducir a mayor escala en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, ya que es un proyecto de gran beneficio ambiental.
- Se obtuvo un producto final rico en nutrientes orgánicos como son el Nitrógeno, Fósforo, Azufre, Potasio, Magnesio y Calcio que se encuentran dentro de los valores óptimos de nutrientes indicados en la revisión de la literatura, los cuales ayudarían a mejorar la condición de las áreas verdes.
- El resultado del análisis químico de la muestra de la materia orgánica descompuesta reporta la presencia de 20.000 millones por gramo de Flora Microbiana, la cual ayuda a mejorar la estructura física del suelo, aumentando la capacidad de intercambio catiónico del suelo que es la capacidad del suelo para almacenar e intercambiar los cationes y aniones de los elementos nutrientes facilitando la absorción por las raíces.

- El bar - restaurant “Que Rico” ubicado junto al banco del Pichincha dentro del campus Universitario, de propiedad de Mayra Cristina Paredes es el único que separa los residuos sólidos en: orgánico, plástico, vidrio, papel y cartón.
- Se entregó el compost del resultado de los procesos de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos al personal de jardinería de la facultad de Ingeniería para su aplicación en las áreas verdes.
- Desde el punto de vista de la Ingeniería ambiental y sanitaria se ha logrado una reducción del 60% de residuos sólidos que se generan en la universidad y que formaban parte del relleno sanitario, y su vez se obtuvo un 11% de compost de alta calidad como mejorador de suelo y regenerador de jardinería cien por ciento natural.

5.2 Recomendaciones

- Capacitar a los dueños de sitios donde se preparan y distribuyen alimentos sobre la importancia que los residuos generados pueden llegar a tener en su disposición final.
- Crear como norma en los contratos de alquiler, que los administradores de los sitios donde se preparan y distribuyen alimentos, realicen la correcta clasificación de residuos sólidos.
- El compost no solo se puede usar en jardinería si no también para restaurar suelos destruidos por actividades de construcción.
- En la elaboración de pilas de compost deberán tener alturas de más de 1 metro para poder alcanzar los niveles de temperaturas óptimas para este proceso.

- Se recomienda al personal de jardinería que la dosis de aplicación del compost para césped y jardinería sea de 3 a 5 kg por metro cuadrado para mejorar su condición.
- Se debe crear un centro de recolección de residuos sólidos en la U.C.S.G para que se puedan agrupar todos los residuos y darles un manejo adecuado en diferentes maneras.

BIBLIOGRAFÍA

- Diaz de Santos (2009); Reciclaje de Residuos Industriales: Residuos Solidos Urbanos y Fangos de Depuradora
- Gómez-Sobrino E, Correa-Guimaraes A, Hernández-Navarro S, Navas-Gracia LM, Martín-Gil J, Sánchez-Báscones M, González-Hurtado JL, Ramos-Sánchez MC. "Biodegradación de asfaltenos del Prestige mediante la aplicación de las técnicas de compostaje-vermicompostaje", *Residuos*, 2006 Jul-Agos, XVI(92), pp 56-63.
- López, Pereira (1980); Eliminación de Residuos Sólidos Urbanos, México
- Marlet (2005), Diseño Ecológico, Editorial Blume España.
- Moreno y Moral (2007), Compostaje, México, Ediciones Mundi Prensa
- Reglamento de la Ley para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental. Manual Operativo del Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental originada por la emisión de Ruido. 1.- Acuerdo 77-89. (Registro Oficial 560,12 XII-90) – Acuerdo 11338 – A(registro oficial 726,15 VII-91) – acuerdo 0056 (registro oficial 337,6 VIII-98) – acuerdo 0023 (registro oficial 209,10 VI-99)
- Reglamento para el manejo de los Residuos Sólidos. Acuerdo 14630 (registro oficial 991,3 VIII-92)
- REPÚBLICA DEL ECUADOR. Registro Oficial No. 991, 3 de Agosto de 1992. Norma para el Manejo de Residuos Sólidos.
- Suquilanda . (2006) Serie de Agricultura Orgánica, Quito Abya - Yala
- Tchobanoglous, Theisen, Vigil (1994); Gestión de Residuos Sólidos (Volumen II) Mexico
- Tchobanoglous, Theisen, Vigil (1994); Gestión de Residuos Sólidos (Volumen II) México.

GLOSARIO

Marco legal ambiental sobre gestión de residuos sólidos no peligrosos.

Actividad o proyecto propuesto: Toda obra, instalación, construcción, inversión o cualquier otra intervención que pueda suponer ocasione impacto ambiental durante su ejecución o puesta en vigencia, o durante su operación o aplicación, mantenimiento o modificación, y abandono o retiro y que por lo tanto requiere la correspondiente licencia ambiental conforme el artículo 20 de la Ley de Gestión Ambiental y las disposiciones del presente reglamento.

Autoridad Ambiental Nacional (AAN): El Ministerio del Ambiente.

Autoridad Ambiental de Aplicación (AAA): Los Ministerios o Carteras de Estado, los órganos u organismos de la Función Ejecutiva, a los que por ley o acto normativo, se le hubiere transferido o delegado una competencia en materia ambiental en determinado sector de la actividad nacional o sobre determinado recurso natural; así como, todo órgano u organismo del régimen seccional autónomo al que se le hubiere transferido o delegado una o varias competencias en materia de gestión ambiental local o regional.

Autoridad Ambiental de Aplicación Responsable (AAAR): Institución cuyo sistema de evaluación de impactos ambientales ha sido acreditado ante el Sistema Único de Manejo Ambiental y que por lo tanto lidera y coordina el proceso de evaluación de impactos ambientales, su aprobación y licenciamiento ambiental dentro del ámbito de sus competencias.

Autoridad Ambiental de Aplicación cooperante (AAAc): Institución que, sin necesidad de ser acreditado ante el Sistema Único de Manejo Ambiental, participa en el proceso de evaluación de impactos ambientales, emitiendo a la AAAR su informe o pronunciamiento dentro del ámbito de sus competencias.

Legislación Ambiental Ecuatoriana Libro VI, anexo VI Norma:

Se han establecido en el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación los siguientes términos:

Almacenamiento: Es la acción de retener temporalmente los residuos sólidos, en tanto se procesan para su aprovechamiento, se entregan al servicio de recolección o se dispone de ellos.

Biodegradable: Propiedad de toda materia de tipo orgánico, de poder ser metabolizada por medios biológicos.

Caracterización de un desecho: Proceso destinado al conocimiento integral de las características estadísticamente confiables del desecho, integrado por la toma de muestras, e identificación de los componentes físicos, químicos, biológicos y microbiológicos.

Los datos de caracterización generalmente corresponden a mediciones de campo y determinaciones de laboratorio que resultan en concentraciones contaminantes, masas por unidad de tiempo y masas por unidad de producto.

Contaminación: Es la presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o cualquier combinación de ellas, en concentraciones y permanencia superiores o inferiores a las establecidas en la legislación vigente.

Contenedor: Recipiente de gran capacidad, metálico o de cualquier otro material apropiado utilizado para el almacenamiento de residuos sólidos no peligrosos, generados en centros de gran concentración, lugares que presentan difícil acceso o bien en aquellas zonas donde por su capacidad es requerido.

Control: Conjunto de actividades efectuadas por la entidad de aseo, tendiente a que el manejo de residuos sólidos sea realizado en forma técnica y de servicio a la comunidad.

Desecho: Denominación genérica de cualquier tipo de productos residuales, restos, residuos o basuras no peligrosas, originados por personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, que pueden ser sólidos o semisólidos, putrescibles o no putrescibles.

Desecho sólido: Se entiende por desecho sólido todo sólido no peligroso, putrescible o no putrescible, con excepción de excretas de origen humano o animal. Se comprende en la misma definición los desperdicios, cenizas, elementos del barrido de calles, residuos industriales, de establecimientos hospitalarios no contaminantes, plazas de mercado, ferias populares, playas, escombros, entre otros.

Desecho semi-sólido: Es aquel desecho que en su composición contiene un 30% de sólidos y un 70% de líquidos.

Desecho sólido Domiciliario: El que por su naturaleza, composición, cantidad y volumen es generado en actividades realizadas en viviendas o en cualquier establecimiento asimilable a éstas.

Desecho sólido Comercial: Aquel que es generado en establecimientos comerciales y mercantiles, tales como almacenes, bodegas, hoteles, restaurantes, cafeterías, plazas de mercado y otros.

Residuos sólidos de limpieza de parques y jardines: Es aquel originado por la limpieza y arreglos de jardines y parques públicos, corte de césped y poda de árboles o arbustos ubicados en zonas públicas o privadas.

Desecho sólido especial: Son todos aquellos residuos sólidos que por sus características, peso o volumen, requieren un manejo diferenciado de los residuos sólidos domiciliarios.

Desinfección: Es un proceso físico o químico empleado para matar organismos patógenos presentes en el agua, aire o sobre las superficies.

Disposición final: Es la acción de depósito permanente de los residuos sólidos en sitios y condiciones adecuadas para evitar daños al ambiente.

Estación de transferencia: Es el lugar físico dotado de las instalaciones necesarias, técnicamente establecido, en el cual se descargan y almacenan los residuos sólidos para posteriormente transportarlos a otro lugar para su valorización o disposición final, con o sin agrupamiento previo.

Funda: Especie de saco que sirve para contener residuos sólidos.

Generación: Cantidad de residuos sólidos originados por una determinada fuente en un intervalo de tiempo dado.

