



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL



**EFFECTO DE LA CANTIDAD DE RESIDUO VEGETAL DE JARDÍN SOBRE  
EL CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA EN UN SUELO DE TIPO  
ARENA MAL GRADADA  
(Sector V, Municipio Naguanagua)**

Trabajo presentado a la Universidad de Carabobo como requisito para optar  
al título de INGENIERO CIVIL

**Elaborado por:** Conde Espinoza, Saúl.  
Sánchez Tolosa, Alirio.

**Tutora:** Prof. Mariela, Aular

Valencia, Marzo de 2012



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL



**EFFECTO DE LA CANTIDAD DE RESIDUO VEGETAL DE JARDÍN SOBRE  
EL CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA EN UN SUELO DE TIPO  
ARENA MAL GRADADA.  
(Sector V, Municipio Naguanagua)**

**Elaborado por:** Conde Espinoza, Saúl.  
Sánchez Tolosa, Alirio.

**Tutora:** Prof. Mariela, Aular

Valencia, Marzo de 2012



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL



### CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Los abajo firmantes miembros del jurado asignado para evaluar el trabajo especial de grado titulado, **“EFECTO DE LA CANTIDAD DE RESIDUO VEGETAL DE JARDÍN SOBRE EL CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA EN UN SUELO DE TIPO ARENA MAL GRADADA (Sector V, Municipio Naguanagua)”** realizado por los bachilleres: **Conde Saúl y Sánchez, Alirio**, hacemos constar que hemos revisado y aprobado dicho trabajo.

---

Prof. Mariela Aular  
TUTOR

---

Prof. Sandra Lugo  
JURADO

---

Prof. Arnoldo Gómez  
JURADO

Valencia, Marzo de 2012.

## DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado, a mi madre que se sentirá orgullosa, ya que, siempre ha creído en el estudio como medio de superación y así nos lo inculcó cuando nos enseñó las primeras letras y esperó pacientemente este momento.

Al resto de mi familia especialmente a: Meudy, Reinaldo, Rubén, ZinZu, Enver, María Auxiliadora, María Andreina.

A mis amigos y compañeros de trabajo en el Ministerio de Agricultura y Tierras, que estuvieron pendientes, y que de alguna forma me dieron ánimo y me prestaron su colaboración cuando los necesité especialmente a: Enrique Fagundez, Mariana Núñez, José Brito, Rosa Henríquez, Maribel Matute, Yamilé Mendoza; León Coello que con sus palabras me alentaron a culminar los estudios.

*Saúl Conde*

## DEDICATORIA

Son muchas las personas especiales a las que me gustaría agradecer su amistad, apoyo, ánimo y compañía en diferentes etapas de mi vida. Sin importar en donde estén o si alguna vez llegan a leer estas palabras.

A Dios mi señor y a la Virgen de Guadalupe, por enseñarme el camino hacia el éxito, por darme constancia, paciencia, y sabiduría.

A mis padres que son el pilar principal de mi vida, a mi madre que está en el cielo y sé que estará orgullosa de mí, a mi padre por su gran ejemplo de vida.

A mis hermanos: Jenny, Elizabeth y Orlando.

A mi esposa Mavis e hijos en especial para mi hija Alis Orietta, ya que nunca dudaron en darme todo su apoyo incondicional.

A mis amigos Barrera Iraida, Urbano Henry, Navas Pilar, Marín Reny, Conde Saúl.

A todos aquellos que de alguna forma tanto directa como indirectamente han contribuido y brindado todo su apoyo y aliento.

Gracias.

*Alirio Sánchez*

## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias por ayudarnos a alcanzar este sueño. Esta meta alcanzada es tan de nosotros como de todos ustedes. En especial agradecimientos a:

A Dios, por darnos fuerzas para salir adelante después de cada tropiezo y enseñarnos que con perseverancia y constancia si se puede.

A nuestros Padres y familias por guiarnos, escucharnos, por brindarnos sus palabras de aliento y apoyo, en nuestras vidas, carrera universitaria y en el presente trabajo de grado.

Con mucho cariño, especialmente a nuestra tutora Mariela Aular, por su orientación y dedicación; al brindarnos su apoyo incondicional en la realización de este Trabajo de Grado.

Al profesor Arnoldo Gómez, quien en todo momento estuvo pendiente del desarrollo y terminación de este trabajo.

A la Universidad de Carabobo, Autónoma, Plural y Democrática, Alma Mater Cuna del Conocimiento y Casa de la Luz que Vence las Sombras. A todos los profesores gracias por los conocimientos que nos impartieron a lo largo de nuestra carrera.

*Saúl y Alirio*



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA INGENIERÍA CIVIL**



**“EFECTO DE LA CANTIDAD DE RESIDUO VEGETAL DE JARDÍN SOBRE EL CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA EN UN SUELO DE TIPO ARENA MAL GRADADA (Sector V, Municipio Naguanagua)”.**

**Elaborado por:** Conde Espinoza, Saúl.  
Sánchez Tolosa, Alirio.

**Tutora:** Prof. Mariela, Aular.

**Fecha:** marzo de 2012.

**RESUMEN**

El Trabajo de Grado que a continuación se describe, busca resultados que den respuesta, a qué hacer con los residuos vegetales producto del mantenimiento de las áreas verdes (públicas y particulares) tomando en cuenta dos aspectos importantes, como son: 1) la buena disposición final; en muchos casos no son trasladados a los vertederos por los camiones compactadores y que representa un problema de (capacidad) aprovechamiento de estos, además que son elementos que pueden causar daños por la deflagración y 2) Aprovechar su carácter intrínseco de ser ricos en materia orgánica, que es desperdiciada; y que a través de un tratamiento adecuado, a bajo costo y ecológicamente sustentable, se pueda elaborar un material para el mejoramiento de suelos agotados y evitar el uso de agroquímicos. En este trabajo se propone evaluar el efecto de la cantidad de residuo vegetal de jardín sobre el contenido de materia orgánica contenido en un suelo de tipo: Arena mal gradada, utilizando la técnica del compostaje como patrón en la preparación y acondicionamiento de las muestras y llevar un proceso controlado a escala de laboratorio. Para alcanzar los objetivos propuestos en la investigación, se tomaron muestras semanalmente y se llevaron al Centro de Investigaciones Microbiológicas Aplicadas de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Carabobo, las muestras de suelo obtenidas están ubicadas en el sector “Guayabal”, municipio Naguanagua, sector V, estado Carabobo, determinándose como parámetro de medición, la carga bacteriana al 7%, 10% y 12% en peso, del residuo vegetal de jardín para cada muestra, manteniéndose las condiciones de humedad y temperatura mediante la irrigación y aireación interdiaria; otro parámetro evaluado fue el pH, el cual no varió, ubicándose en un valor de 8

**Palabras Claves:** Residuo orgánicos, Aerobios Mesófilos, Arena mal gradada

## ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO DE APROBACIÓN	iii
DEDICATORIAS	iv
AGRADECIMIENTOS	vi
RESUMEN	vii
ÍNDICE DE GRÁFICAS Y FIGURAS	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xv
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I: EL PROBLEMA	
Planteamiento del Problema	3
Formulación del Problema	4
Objetivos de la Investigación	
Objetivo General	5
Objetivos Específicos	5
Justificación	5
Delimitación	6
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	
Antecedentes de la Investigación	7
Bases Teóricas	8
Residuo o Desecho	8
Clasificación de los residuos	9
Clasificación por su estado	9
Clasificación por su origen	10
Residuos Sólidos domiciliarios	10

Suelo	11
Propiedades y Textura de los Suelo	11
pH	12
Compostaje	13
Materia orgánica	14
Nutrientes	14
Nitrógeno en el suelo	15
Fósforo	15
Potasio	16
Crecimiento Bacteriano	17
Curva de crecimiento Bacteriano	17
Fase de Latencia o también llamado fase de Retardo	18
Fase Exponencial	18
Fase Estacionaria	18
Fase de Muerte	19
Factores físicos que influyen en el crecimiento	20
Aireación	21
Rendimiento de los cultivos	21
Sistemas de Hipótesis y Variables	22
<b>CAPITULO III. MARCO METODOLÓGICO</b>	
Tipo de Investigación	25
Diseño de la Investigación	25
Descripción de la metodología	26
Población y Muestra	30
Técnicas e instrumentos de recolección de datos	31
Análisis de datos	31

CAPITULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS	
Presentación y Análisis de los resultados	33
Análisis de la carga bacteriana presente en el suelo sin residuo	34
Estudio de la carga bacteriana en el suelo con residuo vegetal	35
Comparación de la carga bacteriana del suelo con residuo vegetal y el suelo original	39
CONCLUSIONES	43
RECOMENDACIONES	44
BIBLIOGRAFÍA	45
ANEXOS	

## ÍNDICE DE FIGURAS Y GRÁFICAS

### FIGURAS

1. Esquema de la Ley del Mínimo. 16

### GRÁFICAS

1. Esquema del crecimiento de un cultivo bacteriano por lotes 19
2. Variación de la Biomasa con respecto al tiempo 21
3. Crecimiento bacteriano para un suelo sin residuo vegetal de jardín 34
4. Crecimiento bacteriano para una muestra con 7% de residuo vegetal de jardín 36
5. Crecimiento bacteriano para una muestra con 10% de residuo vegetal de jardín. 37
6. Crecimiento bacteriano para una muestra con 12% de residuo vegetal de jardín. 38
7. Comparación de la carga bacteriana del suelo con 7 % de residuo vegetal y el suelo original. 39
8. Comparación de la carga bacteriana del suelo con 10 % de residuo vegetal y el suelo original. 40
9. Comparación de la carga bacteriana del suelo con 12 % de residuo vegetal y el suelo original. 41
10. Comparación de la carga bacteriana del suelo con 7%, 10 % y 12% de residuo vegetal y el suelo original 42

## ÍNDICE DE TABLAS Y CUADRO

### TABLAS

1. Carga bacteriana y pH en muestra sin residuo vegetal de jardín. 34
2. Porcentajes de residuo vegetal de jardín en peso. 35

3. Carga bacteriana en muestra con 7% de residuo vegetal de jardín	36
4. Carga bacteriana en muestra con 10% de residuo vegetal de jardín	37
5. Carga bacteriana en muestra con 12% de residuo vegetal de jardín	38

## **CUADRO**

1. Operacionalización de variables	24
2. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	31

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación busca dar respuestas a una realidad que existe en Venezuela acerca de los residuos sólidos generados los cuales una parte de ellos no tienen buena disposición final. Entre los residuos sólidos que no poseen una disposición adecuada se encuentran los residuos vegetales de jardín que en nuestro país no son tratados y son llevados a los rellenos sanitarios o vertederos a cielo abierto, agravando su situación actual.

Los microorganismos del suelo, usan diversos tipos de nutrientes a medida que descomponen la materia orgánica. Los nutrientes son liberados dentro del suelo en forma que pueden ser usadas por las plantas, parte de estos nutrientes son los residuos provenientes de la poda de césped, hojas que caen de los arboles, es decir son de origen vegetal. El proceso de descomposición de los residuos vegetales, es causado por la acción de un gran número de microorganismos; estos atacan y digieren los compuestos orgánicos complejos que constituyen la materia orgánica, reduciéndola a formas más simples para que las plantas lo puedan usar como alimento. De ahí entonces su importancia.

Cabe destacar, que la materia orgánica húmica, es la parte remanente de la materia orgánica que ha sido usada y transformada por varios microorganismos del suelo. Es un compuesto relativamente estable formado por sustancias húmicas. Es probablemente el material que contiene carbono más ampliamente distribuido en los medios terrestres y acuáticos. El humus no puede ser fácilmente descompuesto debido a sus íntimas interacciones

con los minerales del suelo. Las sustancias húmicas favorecen el crecimiento de las plantas directamente a través de los efectos fisiológicos y nutricionales. Algunas de estas sustancias funcionan como hormonas naturales de las plantas y son capaces de mejorar la germinación de las semillas.

Es por ello, que la presente investigación plantea evaluar el efecto de la cantidad de residuo vegetal de jardín sobre el contenido de materia orgánica en un suelo de tipo arena mal gradada ubicada en el sector V El Guayabal del Municipio Naguanagua esperando así un efecto positivo con el fin de recuperar la vida bacteriana de los suelos del Municipio.

