

**TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS PROCEDENTES DEL CASINO  
UBICADO EN EL CENTRO AGROPECUARIO “LA GRANJA” SENA ESPINAL-TOLIMA  
CON MICRORGANISMOS EFICIENTES (EM) PARA LA ELABORACION DE COMPOST  
COMO ALTERNATIVA DE PRODUCCIÓN LIMPIA Y SOSTENIBLE.**

**ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE**

**YONHSON POWER ANDRADE ORDOÑEZ  
OSCAR ALFREDO LASTRA LEÓN**

**Universidad Nacional**

**PROGRAMA DE AGRONOMIA E ING. AGROFORESTAL.**

**CEAD IBAGUÉ**

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA**

**ZONA SUR**

**2014**

## INTRODUCCION

Bajo la consideración del problema ambiental generado por el inadecuado manejo de los residuos orgánicos en la zona, y siguiendo lineamientos establecidos en el centro de investigación y acción psicosocial y comunitaria (CIAPS) en la determinación de situaciones sociales que requieran atención por parte de la comunidad educativa de la universidad Nacional Abierta y a Distancia, se genera la formulación de la propuesta planteada en el Tratamiento de residuos sólidos orgánicos procedentes del casino ubicado en el Centro Agropecuario “La Granja” Sena Espinal-Tolima con microorganismos eficientes como alternativa de producción limpia y sostenible, para lo cual se extrae una muestra representativa de residuos orgánicos, los cuales se van a tratar con EM y posterior al tratamiento poderlos reutilizar como compost útil para las plantas.

Con los resultados obtenidos en esta actividad se espera poder contribuir al fortalecimiento de la comunidad científica en el tratamiento de estos residuos bajo condiciones orgánicas y sin efectos secundarios en el ecosistema, tomando como parametrización el cumplimiento de especificaciones establecidos en la ley 99 de 1993 (artículo 3) como propuesta sostenible a largo plazo.

The logo of the Universidad Nacional Abierta y a Distancia is centered in the background. It features the word "UNAD" in large, stylized letters. The "U" is light blue, "N" is light blue, "A" is yellow, and "D" is yellow. Below the letters are several small, light blue and yellow dots arranged in a pattern. Below the logo, the text "Universidad Nacional Abierta y a Distancia" is written in a light blue, sans-serif font.

Universidad Nacional  
Abierta y a Distancia

## RESUMEN DEL PROYECTO

Este proyecto de investigación quiere darle solución a la problemática ambiental existente con los vertimientos de residuos sólidos orgánicos a campo abierto sin ningún tratamiento apropiado y causando contaminación en las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, así como también con las propiedades del agua tanto superficial como subterráneas de los ecosistemas.

Para dar solución a los vertimientos indiscriminados de residuos a cielo abierto se plantea la utilización de Microorganismos Eficientes y un sistema de tratamiento específico para los residuos orgánicos con parámetros técnicos no contaminantes para el medio ambiente, el cual va a transformar los residuos orgánicos en compost viable para las plantas, como alternativa de producción limpia y sostenible, beneficiaremos a toda la población al reducir los residuos y por ende la eliminación de vectores que proliferan enfermedades, de igual forma mejoraremos las propiedades de los suelos y la economía de los agricultores mediante la aplicación de materia orgánica o compost apto para la nutrición de las plantas y suelo a bajo costo.

Esta implementación es viable al descontaminar el medio ambiente mediante la reducción de residuos orgánicos, además, la producción de compost mejorara las propiedades de los suelos, al aplicar materia orgánica y microorganismos benéficos que establezcan el equilibrio natural de los ecosistemas.

Con este proyecto se va a mejorar:

- El aprovechamiento de los residuos orgánicos.
- Los ecosistemas.
- Calidad de vida de los agricultores.
- Mejores condiciones ambientales para la población.

El tratamiento de los residuos orgánicos es una práctica exitosa, al transformar el residuo en compost, recuperando este recurso y dándole un uso productivo y benéfico en un sistema de producción limpia y sostenible mejorando los recursos naturales de los ecosistemas con los cuales se implementen.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

En los últimos años, diferentes municipios han intentado desarrollar programas de manejo de residuos orgánicos, basados en la tecnología de rellenos sanitarios incluyendo intentos por reciclar residuos que lamentablemente no han ofrecido resultados satisfactorios, por los altos costos de mantenimiento, escaso entorno económico, poca asistencia técnica y mala calidad del compost obtenido como subproducto. Adicionalmente, se poseen muy pocos datos oficiales sobre la cantidad de residuos que se generan, su constitución o estacionalidad. Del mismo modo, tampoco se encuentran disponibles estudios sobre la eficiencia y sustentabilidad de los tratamientos actuales o el impacto que producen al ambiente esos tratamientos.

En la actualidad el problema de los residuos orgánicos es tan grave que generan:

- **Contaminación del Aire:** Cuando se pudren o se descomponen los residuos orgánicos de la basura se llegan a desprender gases tipo invernadero, entre ellos están:
  - Metano (CH<sub>4</sub>). Proviene de la descomposición de la materia orgánica por acción de bacterias; se genera en los rellenos sanitarios; es producto de la quema de basura, de la excreción de animales y también proviene del uso de estufas y calentadores.
  - Óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). Se libera por el excesivo uso de fertilizantes; está presente en desechos orgánicos de animales; su evaporación proviene de aguas contaminadas con nitratos y también llega al aire por la putrefacción y la quema de basura orgánica.
  - Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Es el gas más abundante y el que más daños ocasiona, pues además de su toxicidad, permanece en la atmósfera cerca de quinientos años. Las principales fuentes de generación son: la combustión de petróleo y sus derivados, quema de basura, tala inmoderada, falta de cubierta forestal y la descomposición de materia orgánica.

Estos gases tipos invernadero contribuyen a atrapar el calor generado por los rayos solares en la atmósfera, en un proceso conocido como efecto invernadero. Ese fenómeno contribuye a los cambios climáticos que se presentan actualmente y pueden ser más drásticos que los ocurridos en los últimos cien años.