Generador: Persona natural o jurídica, cuyas actividades o procesos productivos producen residuos sólidos.

Reciclaje: Operación de separar, clasificar selectivamente a los residuos sólidos para utilizarlos convenientemente. El término reciclaje se refiere cuando los residuos sólidos clasificados sufren una transformación para luego volver a utilizarse.

Recipiente: Envase de pequeña capacidad, metálico o de cualquier otro material apropiado, utilizado para el almacenamiento de residuos sólidos no peligrosos.

Relleno sanitario: Es una técnica para la disposición de los residuos sólidos en el suelo sin causar perjuicio al medio ambiente y sin causar molestia o peligro para la salud y seguridad pública.

Re uso: Acción de usar un desecho sólido, sin previo tratamiento.

Tratamiento: Proceso de transformación física, química o biológica de los residuos sólidos para modificar sus características o aprovechar su potencial y en el cual se puede generar un nuevo desecho sólido, de características diferentes.

La “ordenanza que norma el manejo y disposición final de escombros para la ciudad de Guayaquil” Expedida por el Municipio de Guayaquil.

Almacenamiento: acción de retener temporalmente los residuos sólidos, en tanto se procesan para su aprovechamiento, se entregan al servicio de recolección o se dispone de ellos en el sitio autorizado por la m. i. municipalidad de Guayaquil.

Barrido y limpieza manual de áreas públicas: es la operación de barrido y limpieza de áreas públicas mediante la utilización de implementos manuales y/o automatizados y personal humano.

Basura: Todo desecho sólido o semi-sólido, putrescible o no putrescible se comprende en la misma definición los desperdicios, cenizas, elementos de barrido de calles, residuos industriales no contaminantes, de establecimientos hospitalarios no contaminantes, plazas de mercado parques, ferias populares, playas, escombros, entre otros; para efecto de esta definición se considera sinónimo basura y residuos/residuos sólidos.

Calidad del servicio de aseo: Se entiende por calidad del servicio público de aseo, la prestación con continuidad, frecuencia y eficiencia a la población de conformidad con lo establecido en esta ordenanza.

Centro de acopio: Sitio público o privado autorizado por la municipalidad donde se dispondrán temporalmente los residuos sólidos no peligrosos.

Contaminación: Es la presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o cualquier combinación de ellos en concentraciones y permanencia superiores a las permitidas en la legislación ambiental vigente.

Contenedor: Recipiente metálico o de cualquier otro material apropiado, autorizado por la DACMSE, que se ubica en los sitios requeridos para el depósito temporal de residuos sólidos no peligrosos para efecto de esta definición se considera, sinónimo tanque, caja y contenedor.

Depósito frío: Área climatizada destinada al almacenamiento de residuos sólidos no peligrosos fácilmente putrescibles generados por grandes productores hasta que sean recogidos por los carros recolectores de basura, y evitar así la producción de malos olores y contaminación.

DACMSE: Dirección de aseo cantonal, mercados y servicios especiales de la M. I. Municipalidad de Guayaquil.

DJV: dirección de justicia y vigilancia de la M. I. Municipalidad de Guayaquil.

Residuos sólidos de barrido de calles: son los originados por el barrido y limpieza de las calles y comprende entre otros: basura domiciliar, institucional, industrial y comercial, arrojadas clandestinamente a la vía pública, hojas, ramas, polvo, papeles, restos de frutas, excremento humano y de animales, vidrios, cajas pequeñas, animales muertos, cartones, plásticos, y demás residuos sólidos similares a los anteriores.

Desecho peligroso: es todo aquel que por sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, reactivas, explosivas, inflamables, biológicas, infecciosas, irritantes, patogénicas y/o carcinogénicas representan un peligro para los seres vivos, el equilibrio ecológico o el ambiente.

Disposición final: acción de depósito permanente de los residuos sólidos mediante la técnica de rellenos sanitarios, ubicados en sitios y condiciones para evitar daños ambientales y a la salud pública.

DMA: Dirección de medio ambiente.

DUAR: dirección de urbanismo, avalúos y registro.

Empresa(s) contratada(s): Se refiere para esta ordenanza a la o las empresas que se contrataren para la prestación del servicio público de aseo en el cantón Guayaquil, de acuerdo a la actividad que presten.

Escombros: Son residuos sólidos no peligrosos producidos por la construcción de edificios, pavimentos, obras de arte de la construcción,

demolición de los mismos, etc., están compuestos por tierra, ladrillo, material pétreo, hormigón simple y armado, materiales ferrosos y no ferrosos, madera, vidrio, arena, así como residuos de broza, cascote y materia removida de la capa vegetal del suelo que quedan de la creación o derrumbe de una obra de ingeniería; incluye el material a desalojar en la excavación para la construcción de cimentaciones de obras civiles, tales como edificios, vías, ductos, etc.

Escombrera municipal autorizada: Sitio específico para la disposición final de escombros, en los cuales se dispondrá en forma metódica el tendido y compactado del material, cumpliendo con los requerimientos sanitarios y ambientales y cuya administración del sitio contará con un registro de entrada y salida de vehículos que contenga la información acerca de su procedencia, descripción y peso o volumen de los escombros que se depositen en ésta.

Frecuencia de recolección: Es el número de veces por semana que presta el servicio de aseo urbano.

Generación: Cantidad de residuos sólidos originados por una determinada fuente en un intervalo de tiempo dado.

Generador: Persona natural o jurídica, cuyas actividades o procesos productivos producen residuos sólidos no peligrosos.

Inmueble: Para esta ordenanza se considera a los bienes cuyas características son: estar íntimamente ligada al suelo, unidos de modo inseparable, tales como viviendas, urbanizaciones, edificaciones comerciales, centros educacionales, edificaciones institucionales, de salud y similares que independientemente de su actividad se consideren generador de residuos sólidos no peligrosos.

Manejo: Para esta ordenanza se lo define como la correcta presentación, almacenamiento temporal y disposición de los residuos sólidos no peligrosos y todas las acciones previas a la acción de recolección de los mismos que

debe cumplir el generador respetando las normas establecidas por la municipalidad y la legislación vigente en este tema.

Municipalidad: Se entiende a la muy ilustre municipalidad de Guayaquil.

Permiso de construcción: Documento otorgado por el DPU del GADMC-Durán, para ejecutar una obra civil o edificación conforme a normas.

Presentación: Es la actividad del usuario de envasar, empacar los residuos sólidos para su almacenamiento y posterior entrega a la prestataria del servicio de aseo.

Recolección: Acción y efecto de retirar los residuos sólidos del lugar de presentación.

Recolección en las unidades de almacenamiento: Es la que se efectúa cuando por el volumen de los residuos sólidos generados por los usuarios se presentan para su recolección en cajas de almacenamiento, dispuestos en sitios autorizados por la municipalidad

Recolección industrial y comercial: Comprende la recolección de los residuos sólidos no peligrosos producidos por las actividades comercial e industrial.

Recolección por el sistema de acera: Es la que se efectúa cuando los residuos sólidos son presentados por los usuarios para su recolección en la acera ubicada frente a su predio, o domicilio.

Recolección residencial: Comprende la recolección de todos los residuos sólidos producidos y presentados en la vía pública por las unidades residenciales o familiares.

Reciclaje: Operación de separar, clasificar, selectivamente a los residuos sólidos para utilizarlos convenientemente.

Relleno sanitario: Es la confinación y aislamiento de los residuos sólidos en un área determinada, con compactación de los residuos, cobertura diaria de los mismos, control de gases y lixiviados y cobertura final.

Registro de construcción: Documento otorgado por la dirección de urbanismo, avalúos y registro de la M. I. Municipalidad de Guayaquil, para ejecutar una obra física o edificación conforme a normas.

Separación en la fuente: Es la clasificación de los residuos sólidos en el sitio en donde se generan, que tiene como objetivo separar los residuos que tienen un valor de uso indirecto por su potencial de reutilización de aquellos que no lo tienen, mejorando así sus posibilidades de recuperación.

Servicio de aseo: Actividad de limpieza de residuos sólidos no peligrosos producidos por sus habitantes y mantenimiento de las áreas y vías públicas en el cantón.

Servicio de recolección especial: este servicio consistirá en la recolección, transporte y descarga de las basuras de carácter especial como los resultantes de la poda de jardines y árboles, los animales muertos de gran tamaño, los grandes bultos de basura, los montículos y otros residuos sólidos de gran volumen, los materiales de demolición y tierras de arrojado clandestino, que no puedan recolectarse, a juicio la DACM se, mediante el sistema ordinario de recolección residencial, industrial, institucional o comercial o mediante el sistema de recolección de residuos sólidos de barrido. Para esta ordenanza los residuos sólidos no peligrosos flotantes en cuerpos hídricos y dispuestos en sus riberas serán objeto de un sistema de recolección diferenciado, no contemplado o dispuesto en esta ordenanza.

Usuario: Persona natural o jurídica que se beneficia con la prestación del servicio público de aseo, bien como propietario, inquilino u otra forma de residencialidad en un inmueble en donde se presta esta cobertura o como receptor directo del servicio, al receptor directo se lo denomina también generador de residuos sólidos no peligrosos.

Usuario no residencial: Persona natural o jurídica que se beneficia de la prestación del servicio público domiciliario de aseo y que produce residuos sólidos no peligrosos derivados de las actividades: comercial, institucional,

industrial, hospitalaria, de colegios, de oficinas, entre otras, sean éstas de carácter individual o colectivo.

Tacho: Mobiliario urbano para depósito de basuras generada por el peatón (botellas plásticas o de vidrio, vasos, servilletas y similares).