Esta investigación se estructura en 4 capítulos, en el primer capítulo, se presenta el planteamiento del problema, la formulación del problema, los objetivos, la justificación y la delimitación de la investigación. El segundo capítulo, contiene varios antecedentes relacionados con el tema, que sirvieron de ayuda para el presente trabajo y las bases teóricas que respaldan la investigación. El tercer capítulo, especifica la metodología para el avance de los objetivos propuestos. En el cuarto capítulo, se muestran los resultados logrados en el laboratorio en forma tabulada y junto a una serie de gráficas que representan el comportamiento de los microorganismos en la muestra estudiada, para su posterior comparación. Por último se presentan las conclusiones y recomendaciones.

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **Planteamiento del Problema**

En la naturaleza todo se recicla. Todo sale de la tierra y vuelve a ella en forma de excremento, hojas, cadáveres, etc. Muchos descomponedores y millones de microorganismos se encargan de cerrar el ciclo, manteniendo la fertilidad y vida del suelo, ésta es la forma natural de mantener un sistema donde habita. Ahora bien, cuando este ciclo es interrumpido por actores en su mayoría antropogénicos, la homeostasia propia de los sistemas no es suficiente, lo que ocasiona importantes desequilibrios ambientales.

Tal como se mencionó, el estado Carabobo no escapa a esta realidad, en el mismo los volúmenes de basura tanto orgánicos como inorgánicos no tienen una disposición final adecuada trayendo consigo problemas ambientales. En este estado de acuerdo a datos suministrado por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), para el año 2007, se generaban aproximadamente 2.160 Ton/día de basura, de las cuales, 310 Ton/día era residuo vegetal debido al mantenimiento de áreas verdes, que tenía como sitio de disposición final el relleno sanitario de La Guásima, situación que aún persiste.

Ahora bien, las consecuencias de realizar una disposición inapropiada de desechos que pudieran ser aprovechables, trae entre otras consecuencias, el colapso de cualquier lugar destinado a su disposición final,

independientemente si este sitio es controlado o no y se evidencia mucho más en los vertederos a cielo abierto por el manejo inadecuado de los mismos, donde se pueden apreciar gran cantidad de roedores y otros insectos causantes de daños a la salud humana y al medioambiente.

En atención a lo expuesto y teniendo en consideración que el residuo vegetal de jardín se puede aprovechar como un producto enriquecedor para el suelo por el contenido de materia orgánica y de nutrientes que puede aportar este; controlando diversos factores tales como: humedad, temperatura, pH, cantidad de oxígeno, etc., factores a los que se les han establecido rangos para que la actividad microbiana se desarrolle de manera óptima; pudiéndose mencionar la técnica del compostaje, de la cual se ha obtenido valiosa información para el desarrollo de la presente investigación.

Por consiguiente se propone evaluar el efecto de la cantidad de residuo de jardín sobre el contenido de materia orgánica en un suelo de tipo de arena mal gradada, para de esta manera conocer, si es posible, aprovechar las propiedades que este material pueda aportar al suelo y a la vez minimizar la cantidad de este tipo de desecho que es dispuesta bien sea en rellenos sanitarios o en vertederos a cielo abierto con las consecuencias ya mencionadas.

### **Formulación del Problema**

De las circunstancias antes descritas surgen las siguientes interrogantes:

¿Qué efecto tiene la cantidad de residuo vegetal de jardín sobre el contenido de materia orgánica en un suelo de tipo Arena mal gradada?

¿Cómo se puede conocer el efecto del residuo vegetal de jardín en el suelo sin residuo vegetal?

¿Qué cantidad de residuo vegetal de jardín se va a adicionar al suelo de tipo Arena mal gradada?

¿De qué manera se puede evidenciar el efecto del residuo vegetal del jardín entre el suelo original y el suelo al que se le adicionó el mencionado residuo?

## **Objetivos de la Investigación.**

### **Objetivo General**

Evaluar el efecto de la cantidad de residuo vegetal de jardín sobre el contenido de materia orgánica en un suelo de tipo arena mal gradada en el sector V de Naguanagua.

### **Objetivos Específicos**

1. Analizar la carga bacteriana presente en el suelo sin residuo vegetal.
2. Establecer la cantidad de residuo vegetal de jardín a adicionar.
3. Estudiar la carga bacteriana presente en el suelo con residuo vegetal.
4. Comparar la carga bacteriana del suelo con residuo vegetal y el suelo original.
5. Determinación de la carga bacteriana y el pH presente en la muestra de suelo sin residuo vegetal de jardín

## **Justificación**

Con el presente trabajo, se busca dar un aporte en la búsqueda de mejorar los suelos de una manera rápida y eficiente, y dándole un giro basado en las premisas del eco-desarrollo e inherentes a las poblaciones

humanas; que sea económicamente rentable, ecológicamente sostenible y socialmente justo. Esto representaría un gran aporte social.

La influencia de este residuo sobre las propiedades físicas del suelo se traduce en una reducción de la densidad aparente del mismo, un aumento de la retención hídrica y una mejora de su estructura, lo que aporta una valiosa información a futuros investigadores, en cuanto a la metodología empleada y a los resultados obtenidos.

En el aspecto técnico, la investigación servirá de apoyo para el desarrollo de otros proyectos que estudien las nuevas técnicas de conservación ambiental, que están dirigidas a “*residuo cero*”, es decir, conseguir no producir residuos

### **Delimitaciones**

Este estudio se realizó en el sector Guayabal del Municipio Naguanagua, Estado Carabobo. La muestra de suelo analizada fue una arena mal gradada a la cual se le determinó la carga bacteriana al adicionar residuo vegetal de jardín, en proporciones: 7%, 10%, 12% del peso de residuo vegetal de jardín para cada muestra, controlando la humedad y a temperatura ambiente, en condición aeróbica. La muestra de suelo fue llevada semanalmente al Centro de Investigaciones Microbiológicas Aplicadas (CIMA) de la Universidad de Carabobo para su debido estudio, en el cual se realizaron los ensayos microbiológicos correspondientes. Se midió el pH con la misma frecuencia en que se analizaron las muestras. Todo el proceso se desarrolló en un ambiente controlado, bajo techo, a fin de evitar que en caso de lluvia el contenido de humedad aumentara.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **Antecedentes de la Investigación**

Fazio D. y Vargas Y. (2010) “Evaluación del efecto de la cantidad de residuo vegetal de jardín sobre el contenido de materia orgánica en un suelo de tipo arena mal gradada ubicada en el sector V de Naguanagua” presentado como requisito parcial para optar al Título de Ingeniero Civil de la Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo. La investigación tuvo como finalidad evaluar el crecimiento bacteriano en un suelo de arena mal gradada en el sector V de Naguanagua, cuando se le añade residuo vegetal de jardín en porcentajes de 1%, 3%, 5% respectivamente a una muestra de suelo de 2 Kg Tomando como control una muestra de suelo sin residuo vegetal. Este proyecto sirvió para el desarrollo de la metodología, la determinación de criterios y la comparación de los resultados con la presente investigación.

Mogollón J. Ochoa C. (2010) “Evaluar el efecto de la cantidad de residuo de jardín sobre el contenido de materia orgánica y carga bacteriana en un suelo de tipo arcilloso de baja plasticidad con un ángulo de fricción  $28.3^\circ$  y cohesión promedio de  $3.88 \text{ ton/m}^2$ . Sector Mañongo, Municipio Naguanagua.” presentado como requisito parcial para optar al Título de Ingeniero Civil de la Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo Siguiendo la línea de investigación del estudio anterior, persiguen la misma

finalidad, pero en otro tipo de suelo. Este trabajo sirvió de aporte en la metodología empleada y en los fundamentos teóricos citados por los autores.

Román Y. y Vivas M. (2008) "Evaluación del riesgo geotécnico en el sector Y del municipio Naguanagua, Estado Carabobo" presentado como requisito parcial para optar al Título de Ingeniero Civil de la Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo. Donde se realizó una investigación de campo para clasificar los diferentes tipos de suelo y elaborar un plano que identifica los tipos de suelos existentes en el sector V del Municipio Naguanagua. Siendo de gran aporte para la identificación del suelo a analizar.

## **Bases Teóricas**

### **Residuo o desecho:**

Con el fin de entender el significado de los términos desechos y residuo utilizados en la literatura técnica se definen estos: El desecho es aquello que queda después de haber escogido lo mejor y más útil de algo y residuo es aquello que resulta de la descomposición o destrucción de algo. ([www.secretariadeambiente.gov.co](http://www.secretariadeambiente.gov.co))

De acuerdo a esta definición resulta claro que es posible utilizar ambos términos indistintamente. De la propia definición surge visiblemente que se trata de un término intrínsecamente subjetivo. Pues depende de los actores involucrados. Uno de los ejemplos más claros de que se está frente a un término subjetivo es que, quien decide si un determinado objeto continua siendo útil o no es su propietario. Otro ejemplo es cuando existe posibilidad de reciclaje y por tanto el residuo o desecho deja de serlo, transformándose en materia prima de otro proceso.

### **Clasificación de los residuos:**

Todos los residuos deben ingresar a un sistema de gestión que incluye manejo, tratamiento, transporte, disposición final y fiscalización. El sistema de gestión depende del tipo de residuo que se considere, debiéndose prestar especial atención a la gestión de los residuos peligrosos por su capacidad inherente de provocar efectos adversos. ([www.demos.usal.es](http://www.demos.usal.es)).

Es por esta razón que debe quedar clara la clasificación de residuos utilizada, de forma de minimizar los riesgos derivados del ingreso de un residuo peligroso a un sistema de gestión diseñado para otro tipo de residuos. Los residuos pueden ser clasificados utilizando diferentes criterios, así se tiene por ejemplo: estado, origen, tipo de tratamiento al que serán sometidos o potenciales efectos derivados del manejo.

#### ***Clasificación por estado:***

En este caso un residuo es definido de acuerdo al estado físico en que se encuentra, por lo que se tendrán los siguientes grupos: **sólidos, semisólidos, líquidos y gaseosos**. Muchas veces en la categoría líquidos se incluyen únicamente los acuosos diluidos y no otros como los aceites usados, solventes orgánicos, ácidos o álcalis, los cuales suelen incluirse dentro de la categoría de residuos sólidos. Esto responde a un tema de gestión, ya que los residuos acuosos diluidos generalmente serán tratados en una planta de tratamiento de efluentes líquidos, mientras que el resto tendrá un tratamiento particular. Algo similar ocurre con la categoría gaseosos, la cual corresponde únicamente a las emisiones gaseosas, mientras que los gases contenidos en recipientes son gestionados como residuos sólidos.

### ***Clasificación por origen:***

Se refiere a una clasificación sectorial y no existe límite en cuanto a la cantidad de categorías o agrupaciones que se pueden realizar. A continuación se mencionan algunas categorías:

- Domiciliarios, urbanos o municipales
- Industriales
- Agrícolas, ganaderos y forestales
- Mineros
- Hospitalarios o de Centros de Atención de Salud
- De construcción
- Portuarios
- Radiactivos

### **Residuos Sólidos Domiciliarios**

Según (Fábregas, 2003)

Los residuos sólidos domiciliarios son todos aquellos residuos sólidos generados en las actividades que se realizan en un domicilio particular. Varios aspectos caracterizan estos residuos:

- Regularidad en la emisión: se producen diariamente, sin discontinuidad.
- Incremento en la emisión: en pocos años.
- Heterogeneidad en su composición: son una mezcla de desechos de origen orgánico o biótico e inorgánico o abiótico, sujeta a variaciones de tipo estacional y zonal.
- Concentración espacial: una vez efectuada la recolección, los residuos domiciliarios son trasladados a un sitio donde se realiza la disposición final de los mismos. El componente orgánico de los residuos domiciliarios es la fracción predominante. Su porcentaje en peso puede variar entre un 55 a 70% del peso total, el resto corresponde a residuos abióticos. Dentro de esta fracción orgánica, en términos generales predominan los desechos de origen vegetal. La relación residuos vegetales/animales está sujeta a variaciones de tipo estacional muy marcadas en algunas regiones. Si bien los Residuos Sólidos Domiciliarios representan cuantitativamente una fuente muy importante de materia orgánica, la separación de esta fracción libre de

restos inorgánicos ofrece dificultades lo que encarece los costos de recuperación.

Ahora bien, en muchos casos los residuos sea cual fuere su estado u origen son dispuestos directamente en el suelo, pudiendo ocasionar la contaminación de éste y en el mejor de los casos son dispuestos en rellenos sanitarios, que si bien es cierto es el sitio indicado para la disposición final cuando el residuo o desecho no es peligroso, tiene una vida útil en función a la cantidad de residuo que puede ser colocado en el mismo.

