

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

TRABAJO DE FIN DE CARRERA  
INGENIERIA AMBIENTAL

REALIZADA POR:

Doménica Estefanía Velástegui Rivera

CARACTERIZACION FISICO – QUIMICA Y MICROBIOLOGICA DE LOS LIXIVIADOS  
GENERADOS EN LAS COMPOSTERAS DEL PARQUE ITCHIMBIA

DIRECTORA:

Ing. Katty Coral

Quito – Ecuador

2009

## DEDICATORIA

*A mi familia,*

*A la promoción de Ingenieros Ambientales 2009.*

## AGRADECIMIENTOS

*A mi familia por la confianza y apoyo durante estos cinco años de carrera universitaria.*

*A la Promoción 2009 de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK ,por la amista y compañerismo que nos ha caracterizado siempre en especial a Elizabeth Arroyo, Andrea Aguirre, Daniela Campuzano, Francisco Rubianes, Francisco Díaz, gracias por el apoyo en los momentos difíciles y por la grandiosa amistad que me han brindado.*

*A mis profesores durante toda la carrera, en especial al Ing. Alonso Moreta, Ing. Katty Coral, Ing. Carlos Ordoñez y la Ing. Carla Garcés, por su apoyo tanto en el desarrollo de esta tesis como en lo personal.*

*Gracias...*

## INDICE

### CAPÍTULO 1: INTRODUCCION

Antecedentes

Justificación

Objetivos

### CAPITULO 2: MARCO TEORICO

#### 2.1. COMPOST

2.1.1. Beneficios del Compost.

2.1.2. Materias primas utilizadas para la elaboración de Compost.

2.1.3. Proceso de degradación de la materia prima para la generación de Compost.

2.1.4. Fases de Compost

2.1.5. Parámetros físico - químicos y microbiológicos normales de un compost.

#### 2.2. LIXIVIADO

2.2.1. Métodos de caracterización de los Lixiviados.

2.2.2. Parámetros físico – químicos y microbiológicos para caracterizar un Lixiviado.

2.2.2.1. Parámetros físico – químicos.

2.2.2.2. Parámetros microbiológicos.

#### 2.3. Tratamiento y desinfección de Lixiviados.

2.3.1.1. Tratamiento de lixiviados

2.3.1.2. Desinfección de lixiviados

### CAPITULO 3: PARQUE ITCHIMBIA

3.1. Proceso de generación de Compost en el Parque Itchimbia

3.2. Organización de las composteras del Parque Itchimbia.

3.3. Caracterización y disposición del compost generado en el Parque Itchimbia.

3.4. Generación de Lixiviados en el Parque Itchimbia.

### CAPITULO 4 : METODOLOGIA

4.1. MATERIALES Y METODOS

#### 4.1.1. MATERIALES

4.1.1.1. Materiales y equipos de laboratorio y campo

4.1.1.2. Reactivos

#### 4.1.2. METODOS

4.1.2.1. FASE DE CAMPO.

4.1.2.2. FASE DE LABORATORIO

### CAPITULO 5: RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS

5.1. RESULTADOS

5.2. DISCUSION DE RESULTADOS

### CAPITULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

6.2. RECOMENDACIONES

### BIBLIOGRAFIA

### ANEXOS

## RESUMEN

El Parque Itchimbia realiza la tarea de producir compost con el fin de mejorar la calidad del suelo que se encuentre dentro de él, de este proceso, y por acción del humedecimiento de las camas de compostaje y principalmente de la precipitación, se generan lixiviados.

Los lixiviados, son agentes contaminantes que se definen como cualquier líquido que atraviesa los depósitos de residuos y son emitido al exterior. Las composteras tienen una composición de estiércol de ganado, material de la poda de plantas y césped de propio Parque y desechos de los locales de comida que existen dentro del mismo.

La caracterización físico – química y microbiológica de los lixiviados generados en las composteras del Parque Itchimbia, con el fin de reutilizar este liquido para mejorar el compost generado ha dado como resultado, que dichos lixiviados, no representan un aporte positivo al producto final del proceso de compostaje.

Dentro de los parámetros analizados en la caracterización, se tomaron en cuenta el pH, Color, Turbidez, Conductividad, Sólidos Suspendidos, Sólidos Sedimentables, Sólidos Disueltos, Nitratos, Nitritos, DQO, DBO, Nitrógeno Total, Coliformes Fecales y Coliformes Totales.

Los resultados obtenidos después de la caracterización realizada, indican que el lixiviado generado en las composteras del Parque Itchimbia, al ser reutilizados, no aporten de manera positiva a las compost que se produce.

Palabras Clave: Lixiviado, Compost.

## SUMARY

The Itchimbia Park producing compost with the purpose of improving the quality of the ground that is within him. From this process, and by action of the humidification of the compost beds and mainly of the precipitation, they are generated leached.

Leached are polluting wastewaters which define themselves as any liquid that crosses through deposits of remainders and are emitted to the outside. The phisycal composition of compost is based on cow manure, material of pruning plants and grass from the Park and remainders of the food from restaurant located inside the Park.

The physical - chemical and microbiological characterization of the leached generated in the compost places of the Itchimbia Park, with the purpose of reusing this to improve compost generated has given result about leached. The leached generated in Itchimbia Park do not represent a positive contribution to the compost process.

Within the parameters analyzed in the leached characterization, pH, Suspended Color, Turbidity, Conductivity, Solids, Solid Sedimentables, Dissolved Solids were taken in whatever, Nitrates, Nitritos, DQO, DBO, Total Nitrogen, Coliformes Total Fecales and Coliformes.

The results obtained after the characterization, indicate that the leached generated in the compost places of the Itchimbia Park, does not contribute positively to the compost that is producing there.

Key

words:

leached,

compost.

## **CAPITULO 1: INTRODUCCION**

El Parque Itchimbia, desde el año 2004, se encuentra bajo la administración del Consorcio Ciudad – Ecogestión, entidad que se preocupan por el buen manejo de los parques del Distrito Metropolitano de Quito, cuya propuesta de manejo plantea convertir al Parque Itchimbia en un hito urbano, un importante recurso cultural, natural, ambiental, recreativo, turístico y educativo de formación ciudadana.

Este buen manejo enfocado en el ámbito ambiental, se refiere, en este caso, a la generación de compost por medio de la aplicación del plan de manejo de residuos sólidos, diseñado para el Parque. Este abono generado, tiene como fin mejorar la calidad del suelo del parque. Es por esta razón, las autoridades del Parque se han visto en la necesidad de mejorar las condiciones del compost y tratar los lixiviados que se generan.

El objeto de este proyecto fue implementar un plan de tratamiento de lixiviados de las composteras del parque y se analizara su posible reuso.

El Parque Itchimbia, se encuentra aproximadamente a 2900 metros sobre el nivel del mar y abarca una superficie de 54 Ha. Constituye una de las principales zonas turísticas y recreativas de la ciudad de Quito.

El sistema de educación del Parque Itchimbia está orientado a consolidar las acciones que permitan situar al Parque como un espacio de referencia en el aprendizaje en temas de protección del ambiente y desarrollo urbano. En el campo ambiental se trabajan, en particular, los de temas reforestación, producción y recuperación de la flora y fauna andina y el manejo de desechos sólidos.

La lixiviación es un proceso que, en este caso, deriva de la descomposición de desechos orgánicos. Estos lixiviados son altamente contaminantes, debido a que su composición

físico – química posee sustancias que son perjudiciales para la salud humana y el ambiente.

Actividades como el compostaje deben tener como paso primordial, el tratamiento de lixiviados, en muchos casos, estas aguas contaminadas tienen como destino final los ríos donde se desfogan las alcantarillas de las ciudades y comunidades.

Un tratamiento previo de lixiviados, es de suma importancia ya que, mejorando la calidad de estas aguas contaminadas, disminuiría el impacto que producirían en su destino final. Para encontrar una manera eficiente de tratarlos, es necesario conocer su composición físico – química y microbiológica.

Se realizó la caracterización físico-química y microbiológica de los lixiviados generados en las composteras del Parque Itchimbia, a su vez se analizaron métodos de reincorporación y manejo de los lixiviados que se generan, con el fin de optimizar la calidad del compost que se produce en el Parque. Además se analizó la posibilidad de preparar un licor microbiológico

## CAPITULO 2: MARCO TEORICO

### 2.1. COMPOST

El compost o mantillo se puede definir como el resultado de un proceso de humificación de la materia orgánica, bajo condiciones controladas y en ausencia de suelo. (SANZ, 2003)<sup>1</sup>.

Debido al contenido de nutrientes y demás compuestos, el compost colabora con el mejoramiento de la estructura del suelo y de la absorción y nutrición de las plantas.

Para la obtención de un buen Compost, los microorganismos dedicados a este fin deben estar en condiciones adecuadas para la descomposición de materia orgánica como son la Temperatura, Humedad, pH, Oxígeno, Relación C/N equilibrada y población microbiana (BERNAL, 2008)<sup>2</sup>.

- **TEMPERATURA:** Para que el proceso de compostaje realizado por los microorganismos, sea eficiente, es necesario mantener temperaturas óptimas entre 35-55 °C, y con esto conseguir la eliminación de patógenos, parásitos y semillas de malas hierbas (BERNAL, 2008)<sup>3</sup>. La temperatura aumenta la población de microorganismos mesófilos colaborando con la actividad metabólica del proceso de compostaje. Después de atravesar por las fases mesofílica y termofílica del proceso, la cantidad de la materia biodegradable va disminuyendo, así como la temperatura va a alcanzar la temperatura ambiente, dando paso a la última fase que es la de maduración.
- **HUMEDAD:** En los procesos de compostaje es necesario mantener niveles óptimos, entre el 40-60% de humedad (BERNAL, 2008)<sup>4</sup>. Este factor es muy importante y

---

<sup>1</sup> SANZ, José Luis; Microbiología Ambiental: Compostaje Aerobio y Anaerobio; 2004

<sup>2</sup> BERNAL, Dana; Seminario de Producción de Compost y Biocombustibles; 2008

<sup>3</sup> IBIDEM

<sup>4</sup> IBIDEM

por lo tanto se debe tener en cuenta, que de existir un exceso de humedad la materia orgánica en descomposición se pudrirá, y si la humedad del proceso es baja, disminuirá la velocidad de la actividad de los microorganismos. Los microorganismos requieren una cierta cantidad de agua para su metabolismo; la velocidad de la descomposición biológica de la materia orgánica debe venir influida por la humedad.

- **AIREACION:** Uno de los aspectos básicos que se deben tomar en cuenta en el proceso de compostaje, es la presencia necesaria de cantidad de oxígeno. De existir la cantidad suficiente de oxígeno, los microorganismos aerobios son sustituidos por los anaerobios con la consiguiente producción de malos olores y detención del proceso de compostaje. Para suministrar oxígeno al proceso de compostaje, existen varios métodos, como el volteo del material, equipos de ventilación o introducción formada de aire.
  
- **pH:** Este factor influye directamente en la acción de los microorganismos, tomando en cuenta eso, el pH óptimo para los hongos es de 5 a 8 y para las bacterias 6 a 7,5 (BERNAL, 2008)<sup>5</sup>. Las limitaciones son debidas a que, cuando el pH alcanza determinados valores, precipitan algunos nutrientes esenciales para los microorganismos responsables del proceso.
  