ANEXOS

A.1 Registro fotográfico

A.2 Fotografía aérea del campus de la U.C.S.G

A 3 Encuestas

A.4 Levantamiento Planimétrico de las áreas verdes escogidas para la aplicación de la enmienda orgánica.

A.5 Tabla de pesaje de residuos producidos por los sitios donde se preparan y distribuyen alimentos de la U.C.S.G.

A.6 Tabla de temperaturas durante el proceso de descomposición de la materia prima.

A 7 Guía de manejo adecuado de residuos sólidos orgánicos en la U.C.S.G

A 8 Planos de la Estructura de madera donde se ubicara las pilas de compost

A 9 Presupuesto

A.1 Registro Fotográfico

Lugar donde se armará la estructura para las pilas de compost



Armado de Estructura de madera donde se ubicara las pilas de Compost



Estructura de madera terminada



Residuos orgánicos recolectados en los Sitios donde se preparan y distribuyen alimentos de la U.C.S.G



Recolección de hojas secas en el campus de la U.C.S.G



Clasificación de residuos sólidos orgánicos y trituración en fragmentos pequeños con la ayuda de un machete.



Pesaje de los residuos sólidos orgánicos.



Mezcla y volteo de los residuos sólidos orgánicos con hojas secas y estiércol de vaca para formar la primera pila.



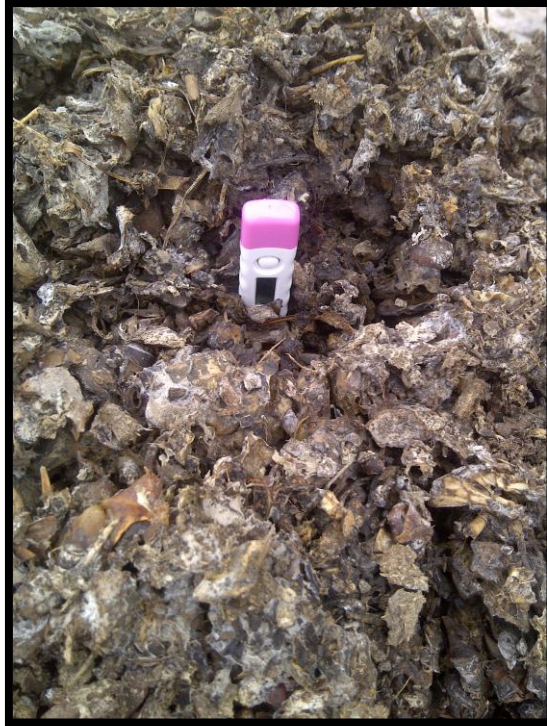
Elaboración de pilas de compost

Pila 1: Residuos sólidos orgánicos + hojas secas

Pilas 2: Residuos sólidos orgánicos + hojas secas + Estiércol de vaca

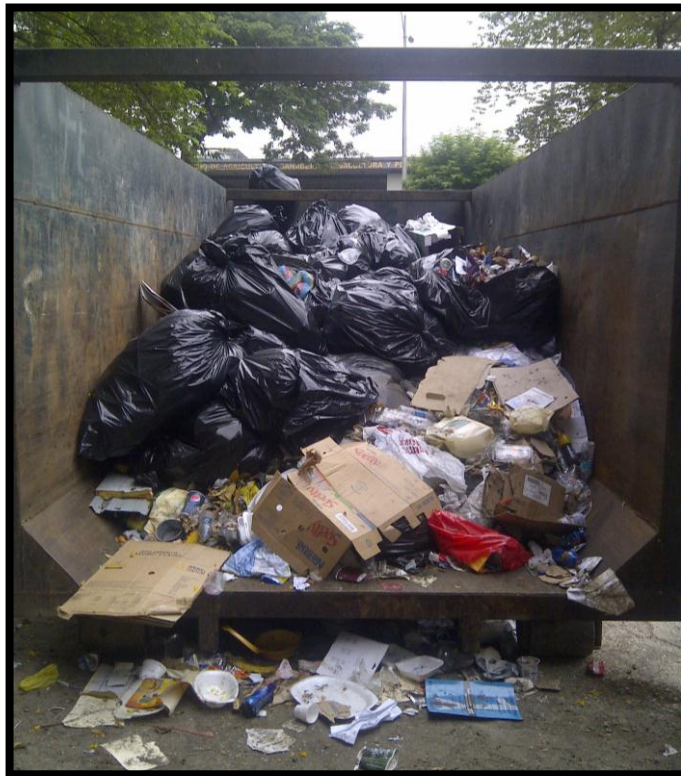


Toma de temperaturas a las 10:00 am y a las 15:00 pm todos los días en las pilas de compost con la ayuda de un termómetro que se lo introdujo 10 cm



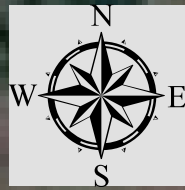
Contenedor general donde se recopilan los residuos sólidos generados en la U.C.S.G





Mediciones de Distancias y coordenadas WGS 84 de las áreas verdes escogidas para determinar el área y el volumen de las mismas





CAMPUS U.C.S.G

SIMBOLOGÍA:

-  Facultad de Ingeniería
-  Facultad de Arquitectura
-  Facultad de Filosofía
-  Facultad de Economía
-  Facultad de Medicina
-  Facultad Educación Técnica para el Desarrollo
-  Facultad Especialidades Empresariales
-  Facultad de Jurisprudencia
-  Facultad de Arte y Humanidades
-  Estructura donde se ubico las pilas de compost
-  AREAS VERDES A MEJORAR CON ENMIENDA ORGANICA



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTIAGO
DE GUAYAQUIL

Facultad: Ingeniería

Elaborado por: Rich Parra Cadena

Carrera: Ingeniería Civil

N°	Ubicación	Nombre	Propietario	Teléfono	Tipo de Local			Tipo de alimentos		# almuerzos vendidos	Trampa de Grasa	# Trabajadores	Residuos Clasificados	Residuos Reciclaados	Disposición final de basuras en el local	Disposición final de basuras en la U.C.S.G	Días en que pasa el recolector de Puerto Limpio	Colaboraría en el Proyecto	Observaciones
					Bar	Restaurante	Cafetería	Preparados en sitio	Preparados en otro sitio, solo venta										
1	Fac. Ingeniería	Soda Bar S&C	Colon Cevallos	0987715642	x	x		x		50	Si	4	No	No	Tachos	Contenedor general	Diariamente	Si	-
2	Fac. Arquitectura	Café Gandi	Pedro Menéndez	0993998883	x	x		x		30	Si	4	Si	No	Tachos	Contenedor general	Diariamente	Si	Ampliar el personal de Limpieza
3	Fac. Economía	Bar Economía	Víctor Figueroa	042221421		x		x		100	Si	5	Si	No	Tachos	Contenedor general	Diariamente	Si	-
4	Fac. Medicina	Apetitos Bar	Nora Pico de Cruz	042221293	x	x		x	x	230	Si	5	No	No	Tachos	Contenedor general	Diariamente	Si	-
5	Edificio Principal	Sabor de Casa	Alexandra de López	0997176267	x	x		x		200	si	4	Si	Si	Tachos	Contenedor general	Diariamente	Si	-
6	Cancha de Fútbol	La Canchita	David Contreras	0994804052	x	x		x		80	si	4	No	No	Tachos	Contenedor general	Diariamente	Si	Los clientes nunca botan la basura en su lugar
7	Junto a Parquaderos	Que Rico	Mayra Cristina Paredes	0985177840		x			x	200	Si	2	si	Si	Tachos	Contenedor general	Diariamente	Si	-
8	Junto a Parquaderos	BBQ Grill	Felipe Moreira	0939273894		x		x		550	Si	15	No	NO	Tachos	Contenedor general	Diariamente	No	-
9	Junto a Parquaderos	Swett and coffe	Gustavo Reyes	0991183539			x		x	-	si	14	Si	No	Tachos	Contenedor general	Diariamente	Si	-
10	Fac. Emprendedores	Pez Eléctrico	Miguel Álvarez	0993069080		x			x	50	No	2	No	No	Tachos	Contenedor general	Diariamente	Si	Se debe realizar la clasificación de desechos y un reciclaje en la U.C.S.G
11	Fac. Emprendedores	K- Feim	Jessica Moncayo	042221470	x			x	x	-	Si	2	No	No	Tachos	Contenedor general	Diariamente	Si	Los estudiantes no colaboran con los arrojos de desechos.
12	Fac. Emprendedores	Empanadas Rico	Ivette Espinoza	-	x				x	80	No	2	No	No	Tachos	Contenedor general	Diariamente	Si	-
13	Fac. Emprendedores	knick-Nack	Priscila Sandoval	0979377006	x			x		-	No	No	No	No	Tachos	Contenedor general	Diariamente	Si	La Basura es recogida a tiempo.
14	Fac. Emprendedores	Zuma Delicia	Rodrigo Valencia	0999506365	x	x		x		50	Si	2	Si	No	Tachos	Contenedor general	Diariamente	Si	El administrados asiste a capacitaciones de Higiene y sobre la importancia de los alimentos.
15	Fac. Emprendedores	U Café	Reynaldo Jordán	0989676658	x				x	-	No	2	No	No	Tachos	Contenedor general	Diariamente	Si	-
16	Fac. Filosofía	Snack- Tete	Máximo Ponce	0985915968	x				x	-	No	2	No	No	Tachos	Contenedor general	Diariamente	Si	-