## **Suelo**

La capa más externa de la corteza terrestre se denomina suelo, y ocupa el 29 % de la superficie terrestre. Está formado por capas de diferentes texturas que reciben el nombre de horizontes. Estos horizontes también se distinguen por su color y su consistencia. El vocablo suelo proviene del latín "solum" (sólido).

El suelo está formado por fragmentos de roca y por material orgánico con distintos grados de descomposición. La mayor riqueza de materia orgánica está en las capas más externas. Cuanta más materia orgánica posean (humus) y los más gruesos en esa capa superficial, mejor será la calidad de los suelos, indispensables para la producción agropecuaria. En esta actividad los suelos cumplen una doble función: como soporte de las raíces de las plantas y como medio químico para su proceso alimenticio, del cual obtienen las sustancias nutritivas. Estos suelos de calidad se hallan por lo general en los valles y llanuras de clima húmedo. ([www.deconceptos.com](http://www.deconceptos.com))

### ***Propiedades y textura de los suelos***

Entre las propiedades de los suelos se encuentran: El color, distribución del tamaño de las partículas, consistencia, textura, estructura, porosidad, humedad, densidad, pH, materia orgánica.

Las propiedades físicas de los suelos dependen de la composición mineralógica, de la forma y del tamaño de las partículas que lo forman y del ambiente que los rodea. El tamaño, la forma y la composición química de las partículas determinan la permeabilidad, la capilaridad, la tenacidad, la cohesión y otras propiedades resultantes de la combinación de todos los integrantes del suelo. Otra propiedad física de los suelos que hay que considerar es la

temperatura, que tiene como fuente principal la irradiación solar.  
([www.slideshare.net/quimicarosaravena/los-suelos](http://www.slideshare.net/quimicarosaravena/los-suelos))

La muestra estudiada es una arena mal gradada, la cual presenta una alta permeabilidad por su característica granular, beneficiando al proceso de degradación de la materia orgánica pues esto permite la infiltración del agua y la circulación del aire, .factores importantes en un proceso biológico.

### **pH**

El pH del suelo aporta una información de suma importancia en diversos ámbitos de la edafología. Uno de los más importantes se deriva del hecho de que las plantas tan solo pueden absorber los minerales disueltos en el agua, mientras que la variación del pH modifica el grado de solubilidad de los minerales.

El pH del suelo es generalmente considerado adecuado en agricultura si se encuentra entre 6 y 7. En algunos suelos, incluso con un pH natural de 8, pueden obtenerse buenos rendimientos agropecuarios. Sin embargo, a partir de tal umbral las producciones de los cultivos pueden mermarse ostensiblemente. En la mayoría de los casos, los pH altos son indicadores de la presencia de sales solubles, por lo que se requeriría acudir al uso de cultivos adaptados a los ambientes salinos. Del mismo modo, un pH muy ácido, resulta ser otro factor limitante para el desarrollo de los cultivos, el cual puede corregirse mediante el uso de enmiendas como la cal. Del mismo modo, a veces se aplican de compuestos de azufre con vistas a elevar el pH de los suelos fuertemente ácidos.

Estas propiedades permiten conocer mejor las actividades agrícolas fundamentales como la fertilización, el drenaje, la irrigación, la conservación de suelos y agua, así como, el manejo adecuado de los residuos cosechados. Tanto las propiedades físicas como las químicas, biológicas y mineralógicas determinan, entre otras, la productividad de los suelos. Ibáñez, J (2007)

(Fábregas, 2003). Afirma:

De allí pues existen diferentes alternativas de tratamiento de los residuos orgánicos para mejorar la productividad de los suelos, entre la que se pueden mencionar: La recuperación, reutilización y/o transformación de los residuos en insumos útiles a los sectores productivos, es una opción con posibilidades, en la medida que las alternativas surjan como consecuencia de un diagnóstico objetivo de la problemática ambiental de cada sector.

Las alternativas seleccionadas, deben ser adecuadas técnicamente a las características locales, viables económicamente y sustentables ecológicamente. Sobre estas bases es posible validar, adecuar y promover tecnologías de alternativa que representen una solución efectiva y ajustada a cada realidad.

Las alternativas que se han manejado con mayor o menor resultado para la reutilización y/o reconversión han sido:

- Los residuos como fuente de alimento animal.
- Los residuos como fuente energética.
- Los residuos orgánicos como fuente abonos.

## **Compostaje**

El compostaje es un proceso que cumple varios propósitos en el manejo de Residuos sólidos orgánicos: estabilización, reducción de volumen y saneamiento. La estabilización debe producir un material que no esté putrefacto, libre de calor interno, que no genere olores y no atraiga plagas. La aplicación de compost al suelo es una práctica de manejo que suple algunos nutrientes para el crecimiento de las plantas, mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas.

El compostaje es un proceso microbiológico donde los resultados se dan por el efecto combinado de la actividad individual de una gran cantidad de microorganismos. De ahí la importancia de entender la influencia del medio ambiente sobre los microorganismos, porque permite explicar cómo se distribuyen, se controla y se aumentan.

La descomposición de la materia orgánica es un proceso biológico que ocurre naturalmente. Su velocidad es determinada por tres factores principales:

- La composición de los organismos del suelo
- El entorno físico (oxígeno, humedad y temperatura)
- La calidad de la materia orgánica ([www.fao.org](http://www.fao.org))

El compostaje más rápido tiene lugar cuando hay una Relación Carbono/Nitrógeno de entre 25/1 y 30/1, es decir, que haya entre 25 y 30 veces más carbono que nitrógeno. Por ello, muchas veces se mezclan distintos componentes de distintas proporciones C/N. Los recortes de césped tienen una proporción 19/1. ([es.wikipedia.org](http://es.wikipedia.org))

## ***Materia orgánica***

La materia orgánica es esencial para la fertilidad y la buena producción agropecuaria. Los suelos sin materia orgánica son suelos pobres y de características físicas inadecuadas para el crecimiento de las plantas. Cualquier residuo vegetal o animal es materia orgánica, y su descomposición lo transforma en materiales importantes en la composición del suelo y en la producción de plantas. La materia orgánica bruta es descompuesta por microorganismos y transformada en materia adecuada para el crecimiento de las plantas y que se conoce como humus. El humus es un estado de descomposición de la materia orgánica, o sea, es materia orgánica no totalmente descompuesta.

Tiene esencialmente las siguientes características:

- Es insoluble en agua y evita el lavado de los suelos y la pérdida de nutrientes.
- Tiene una alta capacidad de absorción y retención de agua.
- Absorbe varias veces su propio peso en agua y la retiene, evitando la desecación del suelo.
- Mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos.
- Los suaviza; permite una aireación adecuada; aumenta la porosidad y la infiltración de agua, entre otros.
- Es una fuente importante de nutrientes, a través de los procesos de descomposición con la participación de bacterias y hongos, especialmente.
- Absorbe nutrientes disponibles, los fija y los pone a disposición de las plantas.
- Fija especialmente nitrógeno (NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>), fósforo (P<sub>04</sub>) calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K), sodio (Na) y otros.
- Mantiene la vida de los organismos del suelo, esenciales para los procesos de renovación del recurso.
- Aumenta la productividad de los cultivos en más del 100 % si a los suelos pobres se les aplica materia orgánica. (www.peruecologico.com)

Como se pudo observar en los párrafos anteriores, una de las características más importante que presenta la materia orgánica, es el aporte de nutrientes

## ***Nutrientes***

Los nutrientes vegetales son aquellos elementos químicos que en mayor o menor proporción son necesarios para el desarrollo de las plantas, y que en general éstas toman del suelo por las raíces, y del

aire por las hojas. Aunque se han identificado veinte elementos químicos en la mayor parte de las plantas, se ha visto que solamente dieciséis son realmente necesarios para un adecuado crecimiento y una completa maduración de las plantas.

A estos 16 elementos se les considera como los nutrientes esenciales. Carbono, oxígeno e hidrógeno, constituyen la mayor parte del peso seco de las plantas, estos elementos provienen del CO<sub>2</sub> atmosférico y del agua. Les siguen en importancia cuantitativa el nitrógeno, potasio, calcio, magnesio, fósforo y azufre que son absorbidos del suelo. (www.infoagro.com)

Los elementos más importantes para el crecimiento de las plantas son los macro nutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio) y deberían ser suministrados a las plantas a través de fertilizantes, mesonutrientes (calcio, magnesio y azufre) y micronutrientes u oligoelementos (hierro, manganeso, boro, zinc, cobre y molibdeno) que están generalmente presentes en el suelo en cantidades suficientes y las plantas los necesitan en dosis menores.

### ***El nitrógeno en el suelo.***

El nitrógeno es un elemento fundamental en la materia vegetal, ya que es un constituyente básico de las proteínas, ácidos nucleídos, clorofilas, etc. Las plantas lo absorben principalmente por las raíces. El nitrógeno permite el desarrollo de la actividad vegetativa de la planta, causando el alargamiento de troncos y brotes y aumenta la producción de follaje y frutos. Sin embargo, un exceso de nitrógeno debilita la estructura de la planta creando un desequilibrio entre las partes verdes y las partes leñosas, siendo la planta más sensible al ataque de plagas y enfermedades. Más del 95% del nitrógeno del suelo está en forma de materia orgánica, cuya fracción menos susceptible de sufrir una descomposición rápida es el humus. Estimula el crecimiento rápido; favorece la síntesis de clorofila, de aminoácidos y proteínas. (www.infoagro.com)

### ***Fosforo.***

El fósforo forma parte en la composición de ácidos nucleídos, así como las sustancias de reserva en semillas y bulbos. Contribuye a la formación de yemas, raíces y a la floración así como a la lignificación. Una falta de fósforo provoca un ahogo de la planta, crecimiento lento, una reducción de la producción, frutos más pequeños y una menor expansión de las raíces. La mayor parte del fósforo presente en el suelo no es asequible a las plantas y su emisión en la solución de suelo es muy lenta. Estimula el

crecimiento de la raíz; favorece la formación de la semilla; participa en la fotosíntesis y respiración. (www.infoagro.com)

### **Potasio.**

El potasio actúa como un co-factor en reacciones enzimáticas, metabolismo del almidón, apertura de las estomas y síntesis de proteínas. Las carencias de potasio se pueden corregir aportando materia orgánica (compost), sales minerales ricas en potasio, etc. Acentúa el vigor; aporta resistencia a las enfermedades, fuerza al tallo y calidad a la semilla. (www.infoagro.com)

Para comprender mejor la incidencia de todos estos factores en la influencia de la materia orgánica sobre un suelo, los autores consideraron necesario incluir el siguiente concepto.

### **La Ley del Mínimo de Liebig**

La idea de que un organismo no es más fuerte que el eslabón más débil en su cadena ecológica de requerimientos fue expresada claramente por Justus Liebig en 1840. Liebig fue uno de los pioneros en el estudio del efecto de diversos factores sobre el crecimiento de las plantas. Descubrió, como saben los agricultores en la actualidad, que el rendimiento de las plantas suele ser limitado no sólo por los nutrientes necesarios en grandes cantidades, como el dióxido de carbono y el agua, que suelen abundar en el medio, sino por algunas materias primas como el cinc, por ejemplo, que se necesitan en cantidades diminutas pero escasean en el suelo. La afirmación de Liebig de que **"el crecimiento de una planta depende de los nutrientes disponibles sólo en cantidades mínimas"** ha llegado a conocerse como **"Ley" del mínimo de Liebig.**

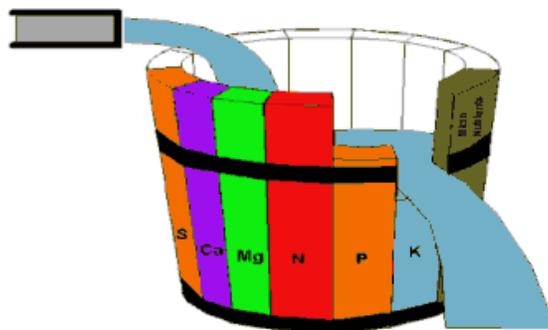


Figura 1 **Esquema de la Ley del Mínimo.** Nota. Datos tomados de Marcano J (s.f)

La Ley del mínimo de Liebig dice que el nutriente que se encuentra menos disponible es el que limita la producción, aún cuando los demás estén en cantidades suficientes.