- **OXIGENO:** Debido a que este proceso de compostaje es aeróbico, el oxígeno es un factor muy importante. La concentración de oxígeno dependerá del tipo de material, textura, humedad, frecuencia de volteo y de la presencia o ausencia de aireación forzada (BERNAL, 2008)<sup>6</sup>.
  
- **POBLACION MICROBIANA:** El proceso de compostaje es aeróbico, llevado a cabo por microorganismos presentes en el ambiente, que son los encargados de la descomposición de la materia orgánica (BERNAL, 2008)<sup>7</sup>.

---

<sup>5</sup> BERNAL, Dana; Seminario de Producción de Compost y Biocombustibles; 2008

<sup>6</sup> IBIDEM

<sup>7</sup> IBIDEM

- **NUTRIENTES:** estos son elementos necesarios para que los microorganismos encargados del proceso de compostaje, crezcan y realicen sus acciones metabólicas, las cantidades necesarias de nutriente varían de un elemento a otro y mantienen relaciones constantes entre si.
  
- **RELACION C/N EQUILIBRADA:** El carbono y el nitrógeno son los dos constituyentes básicos para la materia orgánica. La relación Carbono – Nitrógeno para que el proceso de compostaje sea optimo, teóricamente debe ser 25-35, teniendo en cuenta que podrá variar dependiendo de la materia orgánica de la que se disponga para el compostaje (BERNAL, 2008)<sup>8</sup>.

La cantidad de carbono necesaria es superior a la de nitrógeno, por dos razones fundamentales:

- Debido a que los microorganismos lo utilizan para la formación del material celular y como fuente de energía.
- Y por que está presente en el material celular en cantidad muy superior a la del nitrógeno, pero esta cantidad varia según el microorganismo.

Las necesidades de nitrógeno deben oscilar entre 2-4 partes por cada 100 de carbono inicial, en otras palabras la relación C/N óptima debe estar situada entre 25:1 y 50:1 (BERNAL, 2008)<sup>7</sup>.

### **2.1.1. BENEFICIOS DEL COMPOST.**

Después de un adecuado procedimiento de compostaje, y posterior aplicación del compost obtenido para mejorar las condiciones de un terreno, se pueden observar efectos beneficiosos. Entre los efectos beneficiosos respecto a la estructura del suelo, es que facilita la formación de conglomerados de suelo, permitiendo mantener condiciones de humedad correctas para el mismo.

---

<sup>8</sup> BERNAL, Dana; Seminario de Producción de Compost y Biocombustibles; 2008

Así como colabora con las condiciones estructurales del suelo, también interviene en la salud del suelo, actuando como bactericida y fungicida, libres de compuestos químicos y patógenos.

La aplicación del compost, a parte de mejorar las condiciones del suelo, tiene sus efectos beneficiosos sobre las plantas, ya que es un producto rico en nutrientes y macronutrientes, siendo usado como abono para las plantas.

### **2.1.2. MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS PARA LA ELABORACION DE COMPOST.**

Para la obtención de un buen compost, lo mejor es la utilización de una gran variedad de materiales que estén muy bien triturados para la obtención rápida del producto. Con este fin, toda la materia prima que vaya a ser utilizada debe ser orgánica.

Entre los materiales de rápida descomposición, pueden ser utilizadas hojas frescas, césped procedente de la poda de jardines, estiércol de animales de corral y desechos orgánicos procedentes de restaurantes o industrias alimenticias, así como melazas jóvenes.

Existe una clasificación de los materiales que se pueden utilizar para el proceso de compostaje, está categorizada según la velocidad de descomposición.

- Materiales de descomposición lenta
  - Pedazos de fruta y verdura
  - Bolsas de infusiones y posos de café
  - Paja y heno viejo
  - Restos de plantas
  - Estiércoles pajizos (caballos, burros y vacas)
  - Flores viejas y plantas de macetas

- Desbroces de setos jóvenes
- Malezas perennes
  
- Descomposición muy lenta
  - Hojas de otoño
  - Desbroces de setos duros
  - Ramas podadas
  - Serrín y virutas de madera no tratada
  - Cáscaras de huevo
  - Cáscaras de frutos secos
  - Lanas e hilos naturales
  - Pelos y plumas
  - Huesos de frutos (melocotón, aguacate, aceitunas, etc.)
  
- Otros materiales
  - Ceniza de madera (espolvorear en cantidades pequeñas)
  - Cartón, cartones de huevos, servilletas bolsas y envases de papel
  - Periódicos (en pequeñas cantidades)

Para el mejor desempeño del proceso de compostaje, se debe evitar colocar materiales como carne o pescado, productos derivados de la leche y productos que contengan levaduras o grasas, ya que dichos productos podrían evitar que este proceso se desarrolle con normalidad.

En el caso de utilizar estiércol de animales de corral se debe tomar en cuenta las características de cada uno para poder ser aplicando a procesos de compostaje, tomando en cuenta que el más común es el estiércol de vacas, también existen otros tipos que se detallan en la TABLA 1.

TABLA 1: *Origen y características del estiércol utilizado en los procesos de compostaje (Pérez, 2008)*<sup>9</sup>.

Origen del estiércol	Características
Oveja	Es muy concentrado y requiere una adecuada fermentación en montón, puesto que su elevada temperatura de fermentación puede dañar la tierra y los cultivos.
Equino (caballo, mulos, asnos)	Debido a que tiene una fermentación muy rápida, es muy útil para la germinación de semillas, puesto que aporta y el arraigo de esquejes mediante la creación de camas calientes. En caso de que se aporte al montón de compost, se tendrá cuidado para evitar que la rápida fermentación desque fácilmente la mezcla.
Vacas	Al ser un estiércol rico en agua, se ha de cuidar que esté aireado y ventilado a fin de que no se produzca la fermentación anaerobia.
Conejo	Es el más rico en N, por eso ha de emplearse muy descompuesto o mezclado con dolomita o roca calcárea para compensar su excesiva acidez.
Aves de corral (gallinaza, palomina)	No ha de usarse nunca si no está fermentado. Al ser muy fuerte, no se debe aplicar en la tierra de forma directa. Es conveniente amontonarlo a capas intercalando con otras capas de tierra, mezclándolo bien a los tres meses antes de poder usarlo.

Previo a la utilización de la materia prima a ser compostada, y con el fin de obtener un buen compost, es conveniente una mezcla variada de materiales, en el mejor de los casos sería conveniente que se triture la materia prima para poder compostar.

Para empezar es conveniente fabricar una cama de un material que permita la aireación, como hojas o paja, de un grosor aproximado de 20 centímetros. Después de esto, se coloca el resto del material que se va a compostar, previamente triturado, y se procede a dejarlo ahí para que empiece el proceso de compostaje (Pérez, 2008)<sup>10</sup>.

Posterior a la preparación del material y la colocación del mismo en el lugar donde se dispondrá las composteras, es necesario mantener los cuidados adecuados para empezar el proceso de compostaje.

<sup>9</sup> PEREZ, Alodia; Manual del Compostaje; 2008

<sup>10</sup> IBIDEM

Uno de los principales cuidados que son necesarios, es remover y mezclar el material antiguo, así como realizar volteos de la pila de compostaje para permitir la aireación.

El control de la humedad se lo hace a simple vista, tomando en cuenta que si esta humedecido adecuadamente, no debe liquear. En el caso de ver lugares secos, es recomendable que se realice una homogenización del material para poder proporcionar humedad.

### **2.1.3. PROCESO DE DEGRADACION DE LA MATERIA PRIMA PARA LA GENERACION DE COMPOST**

El proceso de compostaje consiste en la degradación de la materia orgánica mediante su oxidación y la acción de diversos microorganismos presentes en los residuos utilizados como materia prima para el proceso de compostaje. El proceso de descomposición de la materia orgánica dura aproximadamente entre cinco y seis meses, durante este tiempo, la materia cursa cuatro períodos atendiendo a la evolución de la temperatura:

- **Mesolítico:** La masa vegetal esta a temperatura ambiente y los microorganismos mesófilos se multiplican rápidamente. Como consecuencia de la actividad metabólica, la temperatura se eleva y se producen ácidos orgánicos que hacen bajar el pH (Roca, 2008)<sup>11</sup>.
- **Termofílico:** Cuando se alcanza una temperatura de 40°C, los microorganismos termófilos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco y el pH del medio se hace alcalino (Roca, 2008)<sup>12</sup>.
- **De enfriamiento:** Cuando la temperatura es menor de 60°, reaparecen los hongos termófilos que reinvasen el mantillo y descomponen la celulosa. Al bajar de los 40° C

---

<sup>11</sup> ROCA, Loli; Compostaje; Perspectiva Ambiental; 2003

<sup>12</sup> IBIDEM

los mesófilos también reinician su actividad y el pH del medio desciende ligeramente (Roca, 2008)<sup>13</sup>.

- **De maduración:** Es un período que requiere de meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización del humus (Roca, 2008)<sup>14</sup>.

#### 2.1.4. FASES DEL COMPOSTAJE

1. **Fase de latencia y crecimiento:** En este periodo, los microorganismos se aclimatan al medio y de esta manera empiezan a multiplicarse y colonizar los residuos dispuestos para la descomposición. Esta fase se realiza durante dos a cuatro días, y empieza con la degradación de las bacterias sobre los elementos más biodegradables. También se desarrollan fenómenos con la acción de las primeras bacterias mesofílicas, que son aquellas que actúan a una temperatura aproximada de 50 ° C, en este momento se calienta la pila de residuos y se observa la evaporación de agua (Pérez, 2008)<sup>15</sup>.
2. **Fase termófila:** El proceso puede durar una semana dependiendo de la materia prima y de las condiciones ambientales. En esta fase, la temperatura se eleva hasta llegar a los 60 - 70 ° C, como consecuencia de la intensa actividad bacteriana, produciendo una rápida degradación de la materia, y a la vez garantiza la higienización y eliminación de los patógenos que podrían estar presentes. Y para finalizar se disminuye la actividad biológica y se estabiliza el medio (Pérez, 2008)<sup>16</sup>.
3. **Fase de maduración:** en esta fase la parte menos biodegradable, entra en un periodo de fermentación que dura alrededor de tres meses, mientras la

---

<sup>13</sup> IBIDEM

<sup>14</sup> ROCA, Loli; Compostaje; Perspectiva Ambiental; 2003

<sup>15</sup> PEREZ, Alodia; Manual del Compostaje; 2008

<sup>16</sup> IBIDEM

temperatura va disminuyendo al igual que los microorganismos que intervienen en el proceso reducen su actividad. De la misma manera, las condiciones necesarias para que los microorganismos actúen, van siendo un factor limitante (Pérez, 2008)<sup>17</sup>.