AREAS VERDES

DONDE SE APLICARA EL COMPOST

E-621900

E-621920

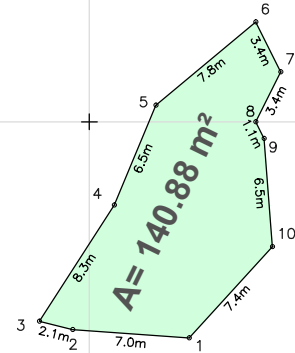
E-621940

E-621960

N-9758920

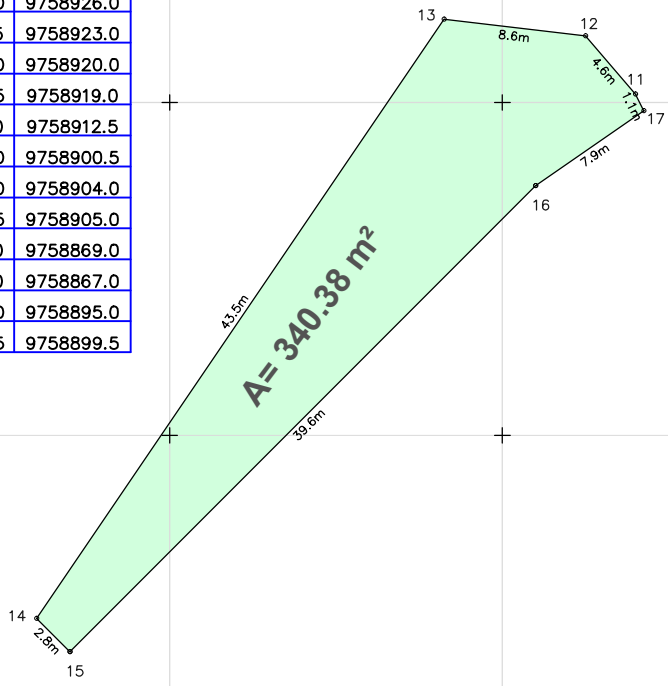
N-9758920

COORDENADAS WGS-84		
Nº	ESTE	NORTE
1	621946.0	9758907.0
2	621939.0	9758907.5
3	621937.0	9758908.0
4	621941.5	9758915.0
5	621944.0	9758921.0
6	621950.0	9758926.0
7	621951.5	9758923.0
8	621950.0	9758920.0
9	621950.5	9758919.0
10	621951.0	9758912.5
11	621948.0	9758900.5
12	621945.0	9758904.0
13	621936.5	9758905.0
14	621912.0	9758869.0
15	621914.0	9758867.0
16	621942.0	9758895.0
17	621948.5	9758899.5



N-9758900

N-9758900



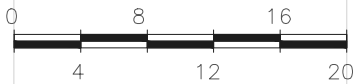
N-9758880

N-9758880

N-9758860

N-9758860

ESCALA 1-400



N-9758840

N-9758840

E-621900

E-621920

E-621940

E-621960

ÁREAS VERDES

Ubicación: U.C.S.G

Parroquia TARQUI

Cantón GUAYAQUIL

Provincia GUAYAS

CONTENIDO:
POLÍGONOS DE 2 JARDINERAS
DONDE SE COLOCO EL COMPOST
PRODUCIDO.

ELABORADO POR:
RICH PARRA C.

Fecha: Julio del 2013

A.5 Tabla de pesaje de residuos producidos por los sitios donde se preparan y distribuyen alimentos de la U.C.S.G

MIÉRCOLES 5 JUNIO 2013										
N°	Ubicación	Nombre	Propietario	Telefono	Peso de desechos					Total
					Papel	Carton	Vidrio	Plastico	Organico	
1	Fac.Ingeniería	Soda Bar S&C	Sr. Colon Cevallos	0987745642	3,51	1,17	0,78	2,34	11,7	17,50
2	Fac. Arquitectura	Café Gandi	Pedro Menendez	0993998883	3,26	1,09	0,72	2,17	10,80	18,04
3	Fac. Economía	Bar Economía	Victor Figueroa	04222421	2,92	0,97	0,65	1,94	9,72	16,20
4	Fac. Medicina	Apetitos Bar	Nora Pico de Cruz	042224293	5,94	1,98	1,32	3,96	19,80	33,00
5	Edificio Principal	Sabor de Casa	Alexandra de Lopez	0997176267	3,58	1,19	0,80	2,39	11,94	19,90
6	Cancha de Fútbol	La Canchita	David Contreras	0994804052	5,63	1,88	1,25	3,76	18,78	31,30
7	Junto a Parquederos	Que Rico	Mayra Cristina Paredes	0985177840	6,16	2,05	1,37	4,10	20,52	34,20
8	Junto a Parquederos	BBQ Grill	Felipe Moreira	0939273894	3,10	1,03	0,69	2,06	10,32	17,20
9	Junto a Parquederos	Swett and coffe	Gustavo Reyes	0991183539	4,72	1,57	1,05	3,14	15,72	26,20
10	Fac. Emprendedores	Pez Eléctrico	Miguel Alvarez	0993069080	2,14	0,71	0,48	1,43	7,14	11,90
11	Junto a parqueaderos	K- Feim	Jessica Moncayo	04222470	1,28	0,43	0,28	0,85	4,26	7,10
12	Fac. Emprendedores	Empanadas Rico	Ivette Espinoza	-	1,24	0,41	0,28	0,83	4,14	6,90
13	Fac. Emprendedores	knick-Nack	Priscila Sandoval	0979377006	2,81	0,94	0,62	1,87	9,36	15,60
14	Fac. Emprendedores	Zuma Delicia	Rodrigo Valencia	0999506365	3,13	1,04	0,70	2,09	10,44	17,40
15	Fac. Emprendedores	U Café	Reynaldo Jordan	0989676658	3,60	1,20	0,80	2,40	12,00	20,00
16	Fac de Filosofía	Snack- Tete	Maximo Ponce	0985945968	1,17	0,39	0,26	0,78	3,90	6,50
Total					50,67	16,89	11,26	33,78	168,84	281,44

JUEVES 6 DE JUNIO DEL 2013

N°	Ubicación	Nombre	Propietario	Telefono	Peso de desechos					Total
					Papel	Carton	Vidrio	Plastico	Organico	
1	Fac.Ingenieria	Soda Bar S&C	Sr. Colon Cevallos	0987715642	3,97	132	1	2,65	13,26	22,1
2	Fac. Arquitectura	Café Gandi	Pedro Menendez	0993998883	2,88	0,96	0,64	1,92	9,60	16,00
3	Fac. Economia	Bar Economia	Victor Figueroa	04222421	4,54	151	101	3,02	15,12	25,20
4	Fac. Medicina	Apetitos Bar	Nora Pico de Cruz	042224293	5,54	185	123	3,70	18,48	41,20
5	Edificio Principal	Sabor de Casa	Alexandra de Lopez	0997176267	3,60	120	0,80	2,40	12,00	20,00
6	Cancha de Futbol	La Canchita	David Contreras	0994804052	5,04	168	1,12	3,36	16,80	28,00
7	Junto a Parquederos	Que Rico	Mayra Cristina Paredes	0985177840	5,49	183	1,22	3,66	18,30	48,00
8	Junto a Parquederos	BBQ Grill	Felipe Moreira	0939273894	2,88	0,96	0,64	1,92	9,60	16,00
9	Junto a Parquederos	Swett and coffe	Gustavo Reyes	099183539	4,88	163	1,08	3,25	16,26	27,10
10	Fac. Emprendedores	Pez Eléctrico	Miguel Alvarez	0993069080	1,89	0,63	0,42	1,26	6,30	43,10
11	Junto a parqueaderos	K- Feim	Jessica Moncayo	04222470	0,88	0,29	0,20	0,59	2,94	4,90
12	Fac. Emprendedores	Empanadas Rico	Ivette Espinoza	-	0,99	0,33	0,22	0,66	3,30	5,50
13	Fac. Emprendedores	knick-Nack	Priscila Sandoval	0979377006	2,27	0,76	0,50	1,51	7,56	10,40
14	Fac. Emprendedores	Zuma Delicia	Rodrigo Valencia	0999506365	3,24	108	0,72	2,16	10,80	18,00
15	Fac. Emprendedores	U Café	Reynaldo Jordan	0989676658	3,15	105	0,70	2,10	10,50	17,50
16	Fac de Filosofia	Snack- Tete	Maximo Ponce	0985915968	1,08	0,36	0,24	0,72	3,60	35,50
				Total	48,35	16,12	10,74	32,23	161,16	268,60