La Ley del Mínimo fue reenunciada por Bartholomew (1958) para que fuese aplicable al problema de la distribución de especies y que tuviera en cuenta los límites de tolerancia de la manera siguiente: **La distribución de una especie estará controlada por el factor ambiental para el que el organismo tiene un rango de adaptabilidad o control más estrecho.** (www.jmarcano.com)

Es importante enfatizar que tanto *demasiado* como *demasiado poco* de cualquier factor abiótico simple puede limitar o prevenir el crecimiento a pesar de que los demás factores se encuentren en, o cerca de, el óptimo. Esta modificación de la ley del mínimo se conoce como la **Ley de los Factores Limitantes**. El factor que esté limitando el crecimiento (o cualquier otra respuesta) de un organismo se conoce como el **Factor Limitante**.

### **Crecimiento bacteriano.**

Cuando se siembran microorganismos en un medio de cultivo apropiado, los mismos comienzan a dividirse activamente empleando los nutrientes que le aporta el medio de cultivo para "fabricar" nuevos microorganismos. Este proceso continúa hasta que algún nutriente del medio de cultivo se agota (sustrato limitante) y el crecimiento se detiene. También puede detenerse el crecimiento por acumulación de alguna sustancia inhibidora formada por los mismos microorganismos, pero supóngase por ahora que éste no es el caso y que la primera alternativa es la válida. Luego hay dos aspectos claramente diferenciables que hacen al crecimiento microbiano: uno *estequiométrico*, por el cual la concentración final de microorganismos obtenidos dependerá de la concentración y composición del medio de cultivo, y el otro *cinético*, el que dirá con qué velocidad se lleva a cabo el proceso. (www.printfu.org)

### **Curva del Crecimiento Bacteriano.**

La curva del crecimiento bacteriano resulta de la representación gráfica de la determinación periódica del número de células viables por mililitro que existen en un líquido inoculado con células microbianas provenientes de un cultivo que ha crecido previamente hasta la saturación. Dicha curva se divide en cuatro fases.

### **Fase de Retardo o latencia.**

Este período consiste en la adaptación de las células microbianas a su nuevo ambiente. En esta fase, las células microbianas se encuentran empobrecidas en cuanto a enzimas, esto debido a las condiciones desfavorables que representaba el cultivo previo. En este lapso se forman las enzimas hasta alcanzar las concentraciones necesarias para reiniciar el crecimiento. (www.printfu.org)

Este período se puede prolongar en el caso de que el medio de cultivo previo y las condiciones actuales resulten tan diferentes que las células sean genéticamente incapaces de sobrevivir, por lo que sólo unas cuantas mutantes podrán subsistir, y obviamente se requerirá más tiempo para que éstas se multipliquen lo suficiente y sea notorio el aumento de células.

### **Fase Exponencial.**

Como el nombre lo indica, en esta fase las células se encuentran en un estado de crecimiento sostenido. Se sintetiza nuevo material celular a una tasa constante, pero éste material es en sí catalítico y la masa aumenta de manera exponencial. Lo anterior continúa hasta que uno o más nutrientes se agoten, o hasta que se acumule tal cantidad de toxinas que se inhiba el crecimiento.

El nutriente limitante para los organismos aerobios suele ser el oxígeno: cuando la concentración bacteriana es de aproximadamente  $1 \times 10^7$ /ml es necesario incrementar el ingreso de oxígeno mediante agitación o burbujeo; pero cuando la concentración alcanza  $4$  o  $5 \times 10^9$  bacterias por ml, la tasa de difusión de oxígeno no puede satisfacer las demandas aun en un medio aireado, por lo que el crecimiento disminuye progresivamente. (www.printfu.org)

### **Fase Estacionaria Máxima.**

Como se explicó en la descripción de la fase anterior, ante el agotamiento de nutrientes en el medio o la acumulación de toxinas el crecimiento cesa por completo después de un período de decrecimiento en la tasa de crecimiento. No obstante, por lo general en esta fase se puede observar recambio celular, lo cual se debe a que, aunque existe una pérdida lenta de células por muerte, dicha pérdida se compensa exactamente por la formación de nuevas células a través de crecimiento y división. Así, la cifra de células viables se mantiene constante, aunque en realidad en el conteo aumente poco a poco el número de células, si se cuentan también las muertas. (www.printfu.org)

Para comprender lo anterior se debe considerar que, para una célula microbiana, muerte significa la pérdida irreversible de la capacidad para reproducirse (crecer y dividirse), lo cual se comprueba cuando una célula es incapaz de producir una colonia en cualquier medio. De lo anterior se deriva que designar a una célula microbiana como muerta no implica su destrucción física. La duración de esta fase depende de la naturaleza del microorganismo y de las condiciones del medio.

#### **Fase de Declinación o muerte.**

Esta fase, también conocida como fase de muerte, representa el decremento de células debido al aumento progresivo de la tasa de mortalidad, misma que tarde o temprano alcanza un valor sostenido. Por lo general, una vez que la mayoría de las células ha muerto, la tasa de mortalidad disminuye bruscamente, por lo que un número pequeño de sobrevivientes pueden persistir en cultivo por meses o años. Dicha persistencia puede deberse a que las células consiguen crecer gracias a los nutrientes liberados por las células que mueren. (www.printfu.org)

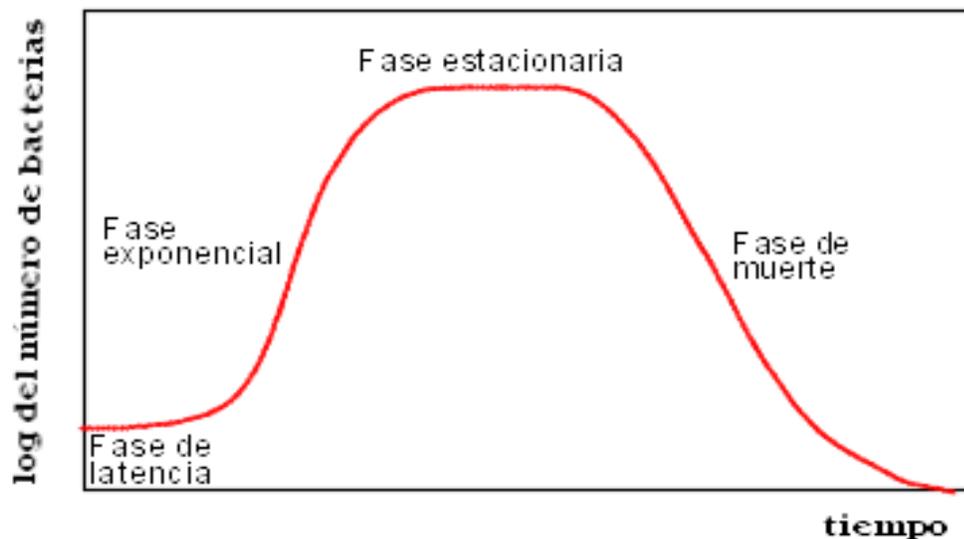


Gráfico 1. **Esquema del crecimiento de un cultivo bacteriano por lotes.**  
*Nota.* Datos tomados de Fernández A y Sánchez M. (2007) guía para la gestión integral de los residuos sólidos urbanos.

### ***Factores que influyen en el crecimiento.***

**La temperatura:** Cada microorganismo tiene una temperatura de crecimiento adecuada. Si se estudia la variación de la velocidad de crecimiento en función de la temperatura de cultivo, se puede observar una temperatura mínima por debajo de la que no hay crecimiento; a temperaturas mayores se produce un incremento lineal de la velocidad de crecimiento con la temperatura de cultivo hasta que se alcanza la temperatura óptima a la que la velocidad es máxima. ([www.unavarra.es](http://www.unavarra.es))

Por encima de esta temperatura óptima, la velocidad de crecimiento decae bruscamente y se produce la muerte celular. El incremento de la velocidad de crecimiento con la temperatura se debe al incremento generalizado de la velocidad de las reacciones enzimáticas con la temperatura. En términos generales, la velocidad de las reacciones bioquímicas suele aumentar entre 1.5 y 2.5 veces al aumentar 10°C la temperatura a la que tienen lugar.

**pH:** Es un parámetro crítico en el crecimiento de microorganismos ya que cada tipo de microorganismo sólo puede crecer en un rango estrecho de pH fuera del cual mueren rápidamente. El pH intracelular es ligeramente superior al del medio que rodea las células ya que, en muchos casos, la obtención de energía metabólica depende de la existencia de una diferencia en la concentración de protones a ambos lados de la membrana citoplásmica.

El pH interno en la mayoría de los microorganismos está en el rango de 6.0 a 7.0. Hay microorganismos que requieren ambientes oxidantes para crecer, mientras que otros necesitan ambientes reductores. El metabolismo de ambos tipos de microorganismos presenta diferencias notables. El requerimiento de condiciones oxidantes o reductoras no debe confundirse con la necesidad de presencia o ausencia de oxígeno para que se produzca el crecimiento. ([www.unioviedo.es](http://www.unioviedo.es))

Para la muestra estudiada, se tiene un pH de 8, siendo este el medido con la muestra de, suelo observándose un buen desarrollo de la población bacteriana.

### **Aireación:**

Para llevar a cabo un proceso aerobio, es imprescindible asegurar la presencia de la cantidad de necesaria oxígeno para que los microorganismos presentes puedan biodegradar o estabilizar la materia orgánica. Si no hay oxígeno suficiente, los microorganismos aerobios son sustituidos por los anaerobios con la consiguiente producción de malos olores entre otros factores indeseables para la presente investigación, tales como: lixiviados, formación de compuestos inhibidores, que pudieran impedir el buen desarrollo del estudio que se está realizando.

### **Rendimiento de los cultivos.**

El gráfico siguiente representa la variación de la biomasa (o número de células, etc.) de un cultivo a lo largo del tiempo. En este cultivo, se va consumiendo un substrato cuya concentración decrece de forma proporcional al crecimiento de la biomasa.

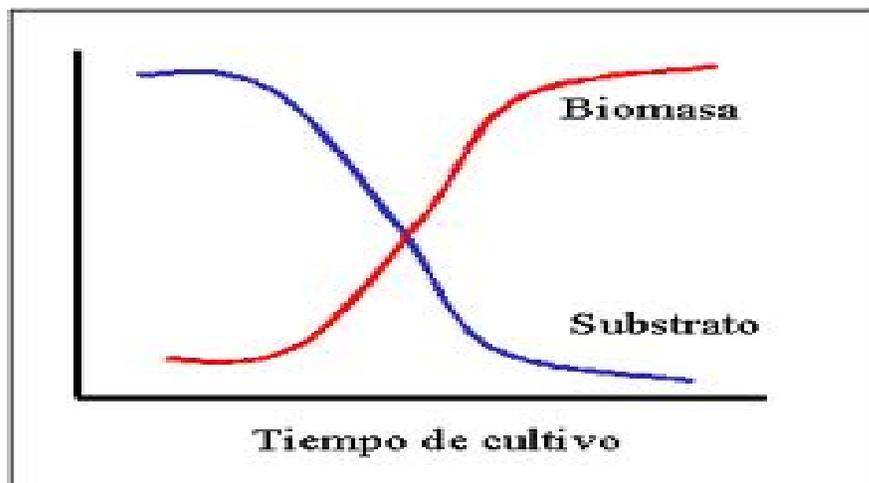


Gráfico 2. **Variación de la Biomasa con respecto al tiempo.** Nota. Datos tomados de [www.unavarra.es](http://www.unavarra.es)

Se definió el rendimiento de utilización del substrato vs el valor que representa la cantidad de biomasa producida por unidad de substrato consumido.

## Hipótesis de la Investigación

La hipótesis es una suposición que expresa relación entre dos o más variables, la cual se formula para responder tentativamente a un problema o pregunta de investigación.

Una hipótesis puede considerarse como una suposición en forma afirmativa y aún no verificada, que relaciona a dos o más variables de manera explícita para dar respuesta tentativa a un problema, y que sirve como punto de partida para organizar el conjunto de tareas de una investigación.