### 2.1.5. PARAMETROS FISICOS, QUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS NORMALES DE UN COMPOST.

TABLA 2: *Parámetros físicos que debe cumplir un buen compost (Roca, 2003)<sup>18</sup>*

PARÁMETROS FÍSICOS	
Granulometría	90% < 25 mm
Humedad (%)	25 – 35
Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )	0,5 – 0,6
Capacidad de retención de agua (% vol)	35 – 55
Porosidad total (% vol)	70 – 85

TABLA 3: *Parámetros químicos que debe cumplir un buen compost (Roca, 2003)<sup>19</sup>*

COMPOSICIÓN QUÍMICA	
Materia Orgánica (%)	55 – 65
PH	6,4 – 7,6
Conductividad eléctrica 1:5, 25°C (mS/cm)	1,19 – 2,06
Relación C/N	16 – 20
Nitrógeno total (Kjeldahl, % peso/peso total)	2,1 – 2,9
Fósforo total (% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0,7 – 1,3
Potasio total (% K <sub>2</sub> O)	1,5 – 2,8
Calcio total (% CaO)	11,1 – 15,5
Magnesio total (% MgO)	2,2 – 3,5
Sodio total (% Na)	0,03 – 0,10
Hierro total (% Fe)	2,3 – 3,9
Manganeso (ppm)	227 – 367
Boro (ppm)	30 – 60
Ácidos húmicos (%)	> 15

TABLA 4: *Parámetros microbiológicos que debe cumplir un buen compost (Roca, 2003)<sup>20</sup>*

PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS	
Salmonella	Ausente en 25 g de producto
Escherichia coli	< 1000 número más probable por 1g de producto
Estreptococos fecales	Ausente

<sup>17</sup> PEREZ, Alodia; Manual del Compostaje; 2008

<sup>18</sup> ROCA, Loli; Compostaje; Perspectiva Ambiental; 2003

<sup>19</sup> IBIDEM

<sup>20</sup> IBIDEM

## 2.2. LIXIVIADO

Según la literatura, la definición de un lixiviado es cualquier líquido que atraviesa los depósitos de residuos que es emitido o está contenido en depósitos controlados. Se trata de un agente altamente contaminante que deriva del depósito (Directiva Europea relativa al vertido de residuos, 1999)<sup>21</sup>.

En pocas palabras, los lixiviados son una mezcla de compuestos orgánicos e inorgánicos, sólidos disueltos y coloidales que se generan de los desechos, estos a su vez contienen productos de la descomposición de materiales que presentan problemas de la contaminación, tanto para aguas superficiales como para aguas subterráneas.

Los lixiviados se originan por la circulación de agua en la basura, la cual a su paso disuelve los elementos presentes en los residuos. Este líquido proveniente de esta acción, contiene una elevada carga orgánica que se representa por el valor del DQO (3000 a 6000 mg/l), este valor depende del tipo de basura depositada.

TABLA 5: Características físico – químicas típicas de un lixiviado (Morillo, 2006)<sup>22</sup>

CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS TÍPICAS DE UN LIXIVIADO			
Edad del Relleno	Nuevo (< 2 años)	Nuevo (> 2 años)	> 10 años
Constituyentes ( $\frac{mg}{L}$ )	Rango	Valor Típico	Rango Típico
DQO	3000 – 60000	18000	100 – 500
DBO <sub>5</sub>	2000 – 30000	10000	100 – 200
COT	1500 – 20000	6000	80 -160
SST	200 – 2500	500	100 – 400
NITRÓGENO TOTAL	20 – 1500	400	100 – 200
FOSFORO TOTAL	5 – 100	30	5 – 10
ALCALINIDAD CaCO <sub>3</sub>	1000 – 10000	3000	200 – 1000
SALES SOLUBLES	200 – 4000	800	100 – 500
HIERRO	50 – 1200	60	20 – 200
PLOMO	1 – 10	2	0.01 – 0.5
ZINC	25 – 250	50	0.1 – 1
pH	5 - 8	6	6.6 - 7.5

<sup>21</sup> Directiva Europea relativa al Vertido de Residuos, 1999

<sup>22</sup> MORILLO, Fernanda; Estudio de los Reactores UASB para el Tratamiento de Lixiviados del Relleno Sanitario la Esmeralda; 2006.

Los lixiviados generados, difieren en composición y caudal, dependiendo de algunos factores importantes que se citan a continuación:

- La composición de la basura
- Las condiciones climáticas
- La operación del sitio de confinamiento de los desechos y el tiempo de disposición.
- El sitio topográfico
- Capa vegetal

Las condiciones ambientales son un factor que influye significativamente en la generación de lixiviados, es así que en lugares con alta precipitación, la velocidad de generación de lixiviados es mayor que en lugares donde la precipitación es baja. La cantidad de lixiviado generado depende del volumen del líquido que contengan los desechos depositados y la composición de los mismos.

### **2.2.1. METODOS DE CARACTERIZACION DE LOS LIXIVIADOS.**

Para la caracterización de los lixiviados se han tomado en cuenta dos métodos, los físico – químicos y los biológicos. En el caso de los métodos físico – químicos, estos se basan en la recolección de una muestra en la cual se determinaran tanto características químicas como físicas del lixiviado. Mientras que los métodos biológicos, se fundamentan en el estudio de comunidades de microorganismos que alteran las condiciones biológicas del lixiviado (Seoáñez, 2002)<sup>23</sup>.

### **2.2.2. PARAMETROS FISICO-QUIMICOS Y MICROBIOLOGICOS DE LOS LIXIVIADOS**

#### **2.2.2.1. PARAMETROS FISICO-QUIMICOS**

---

<sup>23</sup> SEOANEZ; Manual de Tratamiento, Reciclado, Aprovechamiento y Gestion de las Aguas Residuales de las industrias Agralimentarias;2003.

Existe un amplio listado de parámetros físico – químicos que deben ser analizados en los lixiviados, a continuación se describen cada uno de estos parámetros, con la finalidad de conocer cuáles son las alteraciones que producen sobre el agua y los medios que se ven en contacto con este agente contaminante.

- **OLOR:** Los lixiviados, se caracterizan por tener olores fuertes, los cuales son generados por el material volátil y los procesos de descomposición de la materia orgánica presente (Seoáñez, 2002)<sup>24</sup>.
- **MATERIALES EN SUSPENSION:** Las aguas residuales contienen gran cantidad de material suspendido, la determinación de este parámetro se lo hace con técnicas de filtración y centrifugación (Seoáñez, 2002)<sup>25</sup>.
- **COLOR:** Varios productos de desecho, alteran considerablemente las cualidades de color de las aguas. La alteración de este parámetro, impide el normal desarrollo de la actividad fotosintética y el intercambio de oxígeno. Para la determinación del color se aplican métodos de platino – cobalto y la comparación con discos coloreados (Seoáñez, 2002)<sup>26</sup>.
- **TURBIDEZ:** Esta característica del agua viene definida por la cantidad de material en suspensión que se encuentra en el agua. Cuanto mas turbia esta el agua, mayor es el material suspendido (Seoáñez, 2002)<sup>27</sup>.
- **TEMPERATURA:** Este parámetro influye en la solubilidad de sales y en la disociación de sales disueltas, afectando a su vez a la conductividad eléctrica y al pH (Seoáñez, 2002)<sup>28</sup>.

---

<sup>24</sup> SEOANEZ; Manual de Tratamiento, Reciclado, Aprovechamiento y Gestión de las Aguas Residuales de las industrias Agralimentarias;2003.

<sup>25</sup> IBIDEM

<sup>26</sup> IBIDEM

<sup>27</sup> SEOANEZ; Manual de Tratamiento, Reciclado, Aprovechamiento y Gestión de las Aguas Residuales de las industrias Agralimentarias;2003.

- **pH:** Mide la concentración de iones hidrogeno en el agua, las variaciones de pH en las aguas afectan directamente al medio y los individuos donde están presentes estos aguas contaminadas (Seoáñez, 2002)<sup>29</sup>.
- **CONDUCTIVIDAD ELECTRICA:** Esta característica está estrechamente ligada a la concentración de sustancias disueltas y a la naturaleza de las mismas. Para las aguas residuales esta no es una característica que identifique eficazmente la presencia de contaminantes.

También existen indicadores de contaminación orgánica entre los que se destacan, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), la demanda química de oxígeno (DQO) y el nitrógeno total.

- **DBO:** La demanda bioquímica de oxígeno es la cantidad de oxígeno necesaria para degradar la materia orgánica. La medida de este parámetro tiene distintas variaciones, producidas por la presencia de microorganismos que también consumen oxígeno. La DBO permite apreciar la carga de agua en material putresible y su poder autodepurador. Este parámetro es utilizado para estimar el estado de degradación de los vertidos con carga orgánica.
- **DQO:** Este parámetro está en función de las características de las compuestos presentes en las aguas residuales, y se da cuando hay presencia de sustancias reductoras.
- **NITROGENO TOTAL:** El nitrógeno total es la suma del nitrógeno presente en los compuestos orgánicos aminados y el amoniaco (Seoáñez, 2002)<sup>30</sup>.

---

<sup>28</sup> IBIDEM

<sup>29</sup> IBIDEM

<sup>30</sup> SEOANEZ; Manual de Tratamiento, Reciclado, Aprovechamiento y Gestión de las Aguas Residuales de las industrias Agralimentarias;2003.

#### **2.2.2.2. PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS.**

El análisis microbiológico es el método por el cual se llega a conocer la presencia o ausencia de bacterias patógenas. Entre las bacterias contaminantes del agua se encuentran el grupo de los coliformes que en general no son patógenas, pero la presencia de estas puede evidenciar la existencia de otras bacterias que si pueden ser un potencial peligro de contaminación. Los coliformes provienen de las heces fecales humanas o de animales de sangre caliente.

El grupo coliforme está constituido por bacilos aerobios y anaerobios facultativos, gran negativos, no esporulados que producen ácido o gas en la fermentación de la lactosa (Villegas, 1995)<sup>31</sup>.

Para la toma de muestras para el análisis microbiológico, se deben cumplir las siguientes características:

- Recipiente esterilizado
- Muestra representativa
- Evitar la contaminación
- Análisis inmediato
- Muestra conservarse entre 0 y 10 °C

#### **2.2.3. TRATAMIENTO Y DESINFECCION DE LIXIVIADOS**

##### **2.2.3.1. TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS**

###### **- *Procesos aerobios***

Para el tratamiento de lixiviados jóvenes y viejos, resulta muy exitoso la aplicación de tratamientos biológicos aerobios. El caso mas común de

---

<sup>31</sup> VILLEGAS, Francisco; Evaluacion y Control de la Contaminacion;1995

tratamiento de lixiviados es mediante lodos activados, que eliminan la DBO, pero también es posible aplicar un sistema de película fija (Henry, 1996)<sup>32</sup>.

En estos procesos también se aplican otros métodos muy efectivos, entre los cuales se nombran los siguientes:

- Sistemas naturales, como lagunas y humedales artificiales.
- Evaporación con energía proveniente de biogás
- Recirculación de lixiviados
- Sistemas de membranas.

- ***Procesos anaerobios***

La aplicación de tratamientos anaerobios, favorece a la menor producción de lodos, menor necesidad de energía y costos bajos (Henry, 1996)<sup>33</sup>.