SABADO 8 DE JUNIO DEL 2013

N°	Ubicación	Nombre	Propietario	Telefono	Peso de desechos					Total
					Papel	Carton	Vidrio	Plastico	Organico	
1	Fac.Ingenieria	Soda Bar S&C	Sr. Colon Cevallos	0987715642	2,70	0,90	0,60	1,80	9,00	15,00
2	Fac. Arquitectura	Café Gandi	Pedro Menendez	0993998883	2,16	0,72	0,48	1,44	7,20	12,00
3	Fac. Economia	Bar Economia	Victor Figueroa	04222421	3,10	103	0,69	2,06	10,32	17,20
4	Fac. Medicina	Apetitos Bar	Nora Pico de Cruz	042224293	3,24	108	0,72	2,16	10,80	18,00
5	Edificio Principal	Sabor de Casa	Alexandra de Lopez	0997176267	3,42	114	0,76	2,28	11,40	19,00
6	Cancha de Futbol	La Canchita	David Contreras	0994804052	5,40	180	1,20	3,60	18,72	31,20
7	Junto a Parquederos	Que Rico	Mayra Cristina Paredes	0985177840	4,50	150	1,00	3,00	15,00	25,00
8	Junto a Parquederos	BBQ Grill	Felipe Moreira	0939273894	3,06	102	0,68	2,04	10,20	17,00
9	Junto a Parquederos	Swett and coffe	Gustavo Reyes	099183539	4,86	162	1,08	3,24	16,20	27,00
10	Fac. Emprendedores	Pez Eléctrico	Miguel Alvarez	0993069080	1,44	0,48	0,32	0,96	4,80	8,00
11	Junto a parqueaderos	K- Feim	Jessica Moncayo	04222470	0,9	0,3	0,2	0,7	3,12	5,2
12	Fac. Emprendedores	Empanadas Rico	Ivette Espinoza	-	0,72	0,24	0,16	0,48	2,40	4,00
13	Fac. Emprendedores	knick-Nack	Priscila Sandoval	0979377006	1,80	0,60	0,40	1,20	6,00	10,00
14	Fac. Emprendedores	Zuma Delicia	Rodrigo Valencia	0999506365	2,52	0,84	0,56	1,68	9,36	15,60
15	Fac. Emprendedores	U Café	Reynaldo Jordan	0989676658	2,88	0,96	0,64	1,92	9,60	16,00
16	Fac de Filosofia	Snack- Tete	Maximo Ponce	0985915968	0,76	0,25	0,17	0,50	2,80	4,10
				Total	42,5	14,1	9,5	5,78	146,92	239,10

MIERCOLES 12 JUNIO 2013

N°	Ubicación	Nombre	Propietario	Telefono	Peso de desechos					Total
					Papel	Carton	Vidrio	Plastico	Organico	
1	Fac.Ingenieria	Soda Bar S&C	Sr. Colon Cevallos	0987745642	3,62	1,21	0,80	2,41	12,06	20,10
2	Fac. Arquitectura	Café Gandhi	Pedro Menendez	0993998883	3,22	1,07	0,72	2,15	10,74	17,90
3	Fac. Economia	Bar Economia	Victor Figueroa	04222421	3,08	1,03	0,68	2,05	10,26	17,10
4	Fac. Medicina	Apetitos Bar	Nora Pico de Cruz	042224293	5,76	1,92	1,28	3,84	19,20	32,00
5	Edificio Principal	Sabor de Casa	Alexandra de Lopez	0997176267	5,58	1,86	1,24	3,72	18,60	31,00
6	Cancha de Futbol	La Canchita	David Contreras	0994804052	5,20	1,73	1,16	3,47	17,34	28,90
7	Junto a Parquederos	Que Rico	Mayra Cristina Paredes	0985177840	6,16	2,05	1,37	4,10	20,52	34,20
8	Junto a Parquederos	BBQ Grill	Felipe Moreira	0939273894	3,28	1,09	0,73	2,18	10,92	18,20
9	Junto a Parquederos	Swett and coffe	Gustavo Reyes	0991183539	4,95	1,65	1,10	3,30	16,50	27,50
10	Fac. Emprendedores	Pez Eléctrico	Miguel Alvarez	0993069080	1,96	0,65	0,44	1,31	6,54	10,90
11	Junto a parqueaderos	K- Feim	Jessica Moncayo	04222470	1,44	0,48	0,32	0,96	4,80	8,00
12	Fac. Emprendedores	Empanadas Rico	Ivette Espinoza	-	1,04	0,35	0,23	0,70	3,48	5,80
13	Fac. Emprendedores	knick-Nack	Priscila Sandoval	0979377006	2,68	0,89	0,60	1,79	8,94	14,90
14	Fac. Emprendedores	Zuma Delicia	Rodrigo Valencia	0999506365	3,17	1,06	0,70	2,11	10,56	17,60
15	Fac. Emprendedores	U Café	Reynaldo Jordan	0989676658	3,82	1,27	0,85	2,54	12,72	21,20
16	Fac de Filosofia	Snack- Tete	Maximo Ponce	0985945968	1,28	0,43	0,28	0,85	4,26	7,10
				Total	56,23	18,74	12,50	37,49	187,44	312,40

JUEVES 13 DE JUNIO DEL 2013

N°	Ubicación	Nombre	Propietario	Telefono	Peso de desechos					Total
					Papel	Carton	Vidrio	Plastico	Organico	
1	Fac.Ingenieria	Soda Bar S&C	Sr. Colon Cevallos	0987745642	3,58	1,19	0,80	2,39	11,94	19,90
2	Fac. Arquitectura	Café Gandhi	Pedro Menendez	0993998883	3,15	1,05	0,70	2,10	10,50	17,50
3	Fac. Economia	Bar Economia	Victor Figueroa	04222421	3,69	1,23	0,82	2,46	12,30	20,5
4	Fac. Medicina	Apetitos Bar	Nora Pico de Cruz	042224293	5,74	1,91	1,28	3,83	19,14	31,90
5	Edificio Principal	Sabor de Casa	Alexandra de Lopez	0997176267	5,54	1,85	1,23	3,70	18,48	30,80
6	Cancha de Futbol	La Canchita	David Contreras	0994804052	5,06	1,69	1,12	3,37	16,86	28,10
7	Junto a Parquederos	Que Rico	Mayra Cristina Paredes	0985177840	6,03	2,01	1,34	4,02	20,10	33,50
8	Junto a Parquederos	BBQ Grill	Felipe Moreira	0939273894	3,22	1,07	0,72	2,15	10,74	17,90
9	Junto a Parquederos	Swett and coffe	Gustavo Reyes	0991183539	4,84	1,61	1,08	3,23	16,14	26,90
10	Fac. Emprendedores	Pez Eléctrico	Miguel Alvarez	0993069080	1,78	0,59	0,40	1,19	5,30	9,90
11	Junto a parqueaderos	K- Feim	Jessica Moncayo	04222470	1,49	0,50	0,33	1,00	4,98	8,30
12	Fac. Emprendedores	Empanadas Rico	Ivette Espinoza	-	0,95	0,32	0,21	0,64	3,18	5,30
13	Fac. Emprendedores	knick-Nack	Priscila Sandoval	0979377006	2,43	0,81	0,54	1,62	8,10	13,50
14	Fac. Emprendedores	Zuma Delicia	Rodrigo Valencia	0999506365	3,10	1,03	0,69	2,06	10,30	17,20
15	Fac. Emprendedores	U Café	Reynaldo Jordan	0989676658	3,74	1,25	0,83	2,50	11,9	20,80
16	Fac de Filosofia	Snack- Tete	Maximo Ponce	0985945968	1,26	0,42	0,28	0,84	5,10	7,00
				Total	55,62	18,54	12,36	37,08	173,16	288,50

SABADO 15 DE JUNIO DEL 2013

N°	Ubicación	Nombre	Propietario	Telefono	Peso de desechos					Total
					Papel	Carton	Vidrio	Plastico	Organico	
1	Fac.Ingenieria	Soda Bar S&C	Sr. Colon Cevallos	0987715642	2,68	0,89	0,60	1,79	8,94	14,90
2	Fac. Arquitectura	Café Gandi	Pedro Menendez	0993998883	2,36	0,79	0,52	1,57	7,86	13,10
3	Fac. Economia	Bar Economia	Victor Figueroa	042221421	3,29	1,10	0,73	2,20	10,98	18,30
4	Fac. Medicina	Apetitos Bar	Nora Pico de Cruz	042221293	3,22	1,07	0,72	2,15	10,74	17,90
5	Edificio Principal	Sabor de Casa	Alexandra de Lopez	0997176267	3,74	1,25	0,83	2,50	12,48	20,8
6	Cancha de Futbol	La Canchita	David Contreras	0994804052	5,89	1,96	1,31	3,92	19,62	32,70
7	Junto a Parquederos	Que Rico	Mayra Cristina Paredes	0985177840	4,28	1,43	0,95	2,86	14,28	23,80
8	Junto a Parquederos	BBQ Grill	Felipe Moreira	0939273894	3,22	1,07	0,72	2,15	10,74	17,90
9	Junto a Parquederos	Swett and coffe	Gustavo Reyes	099183539	5,04	1,68	1,12	3,36	16,80	28,00
10	Fac. Emprendedores	Pez Eléctrico	Miguel Alvarez	0993069080	1,30	0,43	0,29	0,86	4,32	7,20
11	Junto a parqueaderos	K- Feim	Jessica Moncayo	042221470	1,17	0,39	0,26	0,78	3,90	6,50
12	Fac. Emprendedores	Empanadas Rico	Ivette Espinoza	-	0,95	0,32	0,21	0,64	3,18	5,30
13	Fac. Emprendedores	knick-Nack	Priscila Sandoval	0979377006	2,21	0,74	0,49	1,48	7,38	12,30
14	Fac. Emprendedores	Zuma Delicia	Rodrigo Valencia	0999506365	2,90	0,97	0,64	1,93	9,66	16,10
15	Fac. Emprendedores	U Café	Reynaldo Jordan	0989676658	2,84	0,95	0,63	1,90	9,48	15,80
16	Fac de Filosofia	Snack- Tete	Maximo Ponce	0985915968	1,13	0,38	0,25	0,76	3,78	6,30
				Total	46,24	15,41	10,28	30,83	141,66	236,10

A.6 Tabla de temperaturas durante el proceso de descomposición de la materia prima