Las hipótesis de investigación pueden ser:

- Explicativas: Explican la posible causa de un hecho.
- Predictivas: Plantean el posible efecto o consecuencia de un hecho.
- Comparativas: Contrastan resultados o características de grupos en diferentes condiciones.
- Correlativas: Suponen una posible relación estadística entre variables cuantitativas.
- Descriptivas: Indican una probable relación no causal entre variables cuantitativas. Arias F,(2006)

En el caso de esta investigación la hipótesis usada es de tipo predictivo experimental, la cual plantea el posible efecto o consecuencia de un hecho.

**Hipótesis de trabajo:** el efecto de la cantidad de residuo vegetal de jardín en un suelo de arena mal gradada, aumenta el contenido de materia orgánica en el suelo.

“Existen hipótesis que plantean opciones distintas a la hipótesis de trabajo, la hipótesis nula, que niega la hipótesis de la investigación” Arias F, (2006)

**Hipótesis nula:** el efecto de la cantidad de residuo vegetal de jardín en un suelo de arena mal gradada, disminuya el contenido de materia orgánica en el suelo.

### **Definición de Variables.**

Según Arias F, (2006), “variable es una característica o cualidad; magnitud o cantidad, que puede sufrir cambios, y que es objeto de análisis, medición, manipulación o control de una investigación”.

Afirma Arias F (2006). “Según su función las variables se clasifican en: independiente, dependiente, intervinientes y extrañas”; las independiente son las que causan y generan los cambios en las variables dependientes, en este caso la variable independiente es el residuo vegetal de jardín agregado a la muestra de suelo de tipo de arena mal gradada, la variable dependiente es el contenido de materia orgánica presente en el suelo de arena mal gradad que será modificado.

Para este tipo de diseño en particular (Experimental puro), las variables intervinientes se define “como aquellas que se interpone entre la variable independiente y dependiente, pudiendo influir en su modificación”. Arias F, (2006), para esta investigación dichas variables están representadas por el contenido de humedad óptimo, el pH y la aireación ya que la misma podría ocasionar alteraciones en las condiciones adecuadas para el desarrollo de la población microbiana.

### Cuadro 1.

*Cuadro de operacionalización de variables.*

<b>Objetivo general:</b> Evaluar el efecto de la cantidad de residuo vegetal de jardín sobre el contenido de materia orgánica en un suelo de tipo arena mal gradada ubicado en el sector V de Naguanagua.				
Variable	Dimensiones	Subdimensiones	Criterio	Indicadores
<u>Independiente</u> Cantidad de residuo vegetal de jardín.	Cantidad de grama a adicionar en el suelo		Determinación del peso de grama a adicionar	7 %, 10%, 12% del peso total de suelo a estudiar
<u>Dependiente</u> Contenido de materia orgánica en el suelo	Carga bacteriana	Cuantificación de la carga bacteriana sin residuo vegetal de jardín	Dilución seriada y vertido en placa de Aguar	UFC/grs. de suelo Semana 1 Semana 2 Semana 3 Semana 4 Semana 5
		Cuantificación de la carga bacteriana con residuo vegetal de jardín		UFC/grs. de suelo. Semana 1 Semana 2 Semana 3 Semana 4 Semana 5
<u>Interviniente</u> Contenido de humedad óptimo	Volumen de agua		Determinación del volumen de agua	Inspección visual inter-diaria
<u>Interviniente</u> Aireación	Presencia de oxígeno		Mezcla de la muestra	Inspección visual inter-diaria
<u>Interviniente</u> pH	Escala de pH		Medición con cinta	pH

*Nota:* Conde S y Sánchez A (2012)

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **Tipo de Investigación**

Según (arias, 2006),

La investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho con el fin de establecer su estructura o comportamiento. La investigación descriptiva no se limita a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables. Los investigadores no son meros tabuladores, sino que recogen los datos sobre la base de una hipótesis o teoría, exponen y resumen la información de manera cuidadosa y luego analizan minuciosamente los resultados, a fin de extraer generalizaciones significativas que contribuyan al conocimiento.

En el caso particular del presente trabajo, la investigación es de tipo descriptiva correlacional, la relación proporcional entre la variable dependiente como lo son los microorganismos o carga bacteriana perteneciente al suelo y la variable independiente, el residuo vegetal de jardín.

#### **Diseño de la Investigación.**

La investigación es experimental pura, la cual según (Arias, 2006), “se deben controlar todos los factores que pudieran alterar el proceso”. Este modelo cumple con dos requisitos fundamentales: empleo de grupos de

comparación y equivalencia de los grupos mediante la asignación aleatoria o al azar (Hernández, 1988), además debe estar sujeto a los siguientes criterios:

- Validez interna: consiste en garantizar que los efectos o resultados son productos de las variables independientes o tratamiento y no de otros factores que intervienen y deben ser controlados. Esta dirige la pregunta inicial referente a si un experimento determinado ha demostrado una relación inequívoca.
- Validez externa: se refiere a la posibilidad de generalizar o extender los resultados a otros casos y en otras condiciones. Esta dirige una pregunta más amplia, referente al grado con que pueden generalizarse los resultados de un experimento.

Este estudio en particular se trata de un diseño de investigación experimental puro, puesto que se emplean comparaciones acerca de la cantidad de microorganismos presentes, que se encargan de degradar la materia orgánica en el suelo de arena mal gradada con residuo vegetal de jardín al 7%, 10%, 12% respectivamente del peso total de la muestra. Además, se encuentra sujeto a los dos criterios como validez interna y externa respectivamente, ya que el efecto de los resultados es producto de la variable independiente presente en la investigación, así mismo está la posibilidad de extender los resultados obtenidos a otros casos y condiciones diferentes al actual, como por ejemplo con otras tipologías de suelo diferentes, condiciones ambientales distintas y diferentes porcentajes de residuo vegetal de jardín.

### **Descripción Metodológica.**

#### **Fases de la Investigación.**

Para desarrollar esta investigación se diagramaron cuatro fases, con el propósito de describir en el campo de estudio las características generales para la obtención de los resultados de la población bacteriana presentes en

el suelo. Estas fases se describen a continuación. (Mogollón J. Ochoa C. 2010)

***Fase I. Determinación de la carga bacteriana y el pH presente en la muestra de suelo sin residuo vegetal de jardín.***

Para lograr el desarrollo de esta fase se procedió a ir a la parcela ubicada entre la calle Guayabal y la avenida 181, en la avenida los guayabitos, municipio Naguanagua del estado Carabobo. Se tomaron tres puntos con el fin de obtener una muestra representativa, donde se extrajeron las muestras de suelo.

Del material obtenido de la excavación se tomaron cuatro (4) porciones de 2 kg. cada una. Las cuales se colocaron en cuatro (4) envases plásticos transparentes de agua potable de 5 litros, previa limpieza, secado e identificación con los respectivos porcentajes de materia vegetal a añadir.

Se consideró un peso de dos kilogramos de muestra para garantizar espacio suficiente para airear la misma cómodamente, este proceso se realizó con frecuencia inter-diaria, al igual que el riego. Para la aireación se efectuó mediante la mezclas de abajo hacia arriba. (Utilizando cucharas de metal independientes para cada muestra), con el fin de homogeneizarla y lograr una aireación uniforme.

El riego se estableció controlando el contenido de humedad óptimo lo cual se hizo de la siguiente manera: se tomó una porción de la muestra con la mano, exprimiéndola al cerrar el puño, observándose el escurrimiento del agua en la mano con el fin de evitar el exceso de humedad. Si el material en la mano empieza a gotear entre los dedos, es probable que el contenido de humedad este por encima del 65%. Si no hay goteo pero el material se desliza entre los dedos, el contenido de humedad está entre el 60% y 65%.

Si no ocurren los anteriores casos y se observa que al abrir la mano queda una bola, el contenido de humedad se encuentra entre el 50% y 60% (rango óptimo deseado). Si el material se desborona, el nivel de humedad está por debajo del 50%.

En el momento de iniciar la investigación, al recipiente identificado como blanco se le tomó una muestra hermética de aproximadamente 100 gr. La cual se identificó y fue llevada al Centro de Investigaciones Microbiológicas Aplicadas (CIMA), ubicada en la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Carabobo núcleo Bárbula, donde se le realizó su respectivo análisis y su consecuente resultado de carga bacteriana mediante el método de dilución seriada y vertido en placa de Agar plateCount.

Para la siguiente semana se llevaron cuatro muestras herméticas, identificando cada una sus respectivos porcentajes y el blanco. Esta operación fue llevada a cabo por espacio de cuatro semanas.

Adicionalmente, a cada muestra se le midió el pH por el método de la cinta o tiras, el procedimiento a seguir: tomar un vaso el cual se llenó con la muestra hasta completar 1/3 del volumen, diluyéndolo con agua destilada, mezclar bien, se deja reposar por espacio de 5 minutos y se midió el pH. Este procedimiento se realizó a cada muestra el mismo número de veces que se llevaron las muestras al (CIMA). Durante este lapso las muestra permanecieron bajo techo y a temperatura ambiente.

***Fase II. Establecer la cantidad de residuo vegetal de jardín a adicionar a la muestra de suelo.***

Se establecieron los pesos de residuo vegetal de jardín en función de valores porcentuales de 7%, 10%, 12% del peso total, el cual se definió de 2 Kg. Para cada porción de muestra, contenida en envases plásticos de 5 litros

adaptados para este estudio. Una vez establecidos los pesos de residuo vegetal de jardín a adicionar, se tomó poda de césped verde de jardín recién cortado y se licuó hasta conseguir que el césped tomara aproximadamente el tamaño y consistencia parecida al abono orgánico comercial, con el objeto de facilitar la degradación de la misma. Luego se procedió a pesar para cada caso (7%,10%,12%) 140 gr, 200 gr, y 240 gr. Respectivamente, para finalmente mezclarlos.

***Fase III. Estudiar la carga bacteriana presente en el suelo con residuo vegetal de jardín para el 7%,10%,12%.***

Determinación de la carga bacteriana y pH presente en el suelo añadiéndole residuo vegetal de jardín para el 7%,10%,12%.

Se valoraron los niveles de la carga bacteriana presentes en los suelos con sus respectivos porcentajes en peso de residuo vegetal de jardín obtenidos en la fase II, mediante el ensayo de carga bacteriana, según el método de dilución seriada y vertido en placa de Agar PlateCount, aplicado en el Centro de Investigaciones Microbiológicas Aplicadas (CIMA). Las muestras con residuo de jardín se llevaron al (CIMA) a partir de la segunda semana junto con la muestra control (blanco) y se sometieron a las mismas condiciones de aireación, irrigación y control del contenido de humedad.

***Fase IV. Comparar la carga bacteriana del suelo con residuo vegetal de jardín y el suelo sin residuo vegetal de jardín.***

Se compararon los resultados obtenidos en la Fase I, es decir, la carga bacteriana presente en el suelo sin residuo vegetal de jardín, con los resultados obtenidos en la Fase III, referido a la carga bacteriana presente en el suelo una vez añadido el residuo vegetal de jardín; haciendo uso de las curvas de crecimiento bacteriano.

## Población y Muestra

Una vez definido el problema a investigar, formulados los objetivos y delimitaciones de las variables haciéndose necesario determinar los elementos o individuos con quienes se va a llevar a cabo el estudio o investigación. Esta consideración conduce a delimitar el ámbito de la investigación definiendo una población y seleccionando la muestra.

Cualquier característica medible de la población se denomina *parámetro*, los valores de los parámetros calculados sobre muestras se conocen como *estadísticos o estadígrafos*. En este caso, se depende del tiempo de los recursos de los investigadores, la población objetivo es exclusivamente el suelo de tipo arena mal gradada, en un área específica y una determinada ubicación, la cual se encuentra en el sector V del municipio Naguanagua, zona El Guayabal.

Habitualmente, el investigador no trabaja con todos los elementos de la población que estudia sino sólo con una parte o fracción de ella; a veces, porque es muy grande y no es fácil abarcarla en su totalidad. Por ello, se elige una muestra representativa y los datos obtenidos en ella se utilizan para realizar pronósticos en poblaciones futuras de las mismas características. La muestra de esta investigación está representada por el suelo del sector El Guayabal del municipio Naguanagua, se utilizaron cuatro recipientes de plástico de 5 litros donde fue tomado uno como blanco y los tres restantes en sus respectivos porcentajes en peso de residuo vegetal de jardín; siendo la muestra de tipo no probabilístico.

## Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Se recopilaron los datos mediante la utilización del método de inspección visual u observación, “Por ser una técnica antiquísima, a través de sus sentidos el hombre capta la realidad que lo rodea para luego organizar intelectualmente, en el cual, se clasifican y consignan los acontecimientos pertinentes de acuerdo con el esquema previsto en estudio” (Arcay 2005).