Todos los gases tipo invernadero son componentes naturales de la atmósfera, pero el problema reside en la elevada concentración de los mismos que hace imposible removerlos de la atmósfera de forma natural.

- **Contaminación del Agua:** El efecto ambiental más serio pero menos reconocido es la contaminación de las aguas, tanto superficiales como subterráneas, por el vertimiento de basura a ríos y arroyos, así como por el líquido percolado (lixiviado), producto de la descomposición de los residuos sólidos en los botaderos a cielo abierto.

Es necesario llamar la atención respecto a la contaminación de las aguas subterráneas, conocidas como mantos freáticos o acuíferos, puesto que son fuentes de agua de poblaciones enteras.

La descarga de residuos sólidos a las corrientes de agua incrementa la carga orgánica que disminuye el oxígeno disuelto, aumenta los nutrientes que propician el desarrollo de vegetación acuática (fitoplancton, algas, buchones, etc.) y dan lugar a la eutrofización, causa la muerte de peces, genera malos olores y deteriora la belleza natural de este recurso. Por tal motivo, en muchas regiones las corrientes de agua han dejado de ser fuente de abastecimiento para el consumo humano o de recreación de sus habitantes.

La contaminación del agua por residuos domésticos modifican su composición química haciéndola inadecuada para el consumo humano, de riego o para la vida de muchos organismos.

Al depositar basura orgánica en el agua, ésta atrae a un gran número de bacterias y protozoarios que se alimentan con esos desechos, su actividad de reproducción aumenta a gran escala y con ello su crecimiento exagerado de la población, en consecuencia consumen un mayor volumen del oxígeno disuelto en el agua; causando la muerte de muchos peces al no tener ese elemento indispensable para realizar el proceso respiratorio. Sin embargo, las bacterias no se afectan porque muchas especies pueden realizar la respiración sin la presencia de oxígeno, es decir, de forma anaerobia. Ese proceso conocido como fermentación ocasiona que el agua se vuelva turbia, que despidan olores fétidos por la presencia de ácido sulfhídrico y metano (productos de la fermentación), y originará la muerte de muchos peces, en ocasiones de importancia económica para el hombre.

En el agua también ocurre la putrefacción de materia orgánica. Con este término se designa la descomposición de proteínas, que es un proceso similar a la fermentación.

Las algas, por otra parte, también aprovechan la presencia de basura orgánica para aumentar su tasa de reproducción y se vuelven tan abundantes que impiden el desarrollo de otros seres vivos.

En los rellenos sanitarios las bacterias descomponen los residuos orgánicos utilizando procesos de respiración aeróbica (con oxígeno) y anaeróbica (sin oxígeno). El líquido resultante se mezcla con el agua de lluvia y otros desechos líquidos y produce una sustancia conocida como aguas de lixiviación. Las aguas de lixiviación se acumulan en la parte inferior de los vertederos y pueden filtrarse hasta llegar a aguas subterráneas contaminándolas.

- **Contaminación del Suelo:** Este recurso es el que de manera directa se ve afectado por el inadecuado manejo de los residuos sólidos, ya que el ser humano ha dispuesto en él a través de los años, los residuos orgánicos generados. Su contaminación ocurre a través de diferentes elementos como los lixiviados, que se filtran a través del suelo, afectando la productividad del mismo y acabando con la micro fauna que habita en él (lombrices, bacterias, hongos, musgos, entre otros.), lo cual lleva a la pérdida de productividad del suelo, aportando así a incrementar el proceso de aridización y/o desertificación del suelo.

La presencia constante de residuos orgánicos en el suelo evita la recuperación de la flora de la zona afectada e incrementa la presencia de plagas y animales que causan enfermedades como son las ratas, las cucarachas, las moscas y zancudos.

Todos los seres vivos presentan un ciclo de vida dentro del cual nacen, crecen, se reproducen y mueren. Durante él, realizan diversos procesos biológicos como la alimentación, la digestión o la reproducción. Cuando se altera el ambiente en el que viven, estos procesos se interrumpen o se llevan a cabo de forma deficiente.

La basura o desechos orgánicos que se arrojan en la naturaleza, modifican sus condiciones y provocan cambios que pueden ir desde la erosión hasta la extinción de las especies.

Los depósitos de basura al aire libre no sólo acaban con el hábitat natural de los organismos, sino que interrumpen los ciclos biogeoquímicos o acaban con los integrantes de las cadenas alimenticias.

Como consecuencia, el ser humano tendrá menos recursos para alimentarse, al buscar nuevas tierras que explotar dañará aún más las condiciones del planeta y además podrá contraer numerosas enfermedades ocasionadas por arrojar basura en el medio natural.

- **Problemas Paisajísticos y Riesgo:** La acumulación en lugares no aptos de residuos trae consigo un impacto paisajístico negativo, además de tener en algunos casos asociados un importante riesgo ambiental, pudiéndose producir accidentes. Aunque el paisajismo no es de los recursos más renombrados, resulta también afectado por la incorrecta disposición de los residuos sólidos, ya que la constante presencia de ellos en lugares expuestos causa un deterioro al paisaje, afectando la salud humana, generando: estrés, dolor de cabeza, problemas psicológicos, trastornos de atención, disminución de la eficiencia laboral y mal humor entre otras dolencias.

Estos efectos obstruyen nuestro diario laborar y afecta nuestra calidad de vida, impide que estemos en armonía con nuestro entorno y afecta a la comunidad en general. El creciente desarrollo urbano y por ende la gran concentración poblacional del país ha generado un deterioro del paisaje y de la calidad de vida, por la falta de cultura en cuanto al manejo de los residuos sólidos orgánicos.

La contaminación que produce la acumulación de los residuos orgánicos en todo el planeta, es un problema diario en localidades a nivel nacional, aunque características tales como la baja generación de residuos por personas y por día, y el amplio espacio disponible para la instalación de vertederos, hacen que el impacto sobre el medio ambiente no sea tan evidente.