### **2.2.3.2. DESINFECCION DE LIXIVIADOS**

El objetivo de la desinfección es eliminar organismos patógenos presentes en el agua, utilizando como indicadores específicos a los coliformes fecales y totales. La presencia de coliformes fecales en el agua es un indicativo de contaminación humana o por residuos de animales. Las metodologías de desinfección mas conocidas son:

- Cloro
- Ozono
- Dióxido de cloro
- Radiación ultravioleta

En el caso del agua residual, por los valores de DBO se debe hacer un tratamiento previo para oxidar este parámetro. Para la eliminación de bacterias se aplica la radiación

---

<sup>32</sup> HENRY, J. Glumm; Ingeniería Ambiental; 1996

<sup>33</sup> IBIDEM

ultravioleta. Esta metodología, mediante la exposición del líquido a una radiación de 200 a 390 nm, libera al agua de patógenos (Kiely, 1999)<sup>34</sup>.

## **CAPITULO 3: PARQUE ITCHIMBIA**

### **3.1. PROCESO DE GENERACION DE COMPOST EN EL PARQUE ITCHIMBIA.**

Para la generación de Compost en el Parque Itchimbia se ha dispuesto dos lugares en el interior del parque para este fin, la ubicación de la compostera A, la ubicación de la compostera B.

El procedimiento que se realiza para la generación de Compost, está detallado en el Manual de Capacitación del Personal, realizado en el Parque Itchimbia. Según esta actividad, se conocen a detalle los cinco pasos fundamentales para la Elaboración de Compost (Manual de capacitación al personal del Parque Itchimbia, 2009)<sup>35</sup>.

**PRIMER PASO:** Extracción de materia orgánica de podas, limpieza y otros.

- La materia orgánica que se necesita es obtenida de todos los restos de hojas de césped y raíces que son acumulados en las Composteras.
- Después de contar con la materia prima necesaria, se clasifica el material que se puede descomponer mediante el proceso de compostaje.
- Por último, se retiran los tallos que sobrepasan el grosor de un marcador.

---

<sup>34</sup> KEILY, Gerard; ingeniería Ambiental: Fundamentos en tornos, tecnologías y sistemas de gestión; 1999

<sup>35</sup> Manual de capacitación al personal del parque Itchimbia; Reforestación con especies nativas y manejo ambiental en el Parque Itchimbia, 2009.

**SEGUNDO PASO:** Picado y acumulado de materia orgánica.

- Se pica toda la materia prima recolectada luego de la debida clasificación, se realiza hasta que tengan 20 cm de largo para que el proceso de descomposición se mas rápido.
- Se acumula en un lugar para que se evapore y reduzca la humedad el volumen de tres a cinco días expuestas al sol y haciendo virajes diarios.
- La organización de cada montículo de compostaje, esta organizado por capas, las cuales van apiladas hasta formar un montículo de un metro de altura, la primera capa va compuesta por 17 libras de cascaras de naranjas, la segunda capa de 28 libras de césped y la última capa de 45 libras de estiércol, esto hasta alcanzar la altura ya mencionada.
- En la parte central del montículo, se colocará un tubo perforado por medio del cual se dará la aireación adecuada para el proceso de compostaje.

**TERCER PASO:** Viraje de materia acumulada en proceso de descomposición.

- Se realizaran virajes semanales consiguiendo que al cabo de de tres o cuatro mes el compost este totalmente adecuado para usarlo como abono para el suelo del parque.
- Una de las características que manifiesta que el compost está listo, es que en la cama de descomposición empiezan a crecer plantas de las semillas que han resistido el proceso de descomposición.

**CUARTO PASO:** Extraccion de abono orgnico y almacenamiento.

- Finalmente se coloca el compost en costales y se guarda en una bodega con protección contra la lluvia y el sol, para evitar la perdida de nutrientes.
- La capacidad de producción de compost en el Parque Itchimbia es de aproximadamente cuatro toneladas de compost de buena calidad.

**QUINTO PASO:** Riego y mantenimiento de camas de compostaje.

- Se realiza un riego secuencial, dependiendo del clima, de dos a tres veces por semana hasta ir reduciendo la cantidad.
- Mantener limpio de plantas los alrededores de las composteras, para que no invadan la zona del compostaje e interrumpen el proceso de descomposición.
- Se debe mantener limpio de material inorgánico que pueda atraer vectores.

### **3.2. ORGANIZACIÓN DE LAS COMPOSTERAS DE PARQUE ITCHIMBIA**

Las dos composteras existentes en el Parque Itchimbia están ubicadas en la parte oriental del parque. Cada una tiene la capacidad de producir cerca de una tonelada mensual de compost. Cada compostera está formada por un área de acopio de la materia prima que va a ser utilizada y tres sub-composteras, las cuales están divididas en cinco etapas de volteo.

Las composteras mantiene un proceso de compostaje adecuado, cumple con las fases principales, mesofílico y termofílico, la temperatura promedio de las composteras se mantiene en la fase mesofítica entre los 30 y 35 °C, mientras que en la fase termofílica la temperatura esta entre los 55 a 70 ° C. La humedad promedio de las composteras es del 45% y el pH es de 7.5.

Al finalizar el proceso de compostaje, el material ya procesado pasa a un área de embodegado y empacado, el cual posteriormente será aplicado en el suelo del parque, especialmente en áreas donde recién se ha reforestado.

### **3.3. CARACTERIZACION DEL COMPOST GENERADO EN EL PARQUE ITCHIMBIA**

Según los análisis realizados en el Laboratorio de Suelos y Aguas del Servicio Ecuatoriano de Sanidad Agropecuaria, de una muestra del compost que se genera en

el Parque, se obtuvieron parámetros más altos de los permitidos para la generación de compost. Los parámetros con los resultados obtenidos, se detallan en el ANEXO 1.

#### **3.4. GENERACION DE LIXIVIADOS EN EL PARQUE ITCHIMBIA.**

La generación de lixiviados en el Parque Itchimbia esta directa y únicamente ligada a la actividad de compostaje que se lleva a cabo ahí. Los lixiviados generados de las composteras del Parque provienen del material que se dispone para el compostaje. Los materiales utilizados para esta actividad son estiércol de ganado proveniente del Camal de la ciudad de Quito, desperdicios orgánicos de los restaurantes que se encuentra dentro del Parque y la poda del césped y plantas que se encuentran en el mismo lugar. La generación de lixiviados depende mucho de la estación climatológica, principalmente de la precipitación, puesto que el lugar donde se realiza la actividad de compostaje no está cubierta.

La generación semanal de lixiviados es aproximadamente de 10 litros, los cuales son recolectados en tanques donde se procedió a tomar las muestra.

## **CAPITULO 4: METODOLOGIA**

### **4.1. MATERIALES Y METODOS**

#### **4.1.1. MATERIALES**

##### **4.1.1.1. Materiales y equipos de laboratorio y campo.**

- Conos Imhoff
- Vasos de Precipitación
- Pipetas graduadas (1mL y 5mL)
- Balón de 50mL
- Celdillas (HACH)
- Papel filtro
- Embudos
- Botellas plásticas de 2L
- Guantes de látex
- Agua destilada
- Mandil
- Mascarilla
- Paños
- Tubos PVC
- Regadera
- Valdez de 25 galones
- Tanques de 50 galones
- Madera
- Geomembrana
- Refrigeradora
- HACH DR/4000U Spectrophotometer
- Termómetro
- Multiparámetros THERMO Orion 5 Stars
- Balanza eléctrica
- Estufa

#### **4.1.1.2. Reactivos**

- Nitriver 3
- Nitriver 5

#### **4.1.2. METODOS**

##### **4.1.2.1. FASE DE CAMPO.**

Para la recolección de lixiviados de las composteras del Parque Itchimbia, en primer lugar se cavaron canaletas a lo largo de cada fase de compostaje, con dirección a una canaleta principal que está a favor de la pendiente, desembocando en un tanque recolector de muestras.

Para la adaptación de los tanques recolectores, se utilizó recipientes de pintura de 25 galones con medida, el cual consta de una tapa impermeabilizada para evitar el paso del agua de lluvia al tanque, y así evitar que esta se mezcle con el lixiviado recolectado.

Para la recolección de lixiviados también se adaptaron tubos PVC de 4 pulgadas de diámetro y 80 cm de largo, con un orificio en la mitad de la longitud del tubo para permitir solo el paso de lixiviados una hora después de haber humedecido las composteras o después de la lluvia.

La parte de ingreso del lixiviado al tubo PVC, se impermeabilizó con geomembrana, con el fin de que el lixiviado ingrese rápido al tubo y no filtre a las capas internas del suelo.

La recolección de las muestras se realiza en los tanques de 50 galones para el acopio del lixiviado recolectado de cada compostera. La muestra se toma en botellas plásticas de 2 litros de capacidad con su respectiva tapa.

Después de la toma de muestra, los lixiviados son enviados a los respectivos laboratorios para los análisis requeridos para su caracterización.



*FOTO 1: Tanques recolectores con la tubería por donde pasan los lixiviados, tapa de madera cubierta con geomembrana para evitar el paso de la lluvia al tanque.*

#### 4.1.2.2. FASE DE LABORATORIO

Para el análisis de los parámetros físico – químicos de los lixiviados generados en las composteras del Parque Itchimbia se acudió a varios métodos de laboratorio.

A continuación se citan los parámetros con el respectivo método de análisis aplicado para la definición de los parámetros que se requieren para esta caracterización.

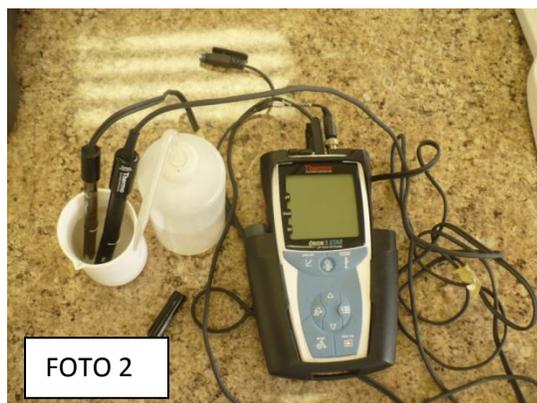
TABLA 6: *Parámetros físico – químicos analizados para la caracterización de lixiviados, con el respectivo detalle del método aplicado y el instrumento de medición.*

<b>PARAMETRO</b>	<b>INTRUMENTO / METODO</b>
<b>pH</b>	Multiparametros THERMO Orion 5 Stars
<b>Conductividad</b>	Multiparametros THERMO Orion 5 Stars
<b>Solidos Suspendidos</b>	Metodo Gravimetrico
<b>Solidos Sedimentables</b>	Metodo Gravimetrico Conos Imhoff
<b>Solidos Disueltos</b>	Metodo Gravimetrico
<b>Nitratos</b>	HACH DR/4000U Spectrophotometer
<b>Nitritos</b>	HACH DR/4000U Spectrophotometer
<b>Color</b>	HACH DR/4000U Spectrophotometer
<b>Turbidez</b>	HACH DR/4000U Spectrophotometer
<b>Aceites y Grasas</b>	Laboratorio CENTROCESAL APHA 5520 - D
<b>DQO</b>	Laboratorio CENTROCESAL APHA 5220
<b>DBO</b>	Laboratorio CENTROCESAL APHA 5220
<b>Nitrogeno Total</b>	Laboratorio CENTROCESAL KJELDAHL

Para la determinación del pH, Conductividad y los Sólidos Disueltos, la medición se realizó en una muestra de 100mL previamente filtrada, utilizando el Multiparámetros en el Laboratorio de Química de la facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK.