Semana del 27 al 31 de mayo del 2013

	Día	Hora	Temp°C	Observaciones
Pila 1	20/5/2013	10:00 AM	32.8	
Pila 1	20/5/2013	3:00 PM	31,6	
Pila 2	20/5/2013	10:00 AM	27.5	
Pila 2	20/5/2013	3:00 PM	28,4	
Pila 1	21/5/2013	10:00 AM	34.1	
Pila 1	21/5/2013	3:00 PM	34,8	
Pila 2	21/5/2013	10:00am	33.5	
Pila 2	21/052013	3:00 PM	32,2	
Pila 1	22/5/2013	10:00 AM	33.1	
Pila 1	22/5/2013	3:00 PM	41,6	
Pila 2	22/5/2013	10:00 AM	38,4	
Pila 2	22/5/2013	3:00 PM	39,7	
Pila 1	23/5/2013	10:00 AM	41,5	
Pila 1	23/5/2013	3:00 PM	40.4	
Pila 2	23/5/2013	10:00 AM	39,1	
Pila 2	23/5/2013	3:00 PM	39.5	
Pila 1	27/5/2013	10:00 AM	40	
Pila 1	27/5/2013	3:00 PM	41.3	
Pila 2	27/5/2013	10:00 AM	34.9	
Pila 2	27/5/2013	3:00 PM	36.5	

Semana del 3 al 7 de junio del 2013

	Día	Hora	Temp°C	Observaciones
Pila 1	3/6/2013	10:00 AM	40,3	
Pila 1	3/6/2013	3:00 PM	42,1	
Pila 2	3/6/2013	10:00 AM	32,3	
Pila 2	3/6/2013	3:00 PM	35,1	
Pila 1	4/6/2013	10:00 AM	41,3	
Pila 1	4/6/2013	3:00 PM	43,7	
Pila 2	4/6/2013	10:00 AM	31,3	
Pila 2	4/6/2013	3:00 PM	33,4	
Pila 1	5/6/2013	10:00 AM	39,7	
Pila 1	5/6/2013	3:00 PM	40,5	
Pila 2	5/6/2013	10:00 AM	36,4	
Pila 2	5/6/2013	3:00 PM	38,1	
Pila 1	6/6/2013	10:00 AM	32	
Pila 1	6/6/2013	3:00 PM	34,5	
Pila 2	6/6/2013	10:00 AM	36,3	
Pila 2	6/6/2013	3:00 PM	39,8	
Pila 1	6/6/2013	10:00 AM	40,5	
Pila 1	6/6/2013	3:00 PM	42,3	
Pila 2	6/6/2013	10:00 AM	33,4	
Pila 2	6/6/2013	3:00 PM	35,2	
Pila 1	7/6/2013	10:00 AM	41,9	
Pila 1	7/6/2013	3:00 PM	40,3	
Pila 2	7/6/2013	10:00 AM	38,8	
Pila 2	7/6/2013	3:00 PM	39,5	

Semana del 10 al 14 de junio 2013

	Día	Hora	Temp°C	Observaciones
Pila 1	10/6/2013	10:00 AM	38,8	
Pila 1	10/6/2013	3:00 PM	39,1	
Pila 2	10/6/2013	10:00 AM	40,4	
Pila 2	10/6/2013	3:00 PM	42,0	
Pila 1	11/6/2013	10:00 AM	35.3	
Pila 1	11/6/2013	3:00 PM	37.1	
Pila 2	11/6/2013	10:00 AM	42.1	
Pila 2	11/6/2013	3:00 PM	41.8	
Pila 1	12/6/2013	10:00 AM	38	
Pila 1	12/6/2013	3:00 PM	40.1	
Pila 2	12/6/2013	10:00 AM	43	
Pila 2	12/6/2013	3:00 PM	42.7	
Pila 1	13/6/2013	10:00 AM	37.8	
Pila 1	13/6/2013	3:00 PM	38.6	
Pila 2	13/6/2013	10:00 AM	44.1	
Pila 2	13/6/2013	3:00 PM	42.5	
Pila 1	14/6/2013	10:00 AM	35.9	
Pila 1	14/6/2013	3:00 PM	38.1	
Pila 2	14/6/2013	10:00 AM	43.1	
Pila 2	14/6/2013	3:00 PM	41.8	

Semana del 17 al 21 de junio 2013

	Día	Hora	Temp°C	Observaciones
Pila 1	17/6/2013	10:00 AM	38,5	
Pila 1	17/6/2013	3:00 PM	40,1	
Pila 2	17/6/2013	10:00 AM	41,0	
Pila 2	17/6/2013	3:00 PM	42,5	
Pila 1	18/6/2013	10:00 AM	36,1	
Pila 1	18/6/2013	3:00 PM	37,5	
Pila 2	18/6/2013	10:00 AM	42,8	
Pila 2	18/6/2013	3:00 PM	40,5	
Pila 1	19/6/2013	10:00 AM	38,2	
Pila 1	19/6/2013	3:00 PM	40,5	
Pila 2	19/6/2013	10:00 AM	42,6	
Pila 2	19/6/2013	3:00 PM	42,7	
Pila 1	20/6/2013	10:00 AM	38,1	
Pila 1	20/6/2013	3:00 PM	39,7	
Pila 2	20/6/2013	10:00 AM	43,9	
Pila 2	20/6/2013	3:00 PM	42,1	
Pila 1	21/6/2013	10:00 AM	36,8	
Pila 1	21/6/2013	3:00 PM	38	
Pila 2	21/6/2013	10:00 AM	43	
Pila 2	21/6/2013	3:00 PM	40,5	

Semana del 24 al 28 de junio 2013

	Día	Hora	Temp°C	Observaciones
Pila 1	24/6/2013	10:00 AM	38,5	
Pila 1	24/6/2013	3:00 PM	4,9	
Pila 2	24/6/2013	10:00 AM	41,7	
Pila 2	24/6/2013	3:00 PM	42,3	
Pila 1	25/6/2013	10:00 AM	37,2	
Pila 1	25/6/2013	3:00 PM	38,9	
Pila 2	25/6/2013	10:00 AM	43,5	
Pila 2	25/6/2013	3:00 PM	41,3	
Pila 1	26/6/2013	10:00 AM	39,2	
Pila 1	26/6/2013	3:00 PM	41,3	
Pila 2	26/6/2013	10:00 AM	43,2	
Pila 2	26/6/2013	3:00 PM	42	
Pila 1	27/6/2013	10:00 AM	37,9	
Pila 1	27/6/2013	3:00 PM	38,3	
Pila 2	27/6/2013	10:00 AM	43,4	
Pila 2	27/6/2013	3:00 PM	41,9	
Pila 1	28/6/2013	10:00 AM	37,6	
Pila 1	28/6/2013	3:00 PM	39	
Pila 2	28/6/2013	10:00 AM	44	
Pila 2	28/6/2013	3:00 PM	41	

Semana del 1 al 5 de julio 2013

	Día	Hora	Temp°C	Observaciones
Pila 1	1/7/2013	10:00 AM	40,5	
Pila 1	1/7/2013	3:00 PM	42,3	
Pila 2	1/7/2013	10:00 AM	41,7	
Pila 2	1/7/2013	3:00 PM	43,5	
Pila 1	2/7/2013	10:00 AM	39,2	
Pila 1	2/7/2013	3:00 PM	43,2	
Pila 2	2/7/2013	10:00 AM	43,5	
Pila 2	2/7/2013	3:00 PM	41,3	
Pila 1	3/7/2013	10:00 AM	39,2	
Pila 1	3/7/2013	3:00 PM	41,3	
Pila 2	3/7/2013	10:00 AM	43,2	
Pila 2	3/7/2013	3:00 PM	43,6	
Pila 1	4/7/2013	10:00 AM	42,6	
Pila 1	4/7/2013	3:00 PM	45	
Pila 2	4/7/2013	10:00 AM	43,4	
Pila 2	4/7/2013	3:00 PM	46,5	
Pila 1	5/7/2013	10:00 AM	43,2	
Pila 1	5/7/2013	3:00 PM	44,5	
Pila 2	5/7/2013	10:00 AM	46,9	
Pila 2	5/7/2013	3:00 PM	48,9	

Semana del 8 al 12 de julio 2013

	Día	Hora	Temp°C	Observaciones
Pila 1	8/7/2013	10:00 AM	47.5	
Pila 1	8/7/2013	3:00 PM	50.1	
Pila 2	8/7/2013	10:00 AM	48.3	
Pila 2	8/7/2013	3:00 PM	49.8	
Pila 1	9/7/2013	10:00 AM	50.1	
Pila 1	9/7/2013	3:00 PM	53.9	
Pila 2	9/7/2013	10:00 AM	50.5	
Pila 2	9/7/2013	3:00 PM	52.8	
Pila 1	10/7/2013	10:00 AM	49.6	
Pila 1	10/7/2013	3:00 PM	56.8	
Pila 2	10/7/2013	10:00 AM	50.5	
Pila 2	10/7/2013	3:00 PM	53.7	
Pila 1	11/7/2013	10:00 AM	51.3	
Pila 1	11/7/2013	3:00 PM	55.2	
Pila 2	11/7/2013	10:00 AM	50.6	
Pila 2	11/7/2013	3:00 PM	54.3	
Pila 1	12/7/2013	10:00 AM	49.5	
Pila 1	12/7/2013	3:00 PM	54.5	
Pila 2	12/7/2013	10:00 AM	51.3	
Pila 2	12/7/2013	3:00 PM	55.7	