A lo largo de la historia la humanidad ha solucionado el problema de la eliminación de los residuos quitándolos de la vista y arrojándolos a las afueras de las ciudades, (Rellenos sanitarios) a los cauces de los ríos u ocultándolos mediante enterramientos; los botaderos ocupan mucho terreno y contaminan el ambiente. Al abandonar o acumular estos residuos se crea un evidente problema ambiental, pues al no tomar las medidas preventivas oportunamente, se contaminan aire, suelo y agua afectando el paisaje y deteriorando el entorno.

## **DETALLE DEL PROBLEMA**

Los lugares destinados a la recolección de los residuos orgánicos, se agotan, y los pocos existentes, son causa de contaminación de los recursos naturales, generando condiciones ideales para el desarrollo de enfermedades que pueden afectar a la población, ya que los residuos orgánicos contaminan el aire al desprender polvos y olores de la basura durante su putrefacción. En época de lluvia, la basura contribuye a contaminar las aguas superficiales y subterráneas, en tiempo de sequía, los vientos levantan y transportan una gran cantidad de residuo, contaminando el agua de los ríos, lagos, alimentos y poblaciones. Generando un impacto ambiental de ataque a nuestro ozono, con la generación de gases invernadero (Como metano y dióxido de carbono).

La importancia de los residuos sólidos orgánicos como causa directa de enfermedades no está bien determinada; sin embargo, se les atribuye una incidencia de la transmisión de algunas de ellas, al lado de otros factores, principalmente por vías indirectas, la más importante se refiere a la proliferación de animales portadores de microorganismos que transmiten enfermedades a toda la población conocidos como vectores (Las moscas, ratas, cucarachas, zancudos, etc.).

El riesgo ambiental más obvio del manejo inadecuado de los residuos sólidos orgánicos lo constituye el deterioro estético de las ciudades, así como el paisaje natural, tanto urbano como rural. La degradación del paisaje natural ocasionado por los residuos arrojados sin ningún control va en aumento, es cada vez más común observar botaderos a cielo abierto o residuos amontonados en cualquier lugar, contaminando calidad del aire, cuando llegan a él gases provenientes de la descomposición de la basura; del suelo cuando los desechos se incorporan a él, o del agua, si los residuos por medio de la lixiviación se vierten o llegan a ella por medio de la percolación, o simplemente si son arrastrados por las lluvias.



## JUSTIFICACION

Desde sus inicios, el hombre ha depositado sus residuos en torno a sus asentamientos. La complejidad y la diversidad de la actividad humana, a través de la historia, han marcado las pautas y las conductas en su manejo y disposición final. Las grandes epidemias y lamentables accidentes ocurridos, constituyen el ejemplo más elocuente del alto precio que debe pagar la humanidad por el mal manejo de sus desechos.

Cualquiera que sea el campo en que el hombre se desenvuelva, ya sea industrial, agrícola, social o doméstico, la huella de su paso se irá marcando por una pesada carga de residuos, es decir, la mayoría de las cosas que, de una u otra forma, ha utilizado.

La generación de residuos sólidos es una actividad propia del hombre. De hecho, el transformar la naturaleza, modificar el ambiente, entre otras cosas, es lo que constituye el avance de la civilización. Nada ha caracterizado mejor a la sociedad contemporánea como su enorme capacidad de consumo. Desde el punto de vista del problema de los residuos sólidos, sería más adecuado definir al hombre de hoy como un gran transformador; característica que ya tenían nuestros ancestros, cuando modificaban el medio ambiente, lo cual constituye la cultura o avance cultural.

Los residuos orgánicos urbanos son todos aquellos desechos que se generan en la actividad doméstica y comercial (Restaurantes, Plazas de mercados, hogares, etc.). Estos residuos, por su cantidad y composición, deben ser tratados de manera controlada, evitando cualquier daño al medio ambiente, la medida de control más utilizada en la actualidad son los rellenos sanitarios.

Este proyecto de investigación se ha planteado con la finalidad de darle tratamiento a los residuos orgánicos procedentes del casino ubicado en el Centro Agropecuario “La Granja” Sena Espinal-Tolima con EM como alternativa de producción limpia y sostenible; evitando la contaminación en la biodiversidad de los ecosistemas presentes en esta zona; Transformando los residuos en compost mitigando su impacto ambiental y dándole un valor agregado, convirtiendo esta actividad en el eje central de nuestra investigación, la cual pretende realizar la aplicación del procedimiento, con el objetivo de obtener un compost de calidad, reduciendo el impacto ambiental causado por los vertimientos de residuos orgánicos a cielo abierto y obteniendo materia orgánica a bajo costo, de excelente calidad y con parámetros técnicos no contaminantes del medio ambiente.

El procesamiento de estos residuos favorecería tecnologías de final de tubo “tecnologías y productos para el tratamiento de los desechos sólidos” donde los rellenos sanitarios se constituyen en la principal solución. Es por esto que el compostaje ofrece una alternativa eficiente y económica que facilita la degradación biológica de residuos orgánicos, en especial de origen doméstico, adicionalmente, este proceso puede contribuir a la recuperación de suelos y mejoramiento en el nivel de vida de los agricultores, al obtener un compost de calidad. Cerrando el ciclo productivo y minimizando los impactos ambientales negativos causados por procesos de descomposición.



## MARCO CONCEPTUAL Y TEORICO

**Residuos Orgánicos:** Restos de materiales resultantes de la elaboración de comidas, así como sus restos vegetales y animales (huesos, verduras, frutas, cáscaras). Se descomponen rápidamente, con fuertes olores, y son fuente de proliferación bacteriana. Atraen a roedores, insectos y también a los animales domésticos (gatos, perros, etc.) que, además de romper las bolsas contenedoras, son vectores de enfermedades.

**Materia Orgánica:** La materia orgánica es aquella que se encuentra conformada por moléculas orgánicas resultantes de los seres vivos y la podemos hallar en las raíces, en los animales, en los organismos muertos y en los restos de alimentos.