Conjuntamente como parte del testimonio oral para sustentar los eventos, se entrevistó al Director de la Unidad de Microbiología, el Dr. Luis Medina, simultáneamente se incorporó el uso del fichero bibliográfico y electrónico.

### Cuadro 2

#### *Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos*

<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>
Observación Directa	Guía de Observación, Memoria Fotográfica
Encuesta	Entrevista no Estructurada
Fichaje	Ficha Bibliográfica

*Nota:* Conde S y Sánchez A (2012)

### Análisis de Datos

Se elaboraron los respectivos cuadros y gráficas de cada uno de las muestras, estas curvas, contienen los valores de UFC/gr. (unidades formadoras de colonia por gramo de muestra) en el eje de las ordenadas tanto para el suelo sin residuo vegetal de jardín como para los diferentes porcentajes de residuo vegetal de jardín respectivamente, en el eje de las abscisas es común para todas las graficas y contienen el tiempo expresado en semanas.

Una vez esquematizado los resultados en las curvas anteriores descritas en el párrafo anterior, se crearon tres nuevas curvas al solapar la gráfica de suelo sin residuo vegetal de jardín con las curvas de los suelos con residuo vegetal de jardín al 7%, 10%, 12% respectivamente. Para finalmente proceder al análisis, discusión y conclusión.

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Para que los datos recolectados tengan algún significado dentro de la presente investigación, se hace necesario introducir un conjunto de operaciones en la fase de análisis de resultados, con el propósito de organizar y dar respuestas a los objetivos planteados en el estudio, evidenciar los principales hallazgos encontrados, conectándolos de manera directa con las bases teóricas que sustentan la misma, las variables delimitadas, así como, con los conocimientos que en relación al problema en estudio, enmarcado dentro de los procesos de análisis de la carga bacteriana en el suelo de tipo arena mal gradada.

El análisis descriptivo de los datos comprendió todos aquellos procedimientos requeridos para evaluar e interpretar la información recopilada. A continuación se muestran por medio de fases:

#### **Fase I. Analizar la carga bacteriana presente en el suelo sin residuo vegetal**

Es el patrón de referencia para comparar la evolución del experimento (denominado blanco). Con los demás porcentajes. De los resultados obtenidos del Centro de Investigaciones Microbiológicas Aplicadas (CIMA) de la facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Carabobo.

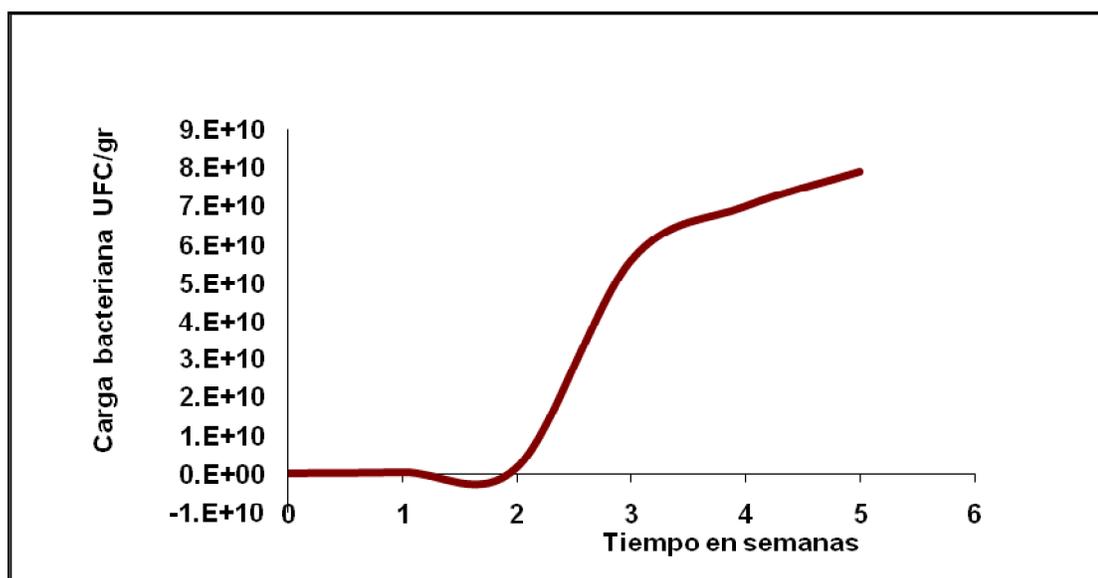
**Tabla 1.**

*Carga bacteriana y pH en muestra sin residuo vegetal de jardín.*

Carga bacteriana en muestra sin residuo vegetal de jardín.		
Semanas	UFC/gr	pH
0	2.3 E10 <sup>7</sup>	7
1	2.8 E10 <sup>8</sup>	7
2	1.6 E10 <sup>9</sup>	7
3	5.6 E10 <sup>10</sup>	7
4	7.0 E10 <sup>10</sup>	7
5	7.9 E10 <sup>10</sup>	7

UFC/gr: unidades formadoras de colonias por gramo de muestra.

*Nota:* Conde S. y Sánchez A. (2.012)



**Gráfico 3. Crecimiento bacteriano para un suelo sin residuo vegetal de jardín.** *Nota:* Conde S. y Sánchez A. (2.012)

Se observa, entre la primera y segunda semana la fase de retardo o adaptación de las bacterias. A partir de la segunda se inicia la fase de crecimiento exponencial, el cual se mantiene sostenido hasta la tercera semana. En la tercera semana se aprecia un cambio de pendiente en el crecimiento, pero manteniéndose este hasta la quinta semana sin llegar a la fase estacionaria. El valor de pH se mantuvo constante durante las cinco semanas, siendo este valor 7.

## **Fase II. Establecer la cantidad de residuo vegetal de jardín a adicionar**

Los pesos de residuo vegetal de jardín (poda de césped verde) a añadir a las muestras, obtenidos para los porcentajes son de 7%, 10%, 12% del peso total, se muestra en la tabla 2.

**Tabla 2.**

*Porcentajes de residuo vegetal de jardín en peso (gr).*

Peso total Contenido en el recipiente (gr).	Porcentajes establecidos (%)	Peso de residuo vegetal a adicionar (gr)
2000	7	140
2000	10	200
2000	12	240

*Nota:* Conde S. y Sánchez A. (2.012)

Estos porcentajes fueron seleccionados en función a la cantidad generada de residuo vegetal de jardín dentro de la zona en estudio, además, permitió comparar con un estudio previo donde fueron establecidos porcentajes menores, a saber: 1%, 3% y 5%. Todo esto con la finalidad de conocer el comportamiento de la carga bacteriana, a medida que se fuese aumentando la cantidad de residuo vegetal adicionado, es decir, si esta es directamente proporcional al sustrato adicionado.

## **Fase III. Estudiar la carga bacteriana presente en el suelo con residuo vegetal de jardín para el 7%,10%,12%.**

Una vez establecidos los pesos de residuo vegetal de jardín a adicionar a las muestras, y siguiendo lo estipulado en la fase III del capítulo anterior se obtuvo los resultados siguientes del Centro de Investigaciones Microbiológicas Aplicadas (CIMA) de la facultad de Ciencias de la Salud Universidad de Carabobo.

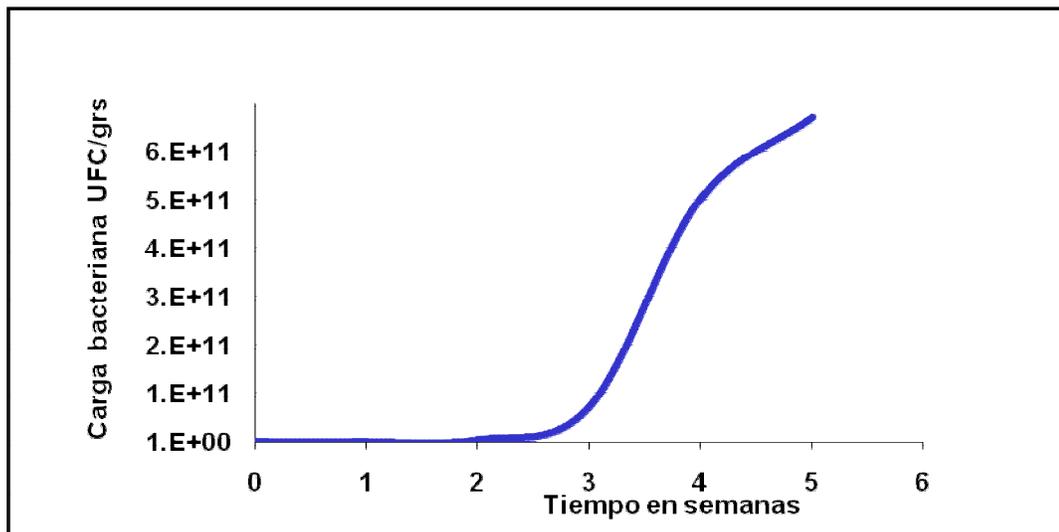
**Tabla 3.**

*Carga bacteriana en muestra con 7% de residuo vegetal de jardín.*

Carga bacteriana en muestra con 7% de residuo vegetal de jardín.		
Semanas	UFC/gr	pH
0	$2.3 \text{ E}10^7$	8
1	$1.6 \text{ E}10^8$	8
2	$4.5 \text{ E}10^9$	8
3	$7.0 \text{ E}10^{10}$	8
4	$5.0 \text{ E}10^{11}$	8
5	$6.7 \text{ E}10^{11}$	8

UFC/gr: unidades formadoras de colonias por gramo de muestra

*Nota:* Conde S. y Sánchez A. (2.012)



**Gráfico 4. Crecimiento bacteriano en muestra con 7% de residuo vegetal de jardín.** *Nota:* Conde S. y Sánchez A. (2.012)

Se observa entre la primera y segunda semana la fase de adaptación, a partir de la segunda semana comienza a tener condiciones ambientales adecuadas, percibiéndose un leve crecimiento bacteriano, solo después de la tercera semana se aprecia la fase de crecimiento exponencial dando evidencia del aumento de su biomasa. Es importante mencionar que el valor de pH se mantuvo constante durante las cinco semanas manteniendo un valor de 8.

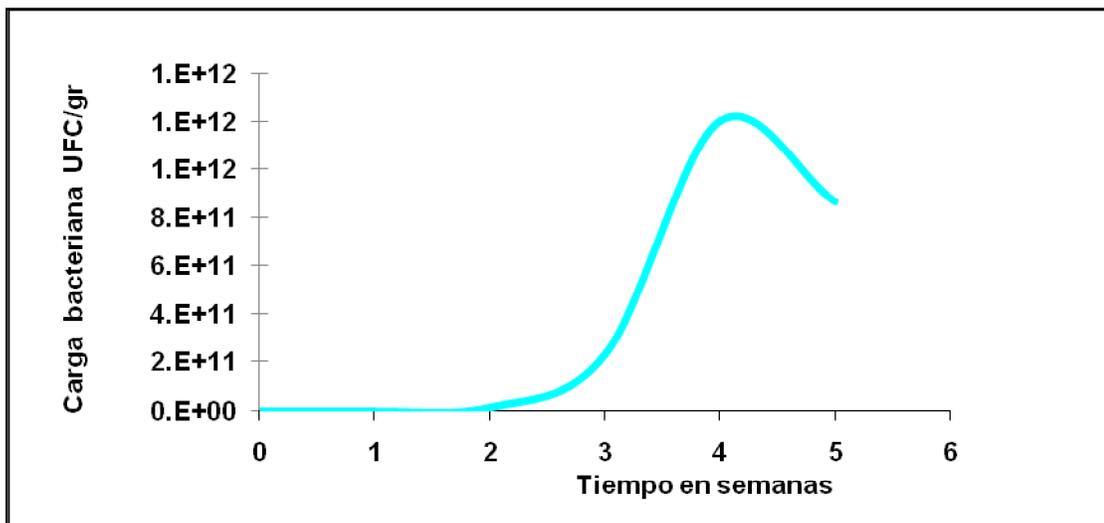
**Tabla 4.**

*Carga bacteriana en muestra con 10% de residuo vegetal de jardín.*

Carga bacteriana en muestra con 10% de residuo vegetal de jardín.		
Semanas	UFC/gr	pH
0	2.3 E10 <sup>7</sup>	8
1	4.0 E10 <sup>8</sup>	8
2	1.7 E10 <sup>10</sup>	8
3	2.3 E10 <sup>11</sup>	8
4	1.2 E10 <sup>12</sup>	8
5	8.7 E10 <sup>11</sup>	8

UFC/gr: unidades formadoras de colonias por gramo de muestra.