FOTO 2: *Multiparámetros utilizado para las mediciones de pH, conductividad y sólidos disueltos.*

FOTO 3: *Equipo HACH 4000 spectrophotometer utilizado para la determinación de nitritos, nitratos, color, turbidez.*



La determinación de Aceites y Grasa, y DBO5 se realizaron en el CENTRO DE SOLUCIONES ANALITICAS INTEGRALES CENTROCESAL Cia. Ltda. con 1L de muestra.

Los procedimientos aplicados para los Sólidos Sedimentables, Suspendidos y Disueltos, Color, Turbidez, pH, Conductividad, Nitratos y Nitritos se realizaron en el Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK. A continuación se describen los procedimientos para la determinación de los parámetros.

- La medición de los Nitritos se realizó mediante el método de Diazotización de USEPA.
- El método que se aplicó para la turbidez es el de Radiación Atenuante.
- La cantidad de Nitratos presentes en el lixiviado se analizó aplicando en Método de Cromatografía Ácida.

- el parámetro color fue analizado aplicando el método ADMI Ponderado.
- El método Gravimétrico se utilizó para Sólidos Sedimentables, Disueltos y Suspendidos

La metodología aplicada para la recolección de muestras de lixiviados que van a ser analizados microbiológicamente, se ha llevado según los requerimientos del laboratorio. Las muestras han sido recolectadas en envases limpios y esériles, para evitar cualquier tipo de contaminación externa.

Las muestras recolectadas, han sido enviadas a un laboratorio especializado para el respectivo análisis de coliformes totales y fecales.

La metodología aplicada para el análisis de los coliformes presentes en los lixiviados es el Recuento Estándar en Placa. El laboratorio que se encargo del análisis microbiológico de los lixiviados fue AGRODIAGNOSTIC.

## CAPITULO 5: RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS

### 5.1. RESULTADOS

En este capítulo se registra los resultados obtenidos del análisis de las muestras de lixiviados tomando una muestra semanal , en total se han caracterizado 6 muestras de las composteras del Parque Itchimbia. Se detallaran los parámetros, la medición obtenida y los valores permisibles tanto de los parámetros físico – químicos como de los microbiológicos.

#### 5.1.1. COMPOST

TABLA 7: *Resultados obtenidos del análisis del compost elaborado en las composteras del Parque Itchimbia, en el Laboratorio de Suelos y Aguas del Servicio Ecuatoriano de Sanidad Agropecuaria.*

RESULTADOS DEL ANALISIS DELCOMPOST ELABORADO EN EL PARQUE ITCHIMBIA				
PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	LIMITES PERMISIBLES	CUMPLIMIENTO
pH	-	8.24	8.1	NO CUMPLE
TEMPERATURA	° C	45	70	SI CUMPLE
MATERIA ORGANICA	%	20.45	<2.0	NO CUMPLE
NITROGENO TOTAL	%	1.02	<0.31	NO CUMPLE
FOSFORO	PPM	50	<21	NO CUMPLE
POTASIO	cmol/Kg	6.13	<0.4	NO CUMPLE
CALCIO	cmol/Kg	12.25	<3.0	NO CUMPLE
MAGNESIO	cmol/Kg	4.94	<0.66	NO CUMPLE
HIERRO	PPM	56.5	<41	NO CUMPLE
MANGANESO	PPM	23	<16	NO CUMPLE
COBRE	PPM	5.4	<4.1	NO CUMPLE
ZINC	PPM	27.5	<6.1	NO CUMPLE

Los resultados del análisis del compost fueron realizados en el Laboratorio de Suelos y Aguas del Servicio Ecuatoriano de Sanidad Agropecuaria.

### **5.1.2. PARAMETROS FISICO -QUIMICOS**

Como se menciona anteriormente, los parámetros físico - químicos que se han analizado para la caracterización de lixiviados son: pH, Conductividad, Color, Turbidez, DBO, Sólidos Suspendidos, Sólidos Sedimentables, Sólidos Disueltos, Aceites y Grasas, Nitratos y Nitritos.

Para el análisis de estos parámetros, parte de las muestras que fueron enviadas al CENTRO DE SOLUCIONES ANALITICAS INTEGRALES CENTROCESAL Cia. Ltda. y el resto de los parámetros fueron analizados en el Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias ambientales de la Universidad Internacional SEK.

Los resultados emitidos por el CENTROCESAL Cia. Ltda. están adjuntos en los ANEXOS 2 - 4. Mientras que los resultados obtenidos en los análisis en el Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK se detallan a continuación.

TABLA 7: Resultados de los análisis físico – químicos y microbiológicos de la primera muestra de lixiviados generados en las composteras del Parque Itchimbia (30-JUNIO-2009).

PRIMERA MUESTRA RECOLECTADA EN LAS COMPOSTERAS DEL PARQUE ITCHIMBIA EL 30 DE JUNIO DEL 2009				
PARAMETRO	LABORATORIO	UNIDAD	MEDICION	LIMITES PERMISIBLES (TULAS)
<b>PARAMETROS FISICO - QUIMICOS</b>				
<b>SOLIDOS SUSPENDIDOS</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	mg/L	1.1	220
<b>SOLIDOS SEDIMENTABLES</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	mL/L	1	20
<b>SOLIDOS DISUELTOS</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	mg/L	1104	1000
<b>COLOR</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	Unit. Pt Co	3350	100
<b>TURBIDEZ</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	NTU	172	50
<b>pH</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	-	8.23	6 a 9
<b>CONDUCTIVIDAD</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	us/cm	1300	2000
<b>NITRATOS</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	mg/L N-No-3	0	10
<b>NITRITOS</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	mg/L NO-2	0	1
<b>DQO</b>	Centro de Soluciones Analíticas Integrales CENTROCESAL Cia. Ltda	mg/L	478.5	500
<b>ACEITES Y GRASAS</b>	Centro de Soluciones Analíticas Integrales CENTROCESAL Cia. Ltda	mg/L	<10	100
<b>PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS</b>				
<b>DBO</b>	Centro de Soluciones Analíticas Integrales CENTROCESAL Cia. Ltda.	mg/L	53.6	250
<b>NITROGENO TOTAL</b>	Centro de Soluciones Analíticas Integrales CENTROCESAL Cia. Ltda.	%	1.88	40
<b>COLIFORMES FECALES</b>	AGRODIAGNOSTIC Soluciones Agro Ambientales	UFC/mL	0	<1000
<b>COLIFORMES TOTALES</b>	AGRODIAGNOSTIC Soluciones Agro Ambientales	UFC/mL	12 x 10 <sup>3</sup>	<5000

TABLA 8: Resultados de los análisis físico – químicos y microbiológicos de la segunda muestra de lixiviados generados en las composteras del Parque Itchimbia (01-JULIO-2009).

PRIMERA MUESTRA RECOLECTADA EN LAS COMPOSTERAS DEL PARQUE ITCHIMBIA EL 01 DE JULIO DEL 2009				
PARAMETRO	LABORATORIO	UNIDAD	MEDICION	LIMITES PERMISIBLES (TULAS)
<b>PARAMETROS FISICO - QUIMICOS</b>				
<b>SOLIDOS SUSPENDIDOS</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	mg/L	1	220
<b>SOLIDOS SEDIMENTABLES</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	mL/L	2	20
<b>SOLIDOS DISUELTOS</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	mg/L	625	1000
<b>COLOR</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	Unit. Pt Co	5950	100
<b>TURBIDEZ</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	NTU	182	50
<b>pH</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	-	8.18	6 a 9
<b>CONDUCTIVIDAD</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	us/cm	1250	2000
<b>NITRATOS</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	mg/L N-No-3	0	10
<b>NITRITOS</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	mg/L NO-2	0	1
<b>DQO</b>	Centro de Soluciones Analíticas Integrales CENTROCESAL Cia. Ltda	mg/L	126.6	500
<b>ACEITES Y GRASAS</b>	Centro de Soluciones Analíticas Integrales CENTROCESAL Cia. Ltda	mg/L	<10	100
<b>PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS</b>				
<b>DBO</b>	Centro de Soluciones Analíticas Integrales CENTROCESAL Cia. Ltda.	mg/L	38	250
<b>NITROGENO TOTAL</b>	Centro de Soluciones Analíticas Integrales CENTROCESAL Cia. Ltda.	%	1.76	40
<b>COLIFORMES FECALES</b>	AGRODIAGNOSTIC Soluciones Agro Ambientales	UFC/mL	0	<1000
<b>COLIFORMES TOTALES</b>	AGRODIAGNOSTIC Soluciones Agro Ambientales	UFC/mL	11 x 10 <sup>4</sup>	<5000

TABLA 9: Resultados de los análisis físico – químicos y microbiológicos de la tercera muestra de lixiviados generados en las composteras del Parque Itchimbia (06-JULIO-2009).

PRIMERA MUESTRA RECOLECTADA EN LAS COMPOSTERAS DEL PARQUE ITCHIMBIA EL 06 DE JULIO DEL 2009				
PARAMETRO	LABORATORIO	UNIDAD	MEDICION	LIMITES PERMISIBLES (TULAS)
<b>PARAMETROS FISICO - QUIMICOS</b>				
<b>SOLIDOS SUSPENDIDOS</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	mg/L	0.76	220
<b>SOLIDOS SEDIMENTABLES</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	mL/L	2	20
<b>SOLIDOS DISUELTOS</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	mg/L	597	1000
<b>COLOR</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	Unit. Pt Co	1986	100
<b>TURBIDEZ</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	NTU	80	50
<b>pH</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	-	7.87	6 a 9
<b>CONDUCTIVIDAD</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	us/cm	1683	2000
<b>NITRATOS</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	mg/L N-No-3	0	10
<b>NITRITOS</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	mg/L NO-2	0	1
<b>DQO</b>	Centro de Soluciones Analíticas Integrales CENTROCESAL Cia. Ltda	mg/L	316.7	500
<b>ACEITES Y GRASAS</b>	Centro de Soluciones Analíticas Integrales CENTROCESAL Cia. Ltda	mg/L	<10	100
<b>PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS</b>				
<b>DBO</b>	Centro de Soluciones Analíticas Integrales CENTROCESAL Cia. Ltda.	mg/L	95.4	250
<b>NITROGENO TOTAL</b>	Centro de Soluciones Analíticas Integrales CENTROCESAL Cia. Ltda.	%	1.84	40
<b>COLIFORMES FECALES</b>	AGRODIAGNOSTIC Soluciones Agro Ambientales	UFC/mL	0	<1000
<b>COLIFORMES TOTALES</b>	AGRODIAGNOSTIC Soluciones Agro Ambientales	UFC/mL	9 x 10 <sup>3</sup>	<5000

TABLA 10: Resultados de los análisis físico – químicos y microbiológicos de la cuarta muestra de lixiviados generados en las composteras del Parque Itchimbia (13-JULIO-2009).