Semana del 15 al 19 de julio 2013

	Día	Hora	Temp°C	Observaciones
Pila 1	15/7/2013	10:00 AM	50.3	
Pila 1	15/7/2013	3:00 PM	53.1	
Pila 2	15/7/2013	10:00 AM	49.3	
Pila 2	15/7/2013	3:00 PM	52.1	
Pila 1	16/7/2013	10:00 AM	50.1	
Pila 1	16/7/2013	3:00 PM	53.9	
Pila 2	16/7/2013	10:00 AM	50.5	
Pila 2	16/7/2013	3:00 PM	52.8	
Pila 1	17/7/2013	10:00 AM	49.6	
Pila 1	17/7/2013	3:00 PM	56.8	
Pila 2	17/7/2013	10:00 AM	50.5	
Pila 2	17/7/2013	3:00 PM	53.7	
Pila 1	18/7/2013	10:00 AM	51.3	
Pila 1	18/7/2013	3:00 PM	55.2	
Pila 2	18/7/2013	10:00 AM	50.6	
Pila 2	18/7/2013	3:00 PM	54.3	
Pila 1	19/7/2013	10:00 AM	49.5	
Pila 1	19/7/2013	3:00 PM	54.5	
Pila 2	19/7/2013	10:00 AM	51.3	
Pila 2	19/7/2013	3:00 PM	55.7	

Semana del 22 al 26 de julio 2013

	Día	Hora	Temp °C	Observaciones
Pila 1	15/7/2013	10:00 AM	51.2	
Pila 1	15/7/2013	3:00 PM	53.1	
Pila 2	15/7/2013	10:00 AM	50.9	
Pila 2	15/7/2013	3:00 PM	53,0	
Pila 1	16/7/2013	10:00 AM	55,2	
Pila 1	16/7/2013	3:00 PM	56.1	
Pila 2	16/7/2013	10:00 AM	50.5	
Pila 2	16/7/2013	3:00 PM	55.1	
Pila 1	17/7/2013	10:00 AM	53.2	
Pila 1	17/7/2013	3:00 PM	56.8	
Pila 2	17/7/2013	10:00 AM	50.5	
Pila 2	17/7/2013	3:00 PM	54.1	
Pila 1	18/7/2013	10:00 AM	51.3	
Pila 1	18/7/2013	3:00 PM	55.2	
Pila 2	18/7/2013	10:00 AM	54.6	
Pila 2	18/7/2013	3:00 PM	58.9	
Pila 1	19/7/2013	10:00 AM	55.6	
Pila 1	19/7/2013	3:00 PM	54.5	
Pila 2	19/7/2013	10:00 AM	59.7	
Pila 2	19/7/2013	3:00 PM	60.1	

Guía para el Manejo adecuado de desechos sólidos orgánicos en la Universidad Católica Santiago de Guayaquil.



OBJETIVO GENERAL:

Concientización del manejo de desechos sólidos de los bares y restaurantes de la U.C.S.G, estableciendo procesos que sirvan para capacitar a los administradores, empleados y dueños de dichos locales sobre la importancia de la disposición final de los

desechos sólidos orgánicos a través del compost.

¿QUE SIGNIFICA?

C O M P O S T A: Fertilizante natural y mejorador de suelo de color café oscuro y que tiene olor y apariencia de la tierra que se usa comúnmente.

C O M P O S T A J E: Proceso de descomposición de materiales orgánicos (restos de frutas, verduras, comida, vegetales, etc.)

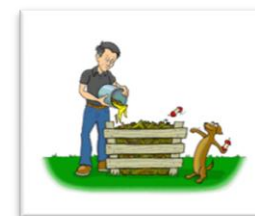
¿POR QUE COMPOSTAR?

- ✓ Forma ideal para aprovechar los desechos
- ✓ Mejora la estructura de la tierra; propiedades de drenaje, aireación y la habilidad de retener nutrientes y agua en todo tipo de suelo.
- ✓ Mejorar la condición de los suelos y áreas verdes.
- ✓ Se reduce una gran cantidad de residuos que se generan en la U.C.S.G

¿Cómo SE HACE?

Puede hacerse tanto en una pila al aire libre como en un contenedor o compostera, esto

ayudara a mantener ordenada la pila y acelerar el proceso.



METODOLOGIA:

C L A S I F I C A C I Ó N: Los desechos serán separados de acuerdo a su clase en la fuente generadora, nunca mezclados. Para esto en cada Bar y Restaurantes de la U.C.S.G se ubicaran recipientes identificados por color de acuerdo al tipo de desechos y dentro de los mismos tachos colocar fundas negras de basura.

- ✓ **C O L O R A M A R I L L O:** para plásticos.
- ✓ **C O L O R A Z U L:** papel y cartón.
- ✓ **C O L O R R O J O O N E G R O:** para desechos especiales o peligrosos.

Se deberá asignar dos personas del Departamento de Jardinería de la U.C.S.G con un tiempo de $\frac{1}{4}$ de su jornada laboral para que sean los responsables de este

proceso y para que sean capacitados y puedan verificar que cada procedimiento se realice correctamente en cuanto a la separación de los desechos.

CUANTIFICACIÓN Y DISPOSICIÓN DE DESECHOS: Se deberá realizar mediante un registro de cada tipo de desecho, el mismo que será registrado en la tabla de datos para conocer el peso de los desechos sólidos ya clasificados una vez que los desechos sean entregados.

Se deberá escoger un espacio físico para realizar los procesos e implementar el centro de acoplamiento de desechos en la U.C.S.G.

Se procederá a la trituración de los desechos en fragmentos pequeños

Las personas encargadas de siguiendo los parámetros de tamaño de partícula dichos residuos deberían estar entre 25 y 27 mm.

El compostaje tendrá lugar en condiciones aeróbicas al aire libre, tiempo durante el cual se voltearan las pilas periódicamente con el fin de airearlas y se añadirá agua para aumentar la humedad (hasta llegar aproximadamente a un valor del 60-65%). Así, lentamente el tamaño de la pila irá disminuyendo en la medida que el material se vaya degradando.

El proceso puede durar de 3 a 12 meses en función de la periodicidad de los volteos y del grado de humectación.

MATERIALES:

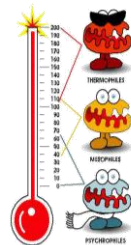
- Desechos generados en la U.C.S.G.
- Restos de jardín
- Estiércol.



LO QUE SE DEBE TOMAR EN CONSIDERACION:

HUMEDAD: es importante hasta un 60% en el compostaje.

TEMPERATURA: Dependiendo de los materiales añadidos a la pila y la frecuencia de volteo, habrá un alza de temperatura dentro de esta, debido a la actividad de los microorganismos. Esto es bueno porque indica un proceso activo y el compostaje se hace más



rápido.

Cuando la composta esta lista, bajara sin importar cuantas veces voltee.

MICROORGANISMOS: Actúan sobre la materia orgánica Biodegradable pretermiando obtener enmienda orgánica para el mejoramiento de los suelos.

EPOCA DEL AÑO: Las bajas temperaturas del invierno retardaran el proceso por lo que se lo recomienda iniciar la pila en primavera o verano.

APLICACIONES:

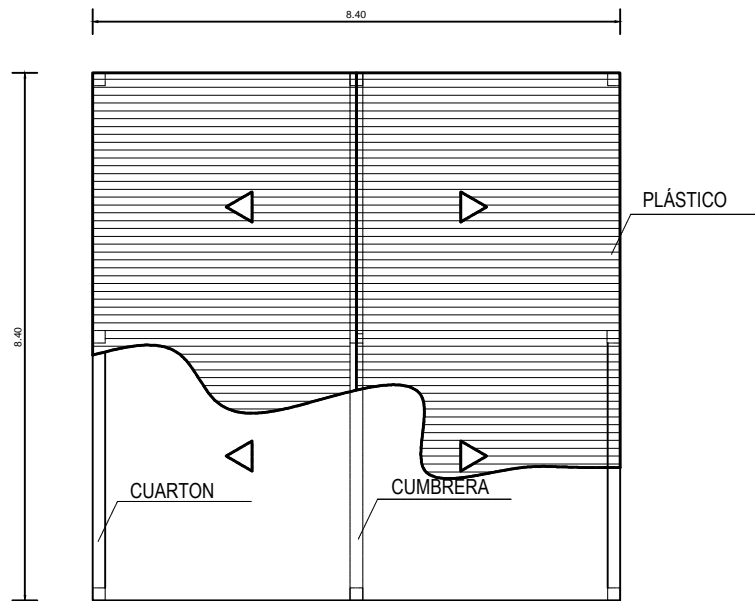
ALMACIGOS: 1 parte de composta por una parte de tierra.

HUERTOS, FLORES Y CÉSPED: 2 a 3 kg de composta por cada m²

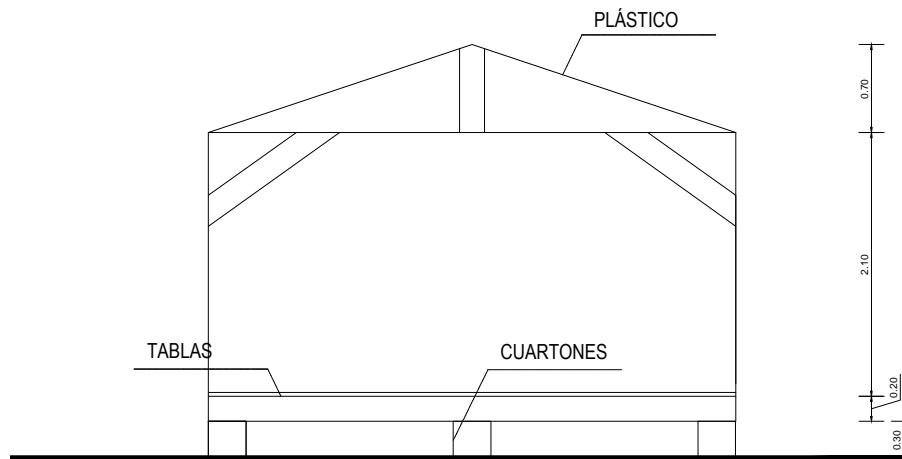
ARBOLES: Cubra el suelo con una capa de hasta 5 cm, desde unos 15 cm, alrededor del tronco hasta cubrir el ancho de su copa.