Nota: Conde S. y Sánchez A. (2.012)



**Gráfico 5. Crecimiento bacteriano en muestra con 10% de residuo vegetal de jardín.** Nota: Conde S. y Sánchez A. (2.012)

Se presentan las mismas condiciones de retardo o fase de adaptación hasta la segunda semana, de allí a la cuarta semana se evidencia un crecimiento exponencial y en esta, se aprecia el punto de equilibrio en el que el número de células que nacen compensan a la cantidad de células que mueren, lo que se conoce como fase estacionaria y a partir de allí se observa la disminución de la carga bacteriana, esta fase también es exponencial pero decreciente (decaimiento), como consecuencia de la carencia de alimento.

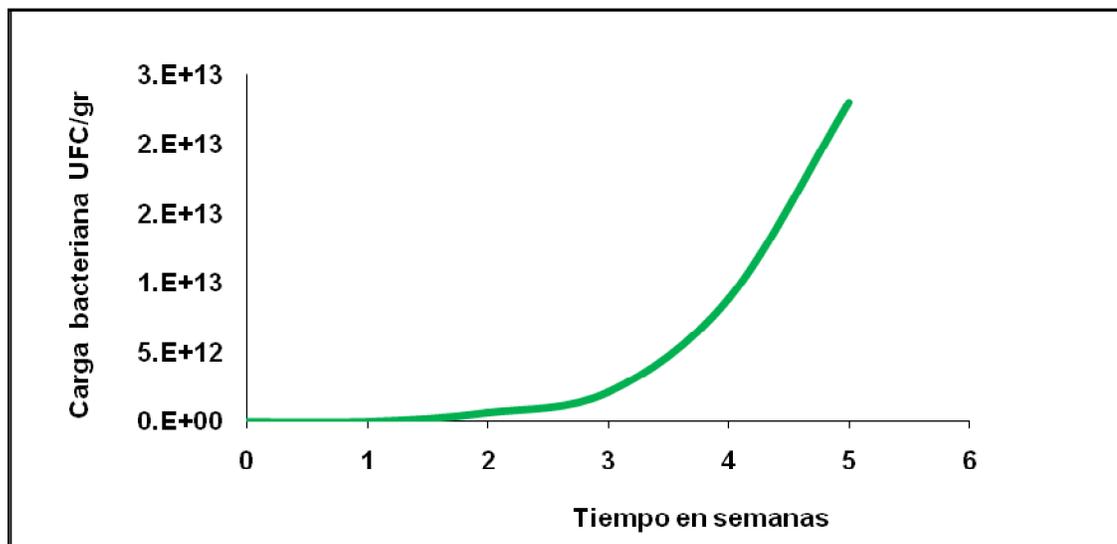
**Tabla 5.**

*Carga bacteriana en muestra con 12% de residuo vegetal de jardín.*

Carga bacteriana en muestra con 12% de residuo vegetal de jardín.		
Semanas	UFC/gr	pH
0	$2.3 \text{ E}10^7$	8
1	$9.5 \text{ E}10^9$	8
2	$5.8 \text{ E}10^{11}$	8
3	$2.1 \text{ E}10^{12}$	8
4	$8.9 \text{ E}10^{12}$	8
5	$2.3 \text{ E}10^{13}$	8

UFC/gr: unidades formadoras de colonias por gramo de muestra.

*Nota:* Conde S. y Sánchez A. (2.012)



**Gráfico 6. Crecimiento bacteriano en muestra con 12% de residuo vegetal de jardín.** *Nota:* Conde S. y Sánchez A. (2.012)

Esta es la muestra con mayor concentración de residuo vegetal siguiendo las mismas características de las anteriores, retardo o fase de adaptación hasta la segunda semana, entre la segunda y la tercera semana un comienzo en el crecimiento y en la tercera hasta la quinta se aprecia el crecimiento exponencial sostenido de la población bacteriana.

#### Fase IV. Comparar la carga bacteriana del suelo con residuo vegetal de jardín y el suelo sin residuo vegetal de jardín.

El patrón de referencia para comparar la evolución del presente trabajo no es otro que la muestra de suelo en condiciones naturales sin agregar residuo vegetal de jardín con muestras de suelo con los diferentes porcentajes establecidos. Los resultados obtenidos en la fase II y III, se graficaron por medio del uso de curvas, carga bacteriana UFC/gr vs tiempo (en semanas).

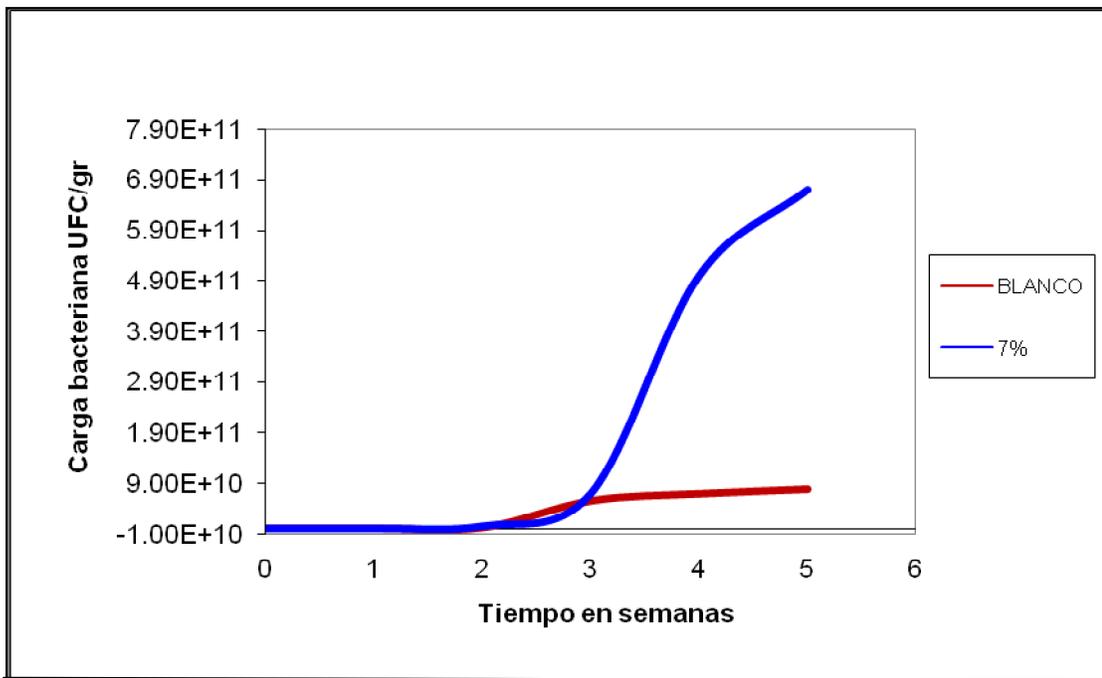
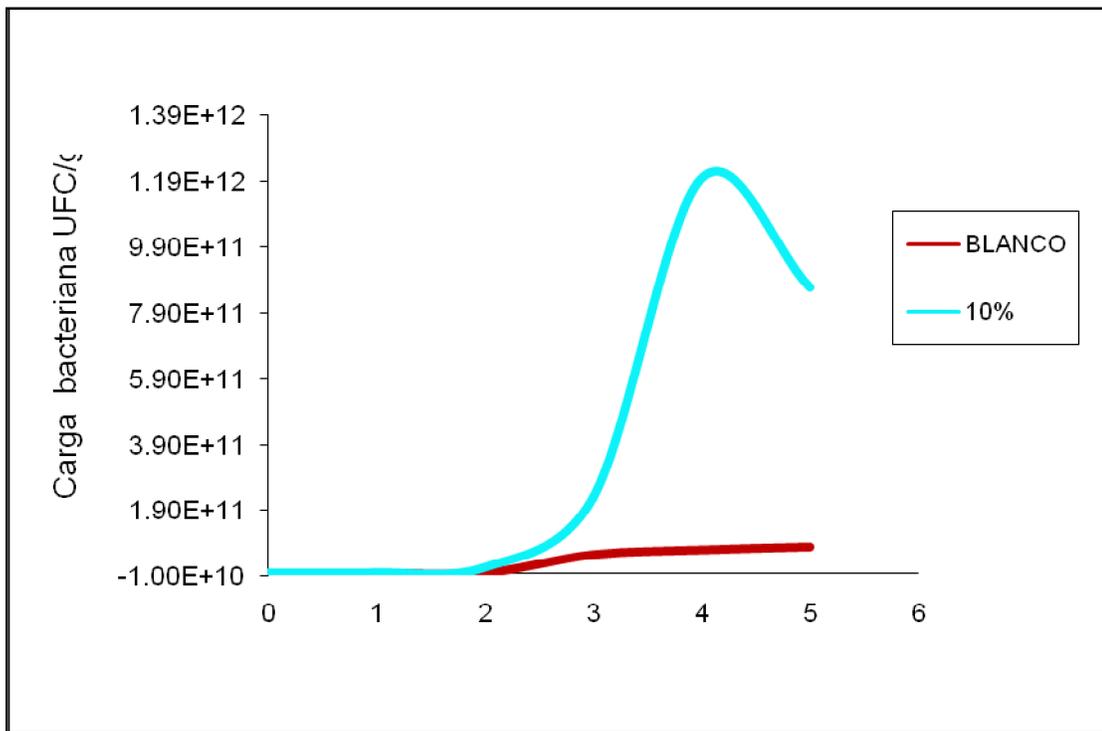


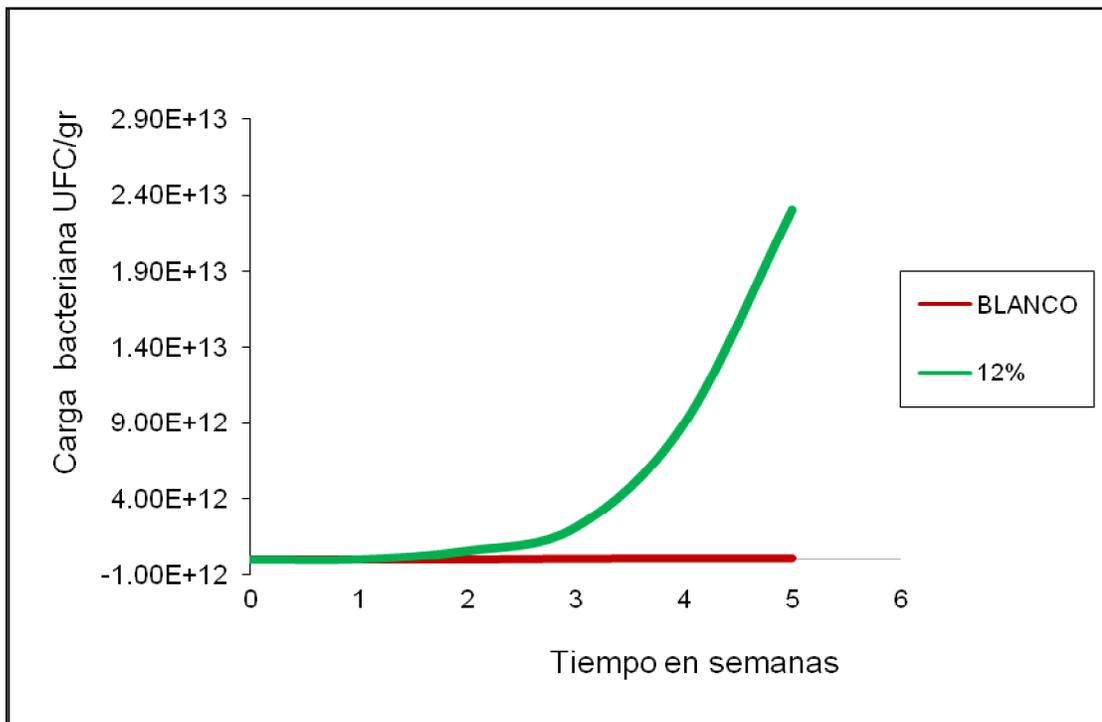
Gráfico 7. Crecimiento bacteriano para un suelo con residuo vegetal de jardín al 7% respecto a un suelo sin residuo vegetal de jardín. Nota: Conde S. y Sánchez A. (2.012)

Se evidencia el incremento del crecimiento bacteriano en la muestra de suelo con el 7% de residuo vegetal a partir de la tercera semana de manera exponencial y sostenida, esto debido a la disponibilidad de materia orgánica necesaria para su desarrollo.