PRIMERA MUESTRA RECOLECTADA EN LAS COMPOSTERAS DEL PARQUE ITCHIMBIA EL 13 DE JULIO DEL 2009				
PARAMETRO	LABORATORIO	UNIDAD	MEDICION	LIMITES PERMISIBLES (TULAS)
<b>PARAMETROS FISICO - QUIMICOS</b>				
<b>SOLIDOS SUSPENDIDOS</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	mg/L	0.75	220
<b>SOLIDOS SEDIMENTABLES</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	mL/L	0.1	20
<b>SOLIDOS DISUELTOS</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	mg/L	586	1000
<b>COLOR</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	Unit. Pt Co	261	100
<b>TURBIDEZ</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	NTU	98	50
<b>pH</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	-	7.84	6 a 9
<b>CONDUCTIVIDAD</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	us/cm	1192	2000
<b>NITRATOS</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	mg/L N-No-3	0	10
<b>NITRITOS</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	mg/L NO-2	2	1
<b>DQO</b>	Centro de Soluciones Analíticas Integrales CENTROCESAL Cia. Ltda	mg/L	516.4	500
<b>ACEITES Y GRASAS</b>	Centro de Soluciones Analíticas Integrales CENTROCESAL Cia. Ltda	mg/L	<10	100
<b>PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS</b>				
<b>DBO</b>	Centro de Soluciones Analíticas Integrales CENTROCESAL Cia. Ltda.	mg/L	156.6	250
<b>NITROGENO TOTAL</b>	Centro de Soluciones Analíticas Integrales CENTROCESAL Cia. Ltda.	%	1.87	40
<b>COLIFORMES FECALES</b>	AGRODIAGNOSTIC Soluciones Agro Ambientales	UFC/mL	$3 \times 10^1$	<1000
<b>COLIFORMES TOTALES</b>	AGRODIAGNOSTIC Soluciones Agro Ambientales	UFC/mL	$16 \times 10^3$	<5000

TABLA 11: Resultados de los análisis físico – químicos y microbiológicos de la quinta muestra de lixiviados generados en las composteras del Parque Itchimbia (20-JULIO-2009)

PRIMERA MUESTRA RECOLECTADA EN LAS COMPOSTERAS DEL PARQUE ITCHIMBIA EL 20 DE JULIO DEL 2009				
PARAMETRO	LABORATORIO	UNIDAD	MEDICION	LIMITES PERMISIBLES (TULAS)
<b>PARAMETROS FISICO - QUIMICOS</b>				
<b>SOLIDOS SUSPENDIDOS</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	mg/L	0.76	220
<b>SOLIDOS SEDIMENTABLES</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	mL/L	1.5	20
<b>SOLIDOS DISUELTOS</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	mg/L	1500	1000
<b>COLOR</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	Unit. Pt Co	113	100
<b>TURBIDEZ</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	NTU	391	50
<b>pH</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	-	7.82	6 a 9
<b>CONDUCTIVIDAD</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	us/cm	1234	2000
<b>NITRATOS</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	mg/L N-No-3	0	10
<b>NITRITOS</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	mg/L NO-2	0	1
<b>DQO</b>	Centro de Soluciones Analíticas Integrales CENTROCESAL Cia. Ltda	mg/L	296.8	500
<b>ACEITES Y GRASAS</b>	Centro de Soluciones Analíticas Integrales CENTROCESAL Cia. Ltda	mg/L	<10	100
<b>PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS</b>				
<b>DBO</b>	Centro de Soluciones Analíticas Integrales CENTROCESAL Cia. Ltda.	mg/L	89.4	250
<b>NITROGENO TOTAL</b>	Centro de Soluciones Analíticas Integrales CENTROCESAL Cia. Ltda.	%	2.03	40
<b>COLIFORMES FECALES</b>	AGRODIAGNOSTIC Soluciones Agro Ambientales	UFC/mL	0	<1000
<b>COLIFORMES TOTALES</b>	AGRODIAGNOSTIC Soluciones Agro Ambientales	UFC/mL	15 x 10 <sup>2</sup>	<5000

TABLA 12: Resultados de los análisis físico – químicos y microbiológicos de la sexta muestra de lixiviados generados en las composteras del Parque Itchimbia (27-JULIO-2009).

PRIMERA MUESTRA RECOLECTADA EN LAS COMPOSTERAS DEL PARQUE ITCHIMBIA EL 27 DE JULIO DEL 2009				
PARAMETRO	LABORATORIO	UNIDAD	MEDICION	LIMITES PERMISIBLES (TULAS)
<b>PARAMETROS FISICO - QUIMICOS</b>				
<b>SOLIDOS SUSPENDIDOS</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	mg/L	0.75	220
<b>SOLIDOS SEDIMENTABLES</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	mL/L	0.3	20
<b>SOLIDOS DISUELTOS</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	mg/L	1428	1000
<b>COLOR</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	Unit. Pt Co	2950	100
<b>TURBIDEZ</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	NTU	351	50
<b>pH</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	-	7.7	6 a 9
<b>CONDUCTIVIDAD</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	us/cm	1126	2000
<b>NITRATOS</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	mg/L N-No-3	0	10
<b>NITRITOS</b>	Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK	mg/L NO-2	0	1
<b>DQO</b>	Centro de Soluciones Analíticas Integrales CENTROCESAL Cia. Ltda	mg/L	478.5	500
<b>ACEITES Y GRASAS</b>	Centro de Soluciones Analíticas Integrales CENTROCESAL Cia. Ltda	mg/L	<10	100
<b>PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS</b>				
<b>DBO</b>	Centro de Soluciones Analíticas Integrales CENTROCESAL Cia. Ltda.	mg/L	144.2	250
<b>NITROGENO TOTAL</b>	Centro de Soluciones Analíticas Integrales CENTROCESAL Cia. Ltda.	%	2.11	40
<b>COLIFORMES FECALES</b>	AGRODIAGNOSTIC Soluciones Agro Ambientales	UFC/mL	0	<1000
<b>COLIFORMES TOTALES</b>	AGRODIAGNOSTIC Soluciones Agro Ambientales	UFC/mL	12 x 10 <sup>3</sup>	<5000

Para tener una estimación global de las características de los lixiviados generados en las composteras del Parque Itchimbia, se presenta una tabla resumen con los promedios de los resultados de cada parámetro, incluyendo los datos de los análisis que se hicieron en el CENTROCESAL (ANEXO 2 – 4).

TABLA 13: Promedio de los resultados obtenidos del análisis de lixiviados realizados tanto en el Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK y de los laboratorios independientes donde se realizaron los parámetros microbiológicos y algunos físico - químicos.

PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADO PROMEDIO	LIMITES PERMISIBLES	CUMPLIMIENTO
Solidos Suspendidos	mg/l	0.76	220	SI CUMPLE
Solidos Sedimentables	mL/L	1.25	20	SI CUMPLE
Solidos Disueltos	mg/l	864.5	1000	SI CUMPLE
Color	UPtCo	2468	100	NO CUMPLE
Turbidez	NTU	177	50	SI CUMPLE
pH	-	7.83	6 a 9	SI CUMPLE
Conductividad	us/cm	1242	2000	SI CUMPLE
Nitratos	mg/l N NO-3	0	10	SI CUMPLE
Nitritos	mg/l NO-2	0	1	SI CUMPLE
DQO	mg/l	306.75	500	SI CUMPLE
Aceites y Grasas	mg/l	< 10	100	SI CUMPLE

### 5.1.3. PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS

El análisis de estos parámetros estuvieron a cargo de dos laboratorios, DBO y Nitrógeno Total se analizó en el laboratorio CENTROCESAL Cia. Ltda., mientras que el análisis de Coliformes totales y fecales se realizó en el Laboratorio AGRODIAGNOSTIC. Los resultados obtenidos están adjuntados en los ANEXOS del 5 al 10.

A continuación se propone una tabla con el promedio de los análisis realizados al lixiviado, para estimar las características que se quieren conocer.

TABLA 14: Promedio de los parámetros microbiológicos analizados en las muestras de los lixiviados de las composteras del Parque Itchimbia.

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	LIMITE PERMISIBLES	CUMPLIMIENTO
DBO	mg/L	92.4	250	SI CUMPLE
Nitrogeno Total	%	1.97	40	SI CUMPLE
Coliformes Totales	UFC/mL	$1 \times 10^4$	<1000	NO CUMPLE
Coliformes Fecales	UFC/mL	0	<5000	SI CUMPLE

## 5.2. DISCUSION DE LOS RESULTADOS

Como sabemos, para la evaluación y control de la contaminación de aguas, es de suma importancia conocer los parámetros que sirven para caracterizar física, química y biológicamente dichos líquidos, con el fin de saber cuáles podrían ser los posibles usos que se pueden aplicar o los posibles tratamientos que pueden ser empleados para mejorar las condiciones de las aguas contaminadas para ser descargadas al alcantarillado público.

Para que los resultados sean mejor comprendidos se analizará cada parámetro, comparándolo con las condiciones normales o controlables que son permitidas.

Cuando se menciona a los sólidos suspendidos, se habla de material particulado orgánico o inorgánico, que a menudo son contaminantes naturales y son los que derivan del paso del agua por el material que está en las superficies del suelo. Según el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria, en su libro VI, Anexo 1, referente a la norma de calidad ambiental y descarga de efluentes: Recurso Agua, en la Tabla 11 donde se indican los límites de descarga al sistema de alcantarillado, los límites permisibles en el caso de sólidos suspendidos es de 220 mg/L, de acuerdo a los resultados obtenidos de los lixiviados generados en la composteras del Parque Itchimbia, presentan un contenido de 0,76 mg/L, el cual no representa una alteración en la descarga de estos al sistema de alcantarillado.

El análisis de los resultados obtenidos de los lixiviados, se citan los sólidos sedimentables que son aquellos tienen un tamaño de partícula correspondiente a 10 micras y que en el transcurso de una hora, sedimentan. De igual manera el Libro VI, Anexo 1, Tabla 11 del

TULAS, nos indican que el valor permisible de sólidos sedimentables es de 20 mL/L. es así que en los resultados obtenidos, la medición de los sólidos sedimentables fue de 1.25 mL/L.

Los sólidos disueltos son otra parte de la caracterización de los lixiviados obtenidos, son los iones de sales minerales que el agua se ha encargado de disolver a su paso, y están ligados a la conductividad de la misma, debido a que cuando estos aumentan, la conductividad del agua tiende a aumentar. Los resultados que se obtuvieron de las muestras de lixiviados fue 864.5 mg/L. los cuales se encuentran dentro de los límites máximos permisible, ya que el límite que se indica en el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria es de 1000 mg/L. La conductividad presenta un resultado de 1242 uS/cm.

La caracterización del color y la turbidez, presentaron resultados de 2468 U Pt Co y 177 NTU respectivamente. Según la normativa aplicada en este caso, el texto unificado de Legislación Ambiental, los resultados obtenidos sobrepasan los límites establecidos por la norma. Hay que tomar en cuenta en el caso del color, que este parámetro no siempre es un indicativo de contaminación del agua

Uno de los parámetros químicos mas importantes que debe ser analizado es el potencial hidrogeno (pH), que es el que expresa el grado de alcalinidad o acidez que presenta el liquido analizado, en este caso el lixiviado. El pH que presenta la muestra es de 7,83 lo que nos indica que se trata de un lixiviado neutro acercándose a la basicidad. Comparando con el límite máximo permisible establecido en el TULAS, el pH de la muestra se encuentra dentro del indicador permisible que está entre 6 – 9.