PLANTAS EN MACETEROS: 1 parte de composta por 3 partes de tierra.

Uno de los mecanismos más económico, sencillo y fácil de realizar en el aprovechamiento de desechos sólidos es el **“COMPOSTAJE”**

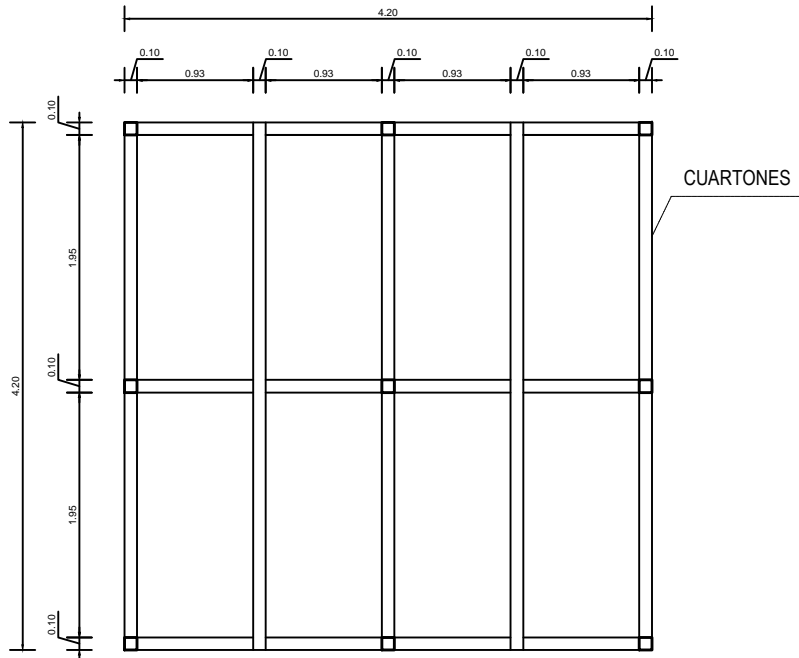


CUBIERTA

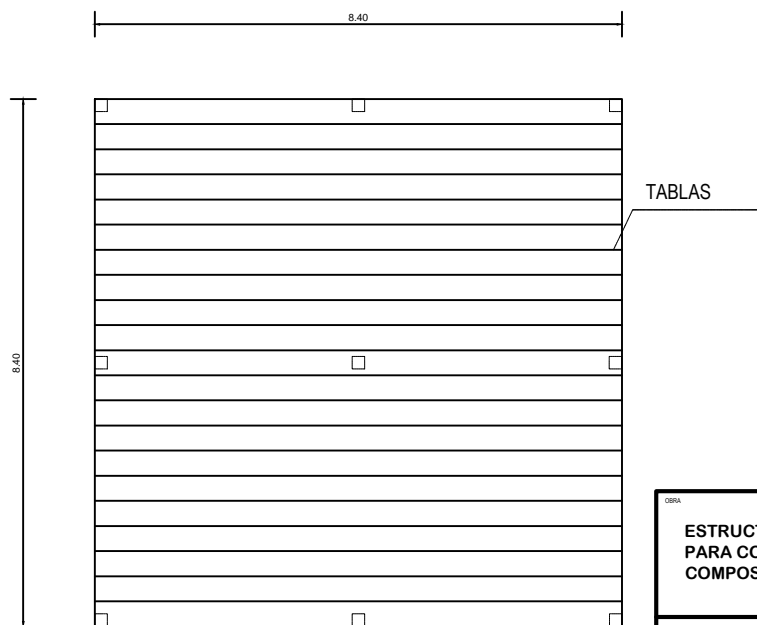


FACHADA

<small>OBRA</small> ESTRUCTURA DE MADERA PARA COLOCACION DEL COMPOST	
<small>CONTIENE</small> CIMIENTO - PISO	
<small>UNIVERSIDAD</small> UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL	
<small>FACULTAD</small> INGENIERIA CIVIL	<small>FECHA</small> <small>LÁMINA</small> JULIO 2015 L-1/2



CIMENTOS



PISO

<small>OTRA</small> ESTRUCTURA DE MADERA PARA COLOCACION DEL COMPOST	
<small>CONTIENE</small> CIMIENTO - PISO	
<small>UNIVERSIDAD</small> UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL	
<small>FACULTAD</small> INGENIERIA CIVIL	<small>FECHA</small> <small>LAMINA</small> JULIO 2015 L-2/2

Análisis de Precios Unitarios

22-ago-13

Código: 001
Cód. Alter.:
Descrip.: RECOLECCION DE DESECHOS SOLIDOS
Unidad: KG
Especif.: RECOLECCION DE DESECHOS SOLIDOS EN BARES Y RESTAURANTES UCSG
Comen1.:
Comen2.:

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
001	HERRAMIENTA MENOR	%MO	3.00%MO			0,00109	
Subtotal de Equipo:						0,00109	

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00 %

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00 %

Mano de Obra							
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
001	PEON (CAT I)		1,000	2,800	0,013	0,036	
Subtotal de Mano de Obra:						0,036	

Costo Directo Total: 0,037

COSTOS INDIRECTOS

15.00 % 0,01

Precio Unitario Total	0,043
------------------------------------	--------------

Análisis de Precios Unitarios

Código: 002
Cód. Alter.:
Descrip.: CLASIFICACION DE DESECHOS
Unidad: U
Específic.: SEPARAR LOS DESECHOS PRODUCIDOS EN ORGANICO, PAPEL, CARTON Y PLATICO
Comen1.:
Comen2.:

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
003	HERRAMIENTA MENOR	%MO	3.00%MO			0,0011	100
Subtotal de Equipo:						0,0011	

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Materiales:							

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	

Mano de Obra							
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
003	PEON (CAT I)		1,0000	2,80	0,013	0,036	100,000
Subtotal de Mano de Obra:						0,036	100,00

Costo Directo Total: 0,037

COSTOS INDIRECTOS

15.00 % 0,01

Precio Unitario Total	0,04
------------------------------------	-------------

Análisis de Precios Unitarios

22-ago-13

Código: 003
Cód. Alter.:
Descrip.: ELABORACION DE LA PILA DE COMPOST
Unidad: U
Especific.: CON LOS DESECHOS SOLIDOS CLASIFICACOS YA EN ORGANICOS SE PROCEDE A ARMAR LAS 2 PILAS DE COMPOST
Comen1.: EL COSTO DE MATERIALES LO PROYECTAMOS PARA LOS 3 MESES QUE DURA
Comen2.: EL PROYECTO

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
004	HERRAMIENTA MENOR	%MO	3.00%MO			0,0011	
Subtotal de Equipo:						0,0011	

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
004	ESTRUCTURA DE MADERA 4,20 X4,20 M	U	1,000	33,330		33,330	100,00
Subtotal de Materiales:						33,33	0.00 %

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00 %

Mano de Obra							
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
004	PEON (CAT I)		1,000	2,800	0,0130	0,0364	100,000
Subtotal de Mano de Obra:						0,036	100,00

Costo Directo Total: 33,367

COSTOS INDIRECTOS

15.00 % 5,01

Precio Unitario Total	38,37
------------------------------------	--------------

Análisis de Precios Unitarios

22-ago-13

Código: 004

Cód. Alter.:

Descrip.: Aplicación del compost en Areas verdes en la U.C..S.G

Unidad: m²

Específic.: Con la obtencion del compost se procede a la aplicación en las 2 areas verdes escogidas para mejorar su condicion

Comen1.:

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101001	HERRAMIENTA MENOR	%MO	3.00%MO			0,0048	
Subtotal de Equipo:						0,0048	

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Materiales:							

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00 %

Mano de Obra							
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
005	JARDINERO		1,000	2,800	0,013	0,036	47,20
Subtotal de Mano de Obra:						0,036	

Costo Directo Total: 0,041

COSTOS INDIRECTOS

15.00 % 0,006

Precio Unitario Total	0,047
------------------------------------	--------------

**PROYECTO: IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE DESECHOS
SOLIDOS ORGANICOS EN LA U.C.S.G**

Elaborado por: Rich David Parra Cadena

Ubicación: Universidad Catolica de Santiago de Guayaquil

PRESUPUESTO						
Ítem	Descripción	Unidad	Día	Cantidad	P. Unitario	P. Total
001	RECOLECCION DE DESECHOS SOLIDOS EN BARES Y RESTAURANTES	KG	2	278,83	\$ 0,036	\$10,038
002	CLASIFICACION DE DESECHOS	U	2	278,83	\$ 0,040	\$11,153
003	ELABORACION DE PILA COMPOST	U		1	\$ 38,570	\$38,570
004	APLICACIÓN DEL COMPOST	m ²		481,26	\$ 0,047	\$22,619
SUBTOTAL						\$ 82,380

Son: OCHENTA Y DOS DOLARES CON 38/100 DÓLARES (SIN IVA)

Fecha: 17/07/2010