**Gráfico 8. Crecimiento bacteriano para un suelo con residuo vegetal de jardín al 10% respecto a un suelo sin residuo vegetal de jardín** Nota: Conde S. y Sánchez A. (2.012)

Es notable una mayor multiplicación bacteriana al aumentar el porcentaje al 10%, de aquí se desprende que el crecimiento es acelerado y directamente proporcional a la disponibilidad de residuo vegetal. También podemos apreciar que a esta concentración se logra el ciclo de crecimiento bacteriano ideal. Lo cual nos induce a predecir que este porcentaje es el óptimo para el tipo de suelo en estudio.



**Gráfico 9. Crecimiento bacteriano para un suelo con residuo vegetal de jardín al 12% respecto a un suelo sin residuo vegetal de jardín.** Nota: Conde S. y Sánchez A. (2.012)

Aunque el crecimiento de UFC de bacterias mesófilas es abundante y la cantidad de residuo vegetal es mayor que en los casos anteriores mantiene un comportamiento exponencial sin alcanzar los dos fases subsiguientes (fase estacionaria y la fase de muerte), según como se muestra él en gráfico 1. Esto demuestra que al haber mayor porcentaje de residuo vegetal y mayor concentración de UFC/g. No necesariamente la descomposición orgánica se logra en menor tiempo.

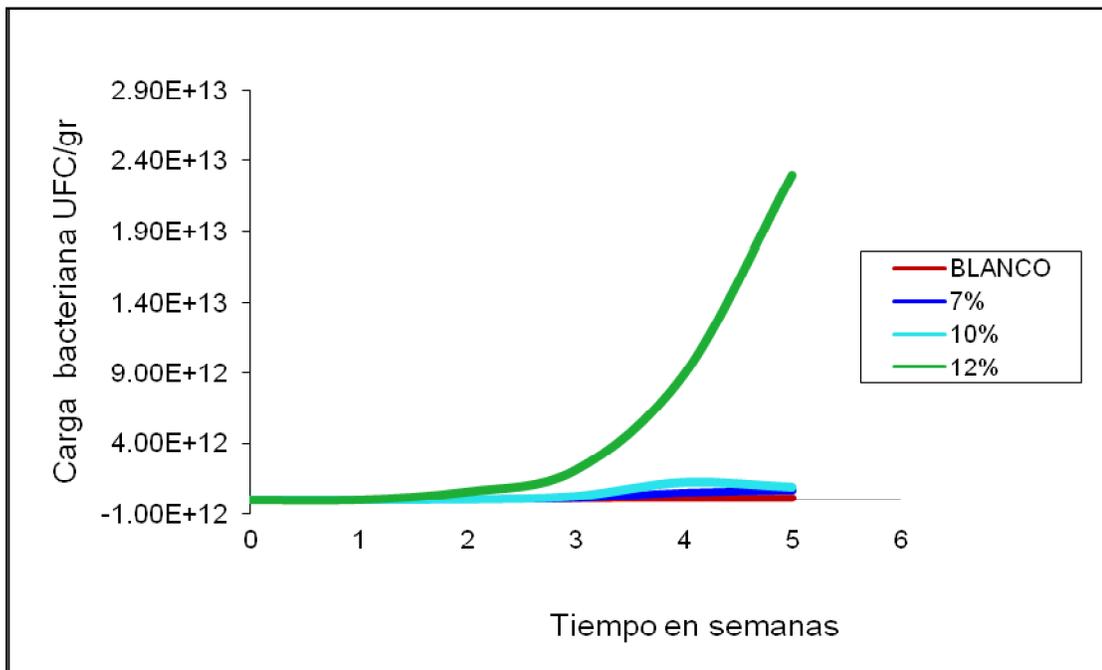


Gráfico 10. **Crecimiento bacteriano en muestra sin residuo vegetal de jardín y con vegetal al 7%,10%,12%. Nota: Conde S. y Sánchez A. (2.012)**

Se observa un crecimiento exponencial abundante en la curva que representa el 12% de residuo vegetal dando un indicativo de condiciones ideales en el crecimiento bacteriano. Pero no es el más conveniente económicamente, puesto que la curva permite deducir un mayor tiempo para descomponer la materia orgánica. La curva que más se adapta a la teórica es la del 10% de residuo vegetal esta permite inferir que los microorganismos mesófilos han descompuesto la materia orgánica pues se está trabajando en condiciones de compostaje rápido ya que el “césped de jardín tiene una proporción de nitrógeno/carbono de 19/1”. Siendo esta la recomendada. ([www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org))

## CONCLUSIONES

Al Analizar la carga bacteriana presente en el suelo sin residuo vegetal, se pudo observar que el valor inicial se correspondía con un suelo que posee un contenido de materia orgánica acorde con el tipo arena mal gradada objeto de este estudio

Los porcentajes establecidos de cantidad de residuo vegetal de jardín a adicionar, fueron los adecuados, en función a las cantidades disponibles a adicionar y al comportamiento de la curva de crecimiento bacterial.

Una vez estudiado el comportamiento de la carga bacteriana presente en el suelo con residuo vegetal, se evidenció la relación de proporcionalidad entre cantidad adicionada e incremento de carga orgánica, poniéndose de manifiesto que la hipótesis de trabajo es verdadera.

Finalmente al comparar la carga bacteriana del suelo con residuo vegetal (7%; 10% y 12%) y el suelo original. Se concluye que la cantidad óptima a adicionar es la correspondiente al 10%

## RECOMENDACIONES

1. Utilizar recipientes para almacenar la muestra que permitan una adecuada ventilación del suelo como bandejas u otros en donde la muestra este más extendida.
2. Crear condiciones óptimas para las muestras colocándolas en lugares frescos, en donde las variaciones de temperaturas no sean bruscas, mantengan humedad constante y halla buena iluminación.
3. Ya que las muestras presentaron una pequeña elevación de carga bacteriana en la última semana, sería factible estudiar las muestras al menos 4 semanas más para observar el comportamiento de las colonias de bacterias. Se colocarían las muestras con las mismas cantidades de residuo vegetal y se enviarían las muestras al laboratorio en la 5ta semana.
4. Sustituir el ensayo microbiológico por un ensayo de Carga Heterotrófica, teniendo el mismos valor económico que el utilizado para este trabajo especial de grado, que de acuerdo con el representante del Centro de Investigaciones Microbiológica Aplicadas (CIMA) de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Carabobo Campus Bárbula en el suelo “no habitan solamente microorganismos sino también hongos, bacterias, protozoarios ,entre otros, de esta forma se tendría un conocimiento más amplio de la carga existente en él, los cuales se llevarían a cabo en un período de seis meses”.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arias, F (2006). *El proyecto de investigación introducción a la metodología Científica*. (5ta edición). Editorial EPSTEME.
- Dattari (2004). *La descomposición de la materia orgánica*. <http://www.inforganic.com/node/484>
- | [Fazio D. Vargas](#) Y Fábregas, X (2003). *Estudio de la aplicación de sistemas basados en el conocimiento a la operación de una planta de tratamiento de residuos sólidos urbanos por valorización energética*. Recuperado de <http://tdx.cat/bitstream/handle/10803/7776/txf.pdf?sequence=1>
- FAO (sf). *Materia orgánica y actividad biológica*. Recuperado de: [w.fao.org/ag/ca/Training\\_Materials/cd27-Spanish/.../organic\\_matter.pdf](http://w.fao.org/ag/ca/Training_Materials/cd27-Spanish/.../organic_matter.pdf)
- Fernández A y Sánchez M (2007) *Guía para la gestión integral de los residuos sólidos urbanos*
- García, Gil, Hernández y Trasar. (2003). *Técnicas de Análisis de Parámetros Bioquímicos en Suelos*. Editorial Mundi Prensa Libros, C.A.
- Guevara, E. (2002) *Criterios para la regulación y control de la contaminación ambiental*. Universidad de Carabobo Valencia Venezuela
- Guevara, E. (2004) *Diagnostico de la situación ambiental y ecológica del Estado Carabobo*. Universidad de Carabobo Valencia Venezuela
- Hernández Sampieri y Otros. (2004). *Metodología de Investigación*. Bogotá Colombia. Mc Graw Hill. Tercera Edición.
- Ibañez J (2007). *Ciclo celular y crecimiento*. Universidad De Granada. Recuperado de: <http://www.ugr.es/~eianez/Microbiologia/12crecimiento.htm>
- Infoagro (2012). *El compostaje*. <http://www.infoagro.com/abonos/compostaje.htm>
- Instituto Nacional de Estadística (2009). *Generación y Manejo de los Residuos Sólidos en Venezuela año 2000,2006 y 2007*. Recuperado de: <http://www.ine.gov.ve/aspectosambientales/ambientales/BoletinResiduosSolidos2009.pdf>

- López y López. (1998). *El Diagnostico de Suelos y Plantas*. Editorial Mundi Prensa Libros, C.A.
- Mogollón J. Ochoa C. (2010). *Trabajo especial de grado*. “*Evaluar el efecto de la cantidad de residuo de jardín sobre el contenido de materia orgánica y carga bacteriana en un suelo de tipo arcilloso de baja plasticidad con un ángulo de fricción 28.3° y cohesión promedio de 3.88 ton/m<sup>2</sup>. Sector Mañongo, Municipio Naguanagua.*”
- Mori V. y Piñero D. (2009). Trabajo especial de grado. “*Evaluar el efecto de la cantidad de residuo de jardín sobre el contenido de materia orgánica en un suelo de tipo arena limosa*” Facultad de Ingeniería. Universidad de Carabobo.
- Normas APA (2002). Normas APA-UNERMB (2004), Normas APA-UPEL (2006).
- Pedrique, M. y De Castro, N (2001). *Reproducción y Crecimiento Microbiano*. Universidad Central De Venezuela. Recuperado de: [http://www.ucv.ve/fileadmin/user\\_upload/facultad\\_farmacia/catedraMicro/08\\_Tema\\_6\\_crecimiento.pdf](http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_farmacia/catedraMicro/08_Tema_6_crecimiento.pdf)
- Perú (2007). *Manual para la producción de compost con microorganismos eficaces* elaborado por: programa de apoyo a la formación profesional para la inserción laboral en el Perú capacítate Perú (aprolab) - convenio ala/2004/016-895 fondo concursable – instructivo no. 001-2007 / julio 2007
- Peña, R (2008). *Materia orgánica sobre la calidad de los residuos*. <http://www.monografia.com/trabajo82/impacto-residuos-organicos-propiedades-suelos>
- Red Ara. (2011). *Aportes para un diagnóstico de la problemática ambiental de Venezuela*. <http://www.vitalis.net/aportesdiagnosticoambientalvenezuelaredARA2011.PDF>
- Román Y. y Vivas M. (2008). Trabajo especial de grado: “*Evaluación del riesgo geotécnico en el Sector V del Municipio Naguanagua, Estado Carabobo*”. Facultad de Ingeniería. Universidad de Carabobo.
- The International Development Research Centre *Definición y clasificación de residuos*. Recuperado de: [http://web.idrc.ca/uploads/user-S/11437484041gr-01\\_02-definicion\\_pag15-24.pdf](http://web.idrc.ca/uploads/user-S/11437484041gr-01_02-definicion_pag15-24.pdf)

## **Sitios Web**

([www.secretariadeambiente.gov.co](http://www.secretariadeambiente.gov.co))

([www.demos.usual.es](http://www.demos.usual.es)).

([www.deconceptos.com](http://www.deconceptos.com))

([www.slideshare.net/quimicarosaravena/los-suelos](http://www.slideshare.net/quimicarosaravena/los-suelos))

([es.wikipedia.org](http://es.wikipedia.org))

([www.peruecologico.com](http://www.peruecologico.com))

([www.jmarcano.com](http://www.jmarcano.com))

([www.printfu.org](http://www.printfu.org))

([www.unavarra.es](http://www.unavarra.es))

([www.unioviado.es](http://www.unioviado.es))

Toma de muestra en sitio.



Recipientes de muestras.



Aireación y volteo de la muestra al 10%



Aireación y volteo de la muestra al 12%