Los nitratos y nitritos analizados dieron como resultado cero, por lo que se encuentran dentro de los límites permisibles que indica el TULAS, Libro VI, Anexo 1.

El DQO, que presenta el lixiviado analizado es 306.75 mg/L, este parámetro tomando en cuenta los límites que expresa el TULAS, está bajo el rango permitido, que es 500 mg/L.

Los aceites y grasas representan el 10% de la materia orgánica de las aguas residuales, su biodegradación es muy lenta. La evaluación realizada ha dado como resultado la presencia de grasas en concentraciones de <10 mg/L.

En el caso de los parámetros microbiológicos analizados se encuentran los coliformes totales y fecales, según los resultados obtenidos y el TULAS, la ausencia no representa un potencial peligro de contaminación del lixiviado por presencia de estos agentes.

La demanda bioquímica de oxígeno, mide la cantidad de oxígeno consumido por los microorganismos para oxidar la materia orgánica, se encuentra un valor muy superior al límite exigido por el TULAS.

Y por último el nitrógeno total, según lo especificado en el Texto Unificado de Legislación Ambiental, está por debajo de los límites máximos permisibles.

Los parámetros microbiológicos analizados, han presentando valores bajo en rango establecido por el texto Unifica de Legislación Ambiental Secundaria en el Libro VI, especificado en la Tabla 1.

Analizando en general los resultados obtenidos, el lixiviado generado en las composteras del Parque Itchimbia no aportará beneficiosamente al compost, sin embargo existen dos opciones que pueden tomarse en cuenta, descargar al sistema de alcantarillado y para humedecer las camas del proceso de compostaje.

El análisis realizado al Compost del Parque Itchimbia, nos indica en sus resultados que las características físico – químicas que presenta, no cumplen los rangos establecidos por el Laboratorio de Suelos Y Aguas del Servicio Ecuatoriano de Sanidad Agropecuaria, del Ministerio de Agricultura y Ganadería.

## CAPITULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. CONCLUSIONES

- Los lixiviados que se generan en el Parque Itchimbia, presentan características físico – químicas y microbiológicas que no beneficiarán al compost que se produce. En el caso de recircularlo en las composteras, el lixiviado no contribuirá al mejoramiento de la calidad de producto final del proceso de compostaje. Pero sin embargo, existe la posibilidad de usar el lixiviado generado con el fin de humedecer las camas de las composteras.
- La precipitación es un factor del cual depende la generación de lixiviados, los meses que presentan mayores precipitaciones son marzo y abril, por lo tanto la generación de lixiviado durante estos meses será mayor.
- Las condiciones en las que se encuentran las composteras del Parque Itchimbia no son las adecuadas para la elaboración de un compost de calidad, porque la infraestructura necesaria para esta actividad, las composteras no están sobre un piso impermeabilizado, el cajón de acopio de la materia prima no tiene el techado adecuado y no se controlan los parámetros de temperatura, humedad y pH, requeridos para conocer el estado del proceso de compostaje.
- La preocupación principal ante la oportunidad de recircular el lixiviado que se genera, es la presencia de patógenos que puedan causar afecciones a la gente que visita el Parque, debido a que el fin del compost es mejorar las condiciones del suelo para continuar con la campaña de reforestación. Según lo analizado, se concluye que este lixiviado generado no representa un peligro en el caso de ser reutilizado.
- Debido a que los lixiviados no serian los más recomendados para mejorar las condiciones del compost, pueden ser descargados en el sistema de alcantarillado, pero con un tratamiento previo para cumplir las condiciones establecidas en la normativa que se aplica para aguas de desecho. El tratamiento previo que se quiera aplicar estaría enfocado en la reducción del parámetro de color que contiene el lixiviado, este podría ser un filtro de carbón activado.

- El licor microbiológico también necesita condiciones favorables del lixiviado para ser elaborado, como la cantidad de microorganismo existentes para que puedan colaborar con el proceso de compostaje.
- Debido a la ubicación de las composteras, el terreno donde están ubicadas y las condiciones físicas del lugar donde se realiza este proceso, el lixiviado no llega al sistema de alcantarillado de la ciudad, esto ocurre debido a que no existe ninguna cobertura previa del terreno con geomembrana para evitar la infiltración de los lixiviados en el suelo.
- El líquido generado de los centros de acopio de cada compostera, no es lixiviado, es agua del lavado del material que ahí se acopia, este presenta características contaminantes ya que puede estar compuesto de los patógenos que se encuentran tanto en el estiércol que se utiliza como en los desechos orgánicos de los restaurantes del Parque.
- La cantidad de lixiviado generado durante los meses de Junio y Julio fue de aproximadamente de 50 litros, por la falta de precipitación. Pero la cantidad aumenta con el aumento de precipitación, por tal razón la generación de lixiviados va a aumentar en los meses más lluviosos.

## **6.2. RECOMENDACIONES**

La producción de compost requiere de varios controles como mantener la temperatura de las camas de compostaje, la humedad adecuada y las condiciones del pH apropiado para que el proceso sea exitoso. Es por esta razón que es recomendable que se realice un control de estos parámetros para que el compost sea de mejor calidad.

Los meses con mayor cantidad de precipitación, se producirá más cantidad de lixiviados, es importante que se construya una cubierta para evitar la generación de agua de lavado del material que se acopia para ser compostado.

En el caso de que se decida descargar los lixiviados en el sistema de alcantarillado, debe haber un tratamiento previo para reducir los valores de los parámetros que se encuentran sobre la norma.

Como última recomendación, en el caso de querer mejorar las condiciones del compost se deberán adicionar nutrientes que mejoren la actividad descomponedora de los microorganismos. Y mantener las condiciones necesarias para que el producto del proceso de compostaje sea exitoso.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- SEOANEZ, Mariano; Manual de Tratamiento, reciclado, aprovechamiento y gestión de las aguas residuales de las industrias agroalimentarias; Ediciones Mundi-Prensa, 2003, Madrid – España.
- KIELY, Gerard, Ingeniería Ambiental: Fundamentos en tornos, tecnologías y sistemas de gestión: Mc Graw Hill, Vol. II: 1ra Edición: Madrid – España.
- VILLEGAS, Francisco; Evaluación y control de la contaminación; Editorial EUN; 1995; 1ra Edición; Bogotá – Colombia.
- HENRY, J. Glunn; Ingeniería Ambiental; Pearson, 2da. Edición;1996; México D.F. – México.
- ROCA, Lali; Perspectiva Ambiental 29; Compostaje; Fundación Terra; 2003; Barcelona – España.
- Ministerio de Medio Ambiente de España; Manual básico para hacer compost, 2004; Madrid – España.
- CORAL, Katty; Control de la contaminación de Aguas Residuales;
- JENKINS, David; Química del Agua: Manual de Laboratorio; Editorial LIMUSA; 3ra. Edición; 1980; México D.F. – México.
- MANAHAN, Stanley; Introducción a la Química Ambiental; Editorial REVERTE UNAM; 1ra. Edición; 2007; México D.F. – México.
- DAVIS, Mackensie; Ingeniería y Ciencias Ambientales; Mc Graw Hill; 1ra. Edición; 2005; México D.F. – México.
- CASTILLO, Francisco; Biotecnología Ambiental; Editorial TEBAR;1ra. Edición; 2005; Madrid – España.
- Manual de Capacitación al personal del Parque Itchimbia; Reforestación con especies nativas y manejo ambiental en el Parque Itchimbia; 2009.
- BERNAL, Dana; Seminario de producción de Compost y Biocombustible; 2008; Santiago – Chile.
- PEREZ, Alodia; manual de Compostaje; Amigos de la Tierra; Primera Edición; 2008; Madrid – España .
- ROCA, Loli; Compostaje; Perspectiva Ambiental 29; 2003; Barcelona – España.

- MORILLO, Fernanda; Estudio de los Reactores UASB para el Tratamiento de Lixiviados del Relleno Sanitario la Esmeralda, Universidad Nacional de Colombia; 2006; Manizales - Colombia.

## 8. ANEXOS

## ANEXO 1



**MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA**  
**SERVICIO ECUATORIANO DE SANIDAD AGROPECUARIA**  
 Vía Interocéanica Km. 14 Granja del MAG Tumbaco Teléfonos: 2 372-844 Telefax: 2 372-845  
**LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS**  
**INFORME DE ANALISIS**



SESA  
 FCTADOR  
 LABORATORIO DE  
 SUELOS  
 TUMBACO

Remite: ECN. RAMIRO MOREJON. (CONSORCIO C.ECOGESTION.)

Localización: ICHINCHA - QUITO - TUMBACO.

Fecha de ingreso al Laboratorio Tumbaco, Agosto 12 de 2008.

Fecha de informe: Tumbaco, Agosto 22 de 2008.

# de Laboratorio	# de Campo	pH	M.O.	N Total	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	Clase Textural
			%	%	PPM	cmol/kg	cmol/kg	cmol/kg	PPM	PPM	PPM	PPM	
1907	1	8.24	20.45	1.02	50	6.13	12.25	4.94	56.5	23	5.4	27.5	Orgánica.
			C% = 11.86										

**INTERPRETACION DE NIVELES DE CONTENIDO (Sierra)**

M.O.	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
Mat. Org. %	Nitrógeno %	Fósforo PPM	Potasio CMOL/KG	Calcio CMOL/KG	Magnesio CMOL/KG	Hierro PPM	Manganeso PPM	Cobre PPM	Zinc PPM
<1.0	0-0.15	0-10	<2	<1	<0.33	0-20	0-5	0-1	0-3
1.0-2.0	0.16-0.3	11-20	0.2-0.38	1.0-3.0	0.34-0.66	21-40	6-15	1.1-4	3.1-6
>2.0	>0.31	>21	>0.4	>3.0	>0.66	>41	>16	>4.1	>6.1

pH
Acido
Ligeramente Acido
Practicamente Neutro
Ligeramente Alcalino
Alcalino

El resultado de estos análisis se puede repro-  
 ducir totalmente, no de forma parcial.

\_\_\_\_\_  
 Jefe de Laboratorio

ANEXO 1

ANEXOS



## ANEXO 2

ANEXO 1



**CENTRO DE SOLUCIONES ANALITICAS INTEGRALES  
CENTROCESAL Cía. Ltda.**

CENTROCESAL Cía. Ltda.