**Compost:** La utilización del compost data de muchos años atrás y fue en Inglaterra donde se inició y extendió su uso, pues aunque se conocía de los beneficios de la degradación de todo residuo de cosecha o material vegetal, no se sabía cómo optimizar la degradación.

El compostaje es un proceso aeróbico, es decir que requiere oxígeno, en el cual los materiales orgánicos ya sea animales o vegetales son descompuestos por fermentación siendo fundamentales las condiciones de humedad, aireación y relación C/N.

- Relación C/N. Es la cantidad de carbono y nitrógeno presente en un material.

Todos los seres vivos están compuestos de carbono y nitrógeno (carbohidratos y proteínas) y deben tomarlos de los alimentos que ingieren. Así mismo, los microorganismos encargados de la degradación, también necesitan de C y N para reproducirse y utilizar el material. Los residuos orgánicos están compuestos en gran parte por C y N en diferentes proporciones, lo cual es muy importante conocer para lograr establecer las posibles mezclas al momento de realizar un proceso de compostaje y de esta manera lograr un compost con una relación C/N ideal para la aplicación en campo.

- Contenido de Humedad: El contenido de humedad óptimo para el compostaje aeróbico está en el rango de 50-60%. La humedad puede ajustarse mediante la mezcla de componentes o por adición de agua. Cuando el contenido de humedad del compost cae por debajo de 40%, se hace más lento el proceso, pues los microorganismos allí presentes, requieren de agua en el medio para realizar sus actividades. Cuando por el contrario se encuentra por encima del 60%, se generan condiciones de anaerobiosis en el proceso que pueden generar productos intermedios indeseables.
- Aireación/ Volteo: La mezcla inicial de los residuos orgánicos es esencial para aumentar o disminuir el contenido de humedad y temperatura, hasta un nivel adecuado para el proceso. Se puede utilizar la mezcla para conseguir una mejor distribución del material, de los nutrientes y de los microorganismos. El volteo del material orgánico durante el proceso de compostaje es un factor muy importante que permite mantener la actividad aeróbica, es decir la entrada de oxígeno en el sistema.

El volteo es tal vez uno de los puntos más críticos en los procesos, sin embargo, como depende de la humedad del material, la cantidad de lluvias y las necesidades de aire, no es posible determinar una frecuencia mínima y adecuada para realizarlos.

La aireación puede realizarse utilizando diferentes métodos:

- Aireación por volteo: el volteo puede ser mecánico o manual, pasando el material contenido en una pila organizada, justo al lado, formando otra. En este volteo el material sufre una mezcla importante y lo que está expuesto a la intemperie durante una semana, a la siguiente pasa al centro de la pila.
- Aireación por inyección de aire: se justifica cuando el proceso es industrial; puede realizarse inyectando aire a través de tubería perforada, lo que permite la homogenización de la aireación.

➤ **Temperatura:** El proceso de compostaje tiene claramente dos zonas térmicas definidas, es decir, que durante el proceso la temperatura sufre cambios. Estas dos zonas se conocen como las zonas mesofílicas (25-38°C) y la zona termofílica (55-70°C).

El incremento de la temperatura durante la fermentación ocurre principalmente por las reacciones bioquímicas exotérmicas que ocurren allí, asociadas a la actividad de los microorganismos presentes.

➤ **pH:** Es otro parámetro importante para evaluar las condiciones del proceso y la estabilización de los residuos. Su valor, así como la temperatura varía con el tiempo durante el proceso. Al comienzo el material tiene un pH entre 6-7, y en los primeros días disminuye por la producción de ácidos orgánicos en el sistema. Posteriormente puede subir hasta 8-8.5 durante toda la fase termofílica y cuando se inicia el enfriamiento llega a un valor en el rango de 7-8, en el compost maduro.

**Compost Como Tratamiento de Residuos Orgánicos:** El compost es un proceso biotecnológico que permite el aprovechamiento de residuos orgánicos y tóxicos peligrosos, que pueden ser transformados biológicamente a través de un proceso aeróbico.

A través del tiempo, el material biodegradable, es utilizado como sustrato de una gran cantidad y diversidad de microorganismos quienes lo transforman en materia orgánica no humificada de alta calidad microbiológica y con contenidos importantes de sustancias orgánicas y minerales que lo hacen apto para la nutrición vegetal. Así mismo, el proceso de compostaje puede ser utilizado como un sistema de filtración y degradación de compuestos tóxicos, pues los microorganismos que se encuentran allí creciendo, utilizan el compost como soporte y los tóxicos como alimento.

**Participación de Enzimas Microbianas en la Degradación de Materia Orgánica:** Gran parte de la actividad microbiana y de la degradación de la materia orgánica se realiza durante la fase termófila ya que las temperaturas mayores de 60°C promueven la actividad microbiana y pueden inactivar patógenos. Por estas características la producción de un

inóculo acelerador de compost a partir de bacterias es una herramienta útil en la disminución del tiempo de degradación y en el aumento de la velocidad de degradación de materia orgánica, lo que proporciona disminución de residuos sólidos y mayor rapidez en la producción de abono orgánico para cultivos.

**Concepto E.M:** La tecnología EM (microorganismos eficientes) es un cultivo de microorganismos benéficos, sin modificación genética, obtenidos de la naturaleza, seleccionados por sus efectos positivos y su capacidad de coexistir. Una vez inoculado en el medio ambiente, interactúa con el entorno, mejorando sus condiciones.

Esta tecnología EM fue desarrollada por el Dr. Teruo Higa PhD, profesor de horticultura de la universidad Ryukyus en Okinawa, Japón. En el EM se destacan tres principales grupos de microorganismos:

- Bacterias Fotosintéticas (*Rhodospseudomonas* sp): microorganismos independientes y autosuficientes, sintetizan sustancias útiles a partir de las secreciones de las raíces, materia orgánica y/o gases nocivos, usando la luz solar o el calor del suelo como fuente de energía.
- Bacterias Acido lácticas (*Lactobacillus* sp): microorganismos que producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos sintetizados por bacterias fotosintéticas y levadura. Este tipo de bacterias promueven la fermentación y transformación de materiales como lignina y celulosa, eliminando a efectos indeseables de la materia prima descompuesta.
- Levaduras (*Saccharomyces* sp): Microorganismos que sintetizan sustancias antimicrobiales y otras sustancias útiles para el crecimiento de las plantas, a partir de aminoácidos y azúcares secretados por las bacterias fotosintéticas, la materia orgánica y las raíces de las plantas

**Ley 99 DE 1993 (Artículo 3):** La gestión ambiental se enmarca dentro de la concepción del Desarrollo Sostenible que es definido por la Ley 99 de 1993 (artículo 3) como aquel que conduzca al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de vida y al bienestar social, sin agotar la base de recursos naturales en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades"; a partir de este concepto se contextualiza el direccionamiento y los principios del manejo ambiental del país, las regiones y las localidades.

## OBJETIVOS DEL PROYECTO

### OBJETIVO GENERAL

Transformar los residuos orgánicos procedentes del casino ubicado en el Centro Agropecuario “La Granja” Sena Espinal-Tolima con microorganismos eficientes (EM) como alternativa de producción limpia y sostenible.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Transformar 400 kilogramos de residuo orgánico con microorganismos eficientes (EM).
- Transformar los residuos en compost.
- Determinar los movimientos de temperatura y pH en el proceso de tratamiento y transformación del residuo orgánico.
- Identificar el contenido microbiológico del compost y lixiviado.
- Determinar el contenido nutricional del compost y lixiviado.
- Establecer tiempo de transformación del residuo orgánico en compost.

Universidad Nacional  
Abierta y a Distancia

## METODOLOGÍA

Bajo la consideración del problema ambiental generado por el inadecuado manejo de los residuos orgánicos en la zona, y siguiendo lineamientos establecidos en el centro de investigación y acción psicosocial y comunitaria (CIAPS) en la determinación de situaciones sociales que requieran atención por parte de la comunidad educativa de la universidad Nacional Abierta y a Distancia, se genera la formulación de la propuesta planteada en el Tratamiento de residuos sólidos orgánicos procedentes del casino ubicado en el Centro Agropecuario “La Granja” Sena Espinal-Tolima con microorganismos eficientes como alternativa de producción limpia y sostenible, el cual se espera extraer una muestra piloto de 400 kilogramos de residuo orgánicos, los cuales se van a tratar con EM y posterior al tratamiento poderlos reutilizar como compost útil para las plantas. Con los resultados obtenidos en esta actividad se espera poder contribuir al fortalecimiento de la comunidad científica en el tratamiento de estos residuos bajo condiciones orgánicas y sin efectos secundarios en el ecosistema, tomando como parametrización el cumplimiento de especificaciones establecidos en la ley 99 de 1993 (artículo 3) como propuesta sostenible a largo plazo.

### ADECUACION DE LAS CANECAS AL PROCESO DE TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS.

Se obtiene 4 canecas de 55 galones para el tratamiento y transformación de los residuos orgánicos, a las cuales se les hace las siguientes modificaciones;

Se perfora un hueco en la caneca en su parte inferior con un diámetro de media pulgada y se le introduce al hueco un macho hecho en pvc de media pulgada, de adentro hacia afuera de la caneca.

Foto N°1: Adecuación de la caneca de 55 galones.



Se le coloca un empaque al macho y se adapta con la unión.

Foto N°2: Instalación de la llave de paso a la Caneca.



Después, se le coloca un miple de pvc articulando la unión con la llave de paso fabricadas en pvc.

Foto N°3: Canecas ubicadas y listas para su utilización.



## MANEJO DE PROBIOTICO

Para la puesta en marcha del proyecto de investigación ya mencionado, se adquirieron insumos para el manejo de los Pro bióticos y el día 21 de septiembre del 2013 se procede a mezclarlos y a realizarle los análisis correspondientes:

Cepa (20 litros) de E.M (Microorganismos Eficientes), se le realiza análisis para determinar su temperatura y pH, los cuales relaciono a continuación;

Tabla N° 1 Temperatura y pH del E.M.

PARAMETRO	UNIDADES	VALOR
Temperatura.	°C	29,1
pH	Unidades	4,52

Suero (113 litros) de la Unidad de Lácteos del Centro agropecuario “La granja”, a la cual se procedió a realizarle los análisis necesarios para la investigación y se explican en la siguiente tabla;

Tabla N° 2 Temperatura y pH del Suero.

PARAMETRO	UNIDADES	VALOR
Temperatura.	°C	31,5
pH	Unidades	4,64

Melaza (1 kilo) de la Unidad de Porcinos la cual estaba almacenada a una temperatura ambiente y un pH de 5,0 – 6,1 (Castro, 1993).

Levadura (1 kilo) para la fabricación de pan la cual tenía las siguientes características;



**Tabla N° 3 Temperatura y pH de la levadura.**

PARAMETRO	UNIDADES	VALOR
Temperatura.	°C	29
pH	Unidades	5,0

El mismo día se procede a la mezcla de los insumos (Suero + Levadura + Melaza + EM) y se les determina las siguientes variables;