**AREA QUIMICA**

**INFORME DE RESULTADOS**

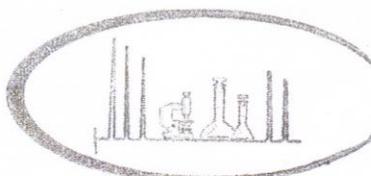
Nombre: **DOMENICA VELASTEGUI** Informe No.: **4207-01-20-07-09-Q**  
 Empresa: **NA** Fecha de informe: **27-Jul-2009**  
 Dirección: **Rodrigo de Triana N26-211 y Orellana** Recepción Laboratorio: **20-Jul-2009**  
 Teléfono: **2221068** Fax:  
 Identificación: **Muestra identificada por el cliente como: LIXIVIADOS**



*Muestras recibidas en el laboratorio. CENTROCESAL se responsabiliza únicamente de los análisis*

**Resultados Analíticos:**

Muestras	Parámetro analizado	Método	Unidades	Resultado
LIXIVIADO COMPOSTERA A	DBO <sub>5</sub>	APHA 5220	mg/L	53.60
	DQO	APHA 5220	mg/L	177.90
	NITRÓGENO TOTAL	KJELDAHL	%	1.88
	ACEITES Y GRASAS	APHA 5520 -D	mg/L	<10
LIXIVIADO COMPOSTERA B	DBO <sub>5</sub>	APHA 5220	mg/L	38.00
	DQO	APHA 5220	mg/L	126.60
	NITRÓGENO TOTAL	KJELDAHL	%	1.76
	ACEITES Y GRASAS	APHA 5520 -D	mg/L	<10



CENTROCESAL Cía. Ltda.

*Dr. Abraham Mañay*  
*[Signature]*

Responsable del análisis

Dr. Germánico Silva M.  
Director Técnico  
CENTROCESAL Cía. Ltda.

Director Técnico

## ANEXO 3

XNEXO 3



**CENTRO DE SOLUCIONES ANALITICAS INTEGRALES  
CENTROCESAL Cia. Ltda.**

**AREA QUIMICA**

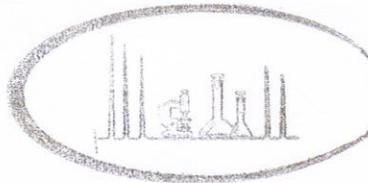
**INFORME DE RESULTADOS**

Nombre: **DOMENICA VELASTEGUI** Informe No.: **4273-01-01-08-09-Q**  
 Empresa: **NA** Fecha de informe: **12-Ago-2009**  
 Dirección: **Rodrigo de Triana N26-211 y Orellana** Recepción Laboratorio: **4-Ago-2009**  
 Teléfono: **2221068** Fax:  
 Identificación: **Muestra identificada por el cliente como: LIXIVIADOS**

*Muestras recibidas en el laboratorio. CENTROCESAL se responsabiliza únicamente de los análisis*

**Resultados Analíticos:**

Muestras	Parámetro analizado	Método	Unidades	Resultado
LIXIVIADO COMPOSTERA 13 AB	DBO <sub>5</sub>	APHA 5220	mg/L	156.60
	DQO	APHA 5220	mg/L	516.40
	NITRÓGENO TOTAL	KJELDAHL	%	1.87
	ACEITES Y GRASAS	APHA 5520 -D	mg/L	<10
LIXIVIADO COMPOSTERA 6 AB	DBO <sub>5</sub>	APHA 5220	mg/L	95.40
	DQO	APHA 5220	mg/L	316.70
	NITRÓGENO TOTAL	KJELDAHL	%	1.84
	ACEITES Y GRASAS	APHA 5520 -D	mg/L	<10



CENTROCESAL Cia. Ltda.

*Dr. Abraham Mañay*

*Dr. Germánico Silva M.*  
 Director Técnico  
 CENTROCESAL Cia. Ltda.

Responsable del análisis

Director Técnico

## ANEXO 4

X NEXO 4



CENTROCESAL Cía. Ltda.

**CENTRO DE SOLUCIONES ANALITICAS INTEGRALES  
CENTROCESAL Cía. Ltda.**

**AREA QUIMICA**

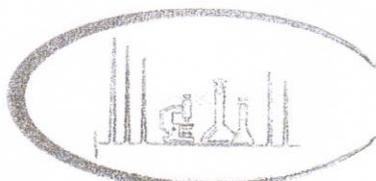
**INFORME DE RESULTADOS**

Nombre: **DOMENICA VELASTEGUI** Informe No.: **4288-01-07-08-09-Q**  
 Empresa: **NA** Fecha de informe: **19-Ago-2009**  
 Dirección: **Rodrigo de Triana N26-211 y Orellana** Recepción Laboratorio: **7-Ago-2009**  
 Teléfono: **2221068** Fax:  
 Identificación: **Muestra identificada por el cliente como: LIXIVIADOS**

*Muestras recibidas en el laboratorio. CENTROCESAL se responsabiliza únicamente de los análisis*

**Resultados Analíticos:**

Muestras	Parámetro analizado	Método	Unidades	Resultado
LIXIVIADO COMPOSTERA 20 AB	DBO <sub>5</sub>	APHA 5220	mg/L	89.40
	DQO	APHA 5220	mg/L	296.80
	NITRÓGENO TOTAL	KJELDAHL	%	2.03
	ACEITES Y GRASAS	APHA 5520 -D	mg/L	<10
LIXIVIADO COMPOSTERA 27 AB	DBO <sub>5</sub>	APHA 5220	mg/L	144.20
	DQO	APHA 5220	mg/L	478.50
	NITRÓGENO TOTAL	KJELDAHL	%	2.11
	ACEITES Y GRASAS	APHA 5520 -D	mg/L	<10



CENTROCESAL Cía. Ltda.

*Dr. Abraham Mañay*

Responsable del análisis

Dr. Germánico Silva M.  
Director Técnico  
CENTROCESAL Cía. Ltda.

Director Técnico



## ANEXO 5



## MICROBIOLOGÍA

### INFORME DE RESULTADOS

NOMBRE DEL CLIENTE: DOMENICA VELASTEGUI  
 EMPRESA: UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK  
 DIRECCIÓN DEL CLIENTE:  
 TELEFONO: 084626071 FAX:

FECHA DE INFORME: 2009-07-24

IDENTIFICACIÓN: LIXIVIADO COMPOSTERA A

#### RESULTADOS:

METODO DE ANÁLISIS: Recuento Estándar en placa

ENSAYO	RESULTADO	UNIDAD
Recuento coliformes totales	12 x 10 <sup>3</sup>	UFC / mL
Recuento coliformes fecales	0	UFC / mL

UFC: UNIDADES FORMADORAS DE COLONIAS.

#### OBSERVACIONES:

De la muestra analizada se desconoce la forma de recolección.

AGRODIAGNOSTIC  
 BIOTECNOLOGÍAS  
 AGRO AMBIENTALES  
 Lic. Karla Garcés

## ANEXO 6



## MICROBIOLOGÍA

### INFORME DE RESULTADOS

NOMBRE DEL CLIENTE: DOMENICA VELASTEGUI  
 EMPRESA: UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK  
 DIRECCIÓN DEL CLIENTE:  
 TELEFONO: 084626071 FAX:

FECHA DE INFORME: 2009-07-24

IDENTIFICACIÓN: LIXIVIADO COMPOSTERA b

#### RESULTADOS:

METODO DE ANÁLISIS: Recuento Estándar en placa

ENSAYO	RESULTADO	UNIDAD
Recuento coliformes totales	11 x 10 <sup>4</sup>	UFC / mL
Recuento coliformes fecales	0	UFC / mL

UFC: UNIDADES FORMADORAS DE COLONIAS.

#### OBSERVACIONES:

De la muestra analizada se desconoce la forma de recolección.

AGRODIAGNOSTICO  
 BIODIVERSIDADES  
 AGROAMBIENTALES

Lic. Karla Garcés



## ANEXO 7



## MICROBIOLOGÍA

### INFORME DE RESULTADOS

NOMBRE DEL CLIENTE: DOMENICA VELASTEGUI  
 EMPRESA: UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK  
 DIRECCIÓN DEL CLIENTE:  
 TELEFONO: 084626071 FAX:

FECHA DE INFORME: 2009-07-24

IDENTIFICACIÓN: LIXIVIADO COMPOSTERA b

#### RESULTADOS:

METODO DE ANÁLISIS: Recuento Estándar en placa

ENSAYO	RESULTADO	UNIDAD
Recuento coliformes totales	$11 \times 10^4$	UFC / mL
Recuento coliformes fecales	0	UFC / mL

UFC: UNIDADES FORMADORAS DE COLONIAS.

#### OBSERVACIONES:

De la muestra analizada se desconoce la forma de recolección.

AGRODIAGNOSTICO  
 BIOTECNOLOGÍAS  
 AGROAMBIENTALES

Lic. Karla Garcés



## ANEXO 8



## MICROBIOLOGÍA

### INFORME DE RESULTADOS

NOMBRE DEL CLIENTE: DOMENICA VELASTEGUI  
 EMPRESA: UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK  
 DIRECCIÓN DEL CLIENTE:  
 TELEFONO: 084626071 FAX:

FECHA DE INFORME: 2009-08-13



IDENTIFICACIÓN: LIXIVIADO COMPOSTERA 13 AB

#### RESULTADOS:

METODO DE ANÁLISIS: Recuento Estándar en placa

ENSAYO	RESULTADO	UNIDAD
Recuento coliformes totales	$16 \times 10^3$	UFC / mL
Recuento coliformes fecales	$3 \times 10^1$	UFC / mL

UFC: UNIDADES FORMADORAS DE COLONIAS.

#### OBSERVACIONES:

De la muestra analizada se desconoce la forma de recolección.

AGRODIAGNOSTIC  
 BIOSERVICIOS  
 AGROAMBIENTALES  
 Lic. Karla Garcés



## ANEXO 9

XINEXO



## MICROBIOLOGÍA

### INFORME DE RESULTADOS

NOMBRE DEL CLIENTE: DOMENICA VELASTEGUI  
EMPRESA: UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK  
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:  
TELEFONO: 084626071 FAX:

FECHA DE INFORME: 2009-08-13



IDENTIFICACIÓN: LIXIVIADO COMPOSTERA 20 AB

#### RESULTADOS:

METODO DE ANÁLISIS: Recuento Estándar en placa

ENSAYO	RESULTADO	UNIDAD
Recuento coliformes totales	15 x 10 <sup>2</sup>	UFC / mL
Recuento coliformes fecales	0	UFC / mL

UFC: UNIDADES FORMADORAS DE COLONIAS.

#### OBSERVACIONES:

De la muestra analizada se desconoce la forma de recolección.

AGRODIAGNOSTICO  
INSTITUCIONES  
AGRO-AMBIENTALES

Lic. Karla Garcés



## ANEXO 10



## MICROBIOLOGÍA

### INFORME DE RESULTADOS

NOMBRE DEL CLIENTE: DOMENICA VELASTEGUI  
EMPRESA: UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK  
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:  
TELEFONO: 084626071 FAX:

FECHA DE INFORME: 2009-08-13



IDENTIFICACIÓN: LIXIVIADO COMPOSTERA 27 AB

#### RESULTADOS:

METODO DE ANÁLISIS: Recuento Estándar en placa

ENSAYO	RESULTADO	UNIDAD
Recuento coliformes totales	12 x 10 <sup>3</sup>	UFC / mL
Recuento coliformes fecales	0	UFC / mL

UFC: UNIDADES FORMADORAS DE COLONIAS.

#### OBSERVACIONES:

De la muestra analizada se desconoce la forma de recolección.

AGRODIAGNOSTIC  
LABORATORIO  
AGRO-AMBIENTALES  
Lic. Karla Garcés