**Tabla N° 4 Temperatura y pH de la Mezcla de Insumos.**

PARAMETRO	UNIDADES	VALOR
Temperatura.	°C	29,2
pH	Unidades	4,66

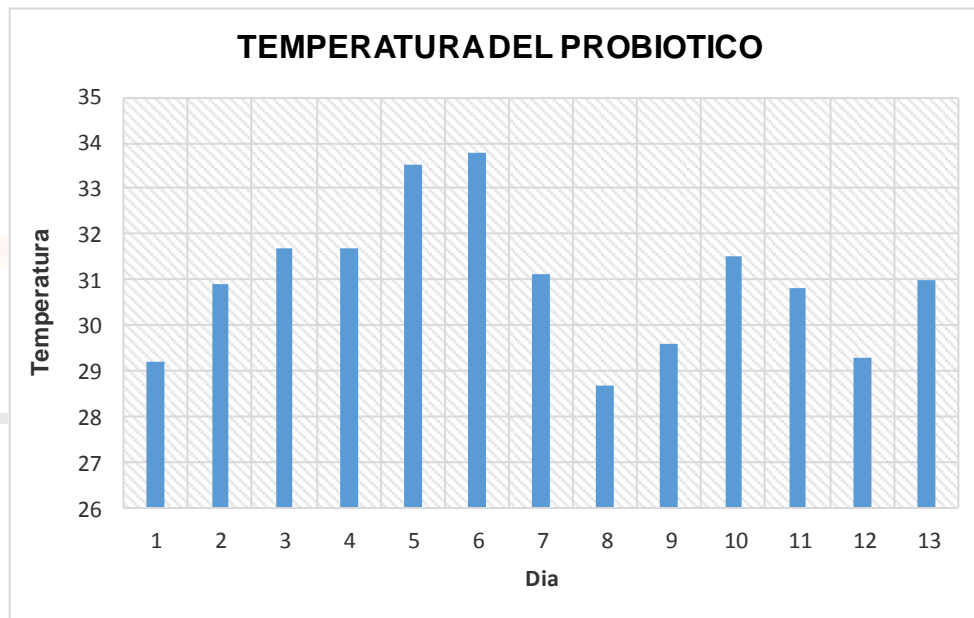
Se procede a la agitación del pro biótico, se espera a su maduración y colonización del medio, además se oxigenan los Pro bióticos diariamente. Los análisis de temperatura y pH, se realizan de lunes a viernes.

**Tabla N° 5 Temperatura y pH del E.M Alimentado.**

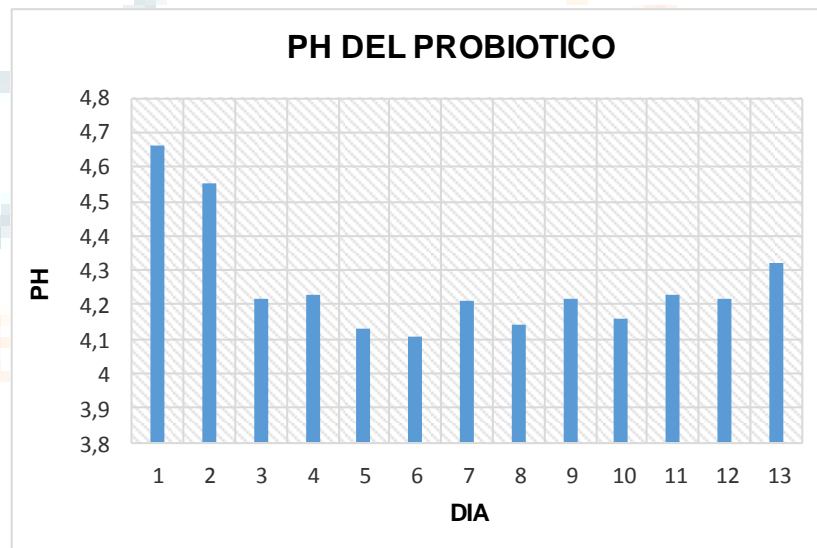
FECHA	PARAMETRO	UNIDADES	VALOR
19-09-2013	Temperatura.	°C	29,2
	pH	Unidades	4,66
20-09-2013	Temperatura.	°C	30,9
	pH	Unidades	4,55
23-09-2013	Temperatura.	°C	31,7
	pH	Unidades	4,22
24-09-2013	Temperatura.	°C	31,7
	pH	Unidades	4,23
25-09-2013	Temperatura.	°C	33,5
	pH	Unidades	4,13
26-09-2013	Temperatura.	°C	33,8
	pH	Unidades	4,11
27-09-2013	Temperatura.	°C	31,1
	pH	Unidades	4,21
30-09-2013	Temperatura.	°C	28,7
	pH	Unidades	4,14
01-10-2013	Temperatura.	°C	29,6
	pH	Unidades	4,22
02-10-2013	Temperatura.	°C	31,5
	pH	Unidades	4,16
03-10-2013	Temperatura.	°C	30,8
	pH	Unidades	4,23
04-10-2013	Temperatura.	°C	29,3
	pH	Unidades	4,22

07-10-2013	Temperatura.	°C	31,0
	pH	Unidades	4,32

Grafica N°1: Movimiento de Temperatura.



Grafica N°2: Movimiento del pH.



Al finalizar esta fase, se obtienen 135 litros de pro bióticos.

## RECOLECCION Y TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS ORGANICOS Y SUS LIXIVIADOS.

Se recolectaron 400 kilos de residuos orgánicos procedentes del casino del Centro Agropecuario “La Granja” desde el día 26 de Septiembre del 2013 al 07 de Octubre del 2013.

El 07 de Octubre del 2013 fueron depositados en 4 canecas de 55 galones las cuales fueron modificadas y articuladas para este proceso, a continuación se profundiza en el manejo correspondiente a cada una de las canecas:

Foto N°4: Residuos frescos procedentes del Casino.



## CANECA N°1 DE RESIDUOS ORGANICOS.

En una caneca de 55 galones articulada al proceso, se depositaron 100 kilos de residuos orgánicos recolectados los días 26 y 27 de Septiembre del 2013, los residuos presentaban proceso de descomposición, puesto que habían durado almacenadas más de ocho días, también contenían un gran número de gusanos y un olor fuerte, después de depositar los residuos en la caneca se procede a la aplicación de los pro biótico (20 litros) y posteriormente al cierre de la caneca, la cual queda tocando los residuos.

Foto N°5: Residuos Orgánicos.



Antes de aplicar el pro bióticos a los residuos, se tomaron análisis de temperatura y pH a los lixiviados que se habían producido en los residuos y sus resultados son:

Tabla N° 6: Temperatura y pH del lixiviado de Residuos.

PARAMETRO	UNIDADES	VALOR
Temperatura.	°C	30,7
pH	Unidades	5,23

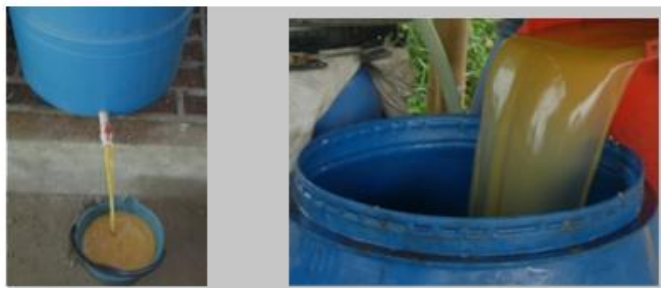
Se oxigena el proceso por medio de las llaves de paso articuladas a la caneca y se procede analizar el líquido resultante de la mezcla del pro biótico y el lixiviado de los residuos, los cuales arrojaron los siguientes datos:

Tabla N° 7: Temperatura y pH de la mezcla del pro biótico y el lixiviado.

PARAMETRO	UNIDADES	VALOR
Temperatura.	°C	30,8
pH	Unidades	4,64

Después de la oxigenación y toma de datos de los análisis correspondientes, se procede a tapar la caneca para evitar alguna proliferación de vectores (mosca doméstica “Musca doméstica”).

Foto N°6: Oxigenación del Medio.



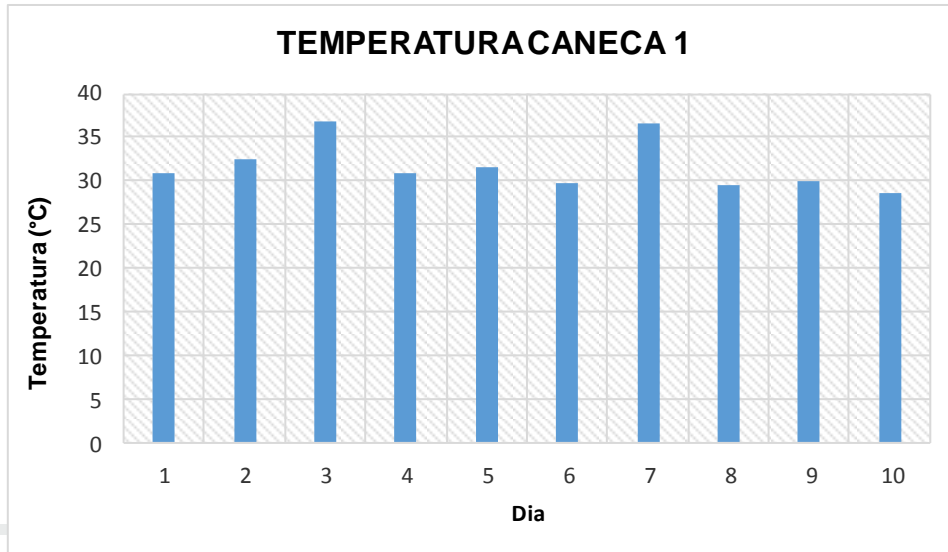
Todos los días se oxigena la mezcla y se toman los datos necesarios hasta que termine esta fase de Tratamiento, resultados de los análisis de la Caneca 1:

Tabla N° 8: Temperatura y pH del lixiviado de los Residuos Caneca N°1.

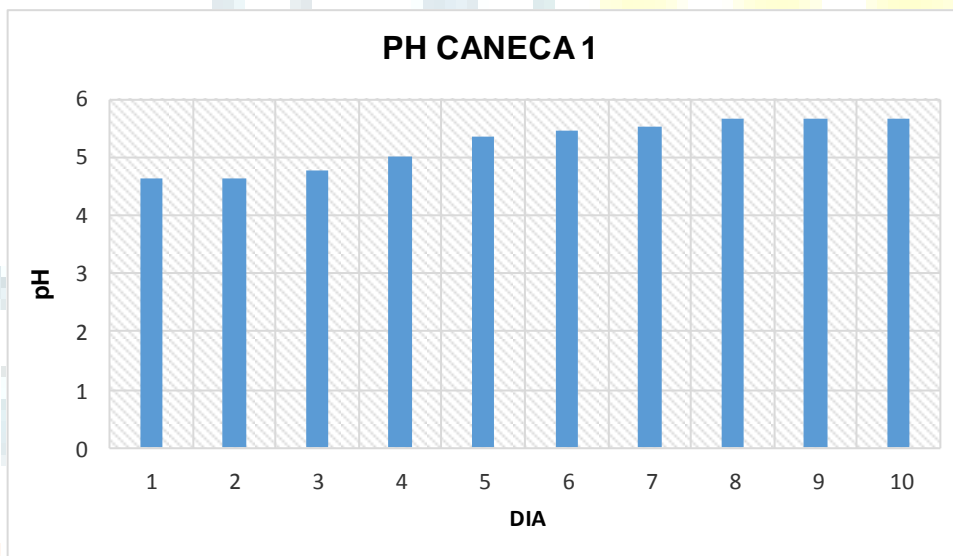
FECHA	PARAMETRO	UNIDADES	VALOR
07-10-2013	Temperatura.	°C	30,8
	pH	Unidades	4,64
08-10-2013	Temperatura.	°C	32,5
	pH	Unidades	4,65
09-10-2013	Temperatura.	°C	36,9
	pH	Unidades	4,77
10-10-2013	Temperatura.	°C	31,0
	pH	Unidades	5,02
11-10-2013	Temperatura.	°C	31,5
	pH	Unidades	5,35
14-10-2013	Temperatura.	°C	29,8
	pH	Unidades	5,44
15-10-2013	Temperatura.	°C	36,6
	pH	Unidades	5,52
16-10-2013	Temperatura.	°C	29,6
	pH	Unidades	5,66
17-10-2013	Temperatura.	°C	30,0
	pH	Unidades	5,67
18-10-2013	Temperatura.	°C	28,6
	pH	Unidades	5,65



Grafica N°3: Movimiento de Temperatura.



Grafica N°4: Movimiento del pH.





## CANECA N°2 DE RESIDUOS ORGANICOS

En una caneca de 55 galones articulada al proceso, se depositaron 100 kilos de residuos orgánicos recolectados los días 30 de Septiembre y 01 de Octubre del 2013, los residuos estaban conformados en su gran mayoría por cascara de plátano maduro, después de depositar los residuos en la caneca se procede a la aplicación de los pro biótico (20 litros) y posteriormente al cierre de la caneca, la cual queda tocando los residuos.

Foto N°7: Residuos Orgánicos.



Antes de aplicar el pro bióticos a los residuos, se tomaron análisis de temperatura y pH a los lixiviados que se habían producido en los residuos y sus resultados son los siguientes:

Tabla N° 9: Temperatura y pH del lixiviado de Residuos.

PARAMETRO	UNIDADES	VALOR
Temperatura.	°C	33,0
pH	Unidades	5,28

Se oxigena el proceso por medio de las llaves de paso articuladas a la caneca y se procede analizar el líquido resultante de la mezcla del pro biótico y el lixiviado de los residuos, los cuales arrojaron los siguientes datos:

Foto N°8: Oxigenación del Medio.



Tabla N° 10: Temperatura y pH de la mezcla del pro biótico y el lixiviado.

PARAMETRO	UNIDADES	VALOR
Temperatura.	°C	34,7
pH	Unidades	5,25

Después de la oxigenación y toma de datos de los análisis correspondientes, se procede a tapar la caneca para evitar alguna proliferación de vectores (mosca doméstica “Musca doméstica”).

Foto N°9: Caneca en proceso.

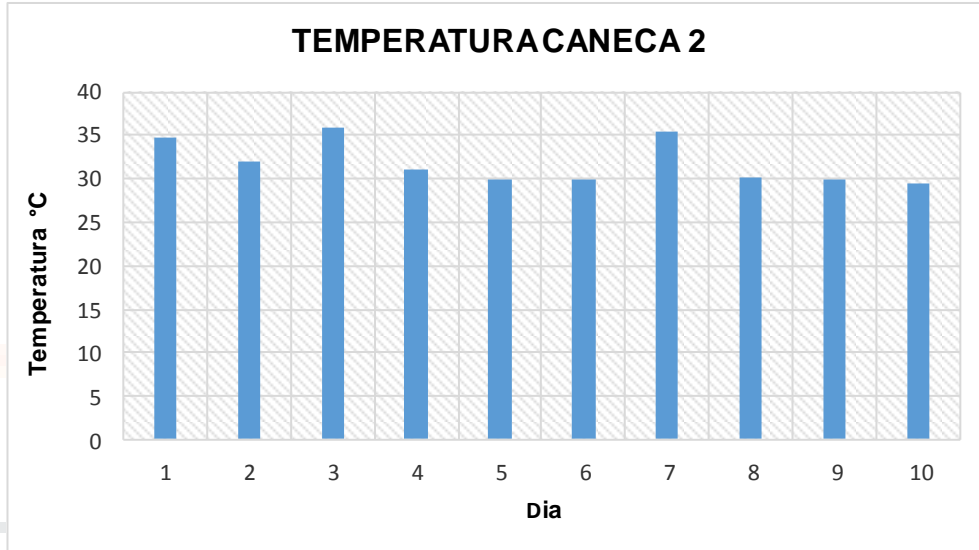


Todos los días se oxigena la mezcla y se toman los datos necesarios hasta que termine esta fase de Tratamiento. A continuación resultados de los análisis de la Caneca 2:

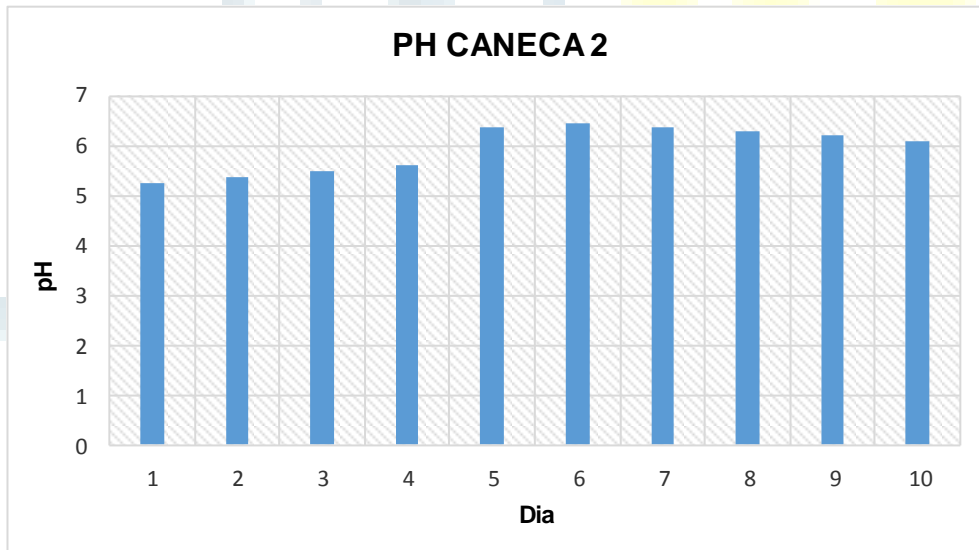
Tabla N° 11: Temperatura y pH del lixiviado de los Residuos Caneca N°2.

FECHA	PARAMETRO	UNIDADES	VALOR
07-10-2013	Temperatura.	°C	34,7
	pH	Unidades	5,25
08-10-2013	Temperatura.	°C	32,0
	pH	Unidades	5,38
09-10-2013	Temperatura.	°C	36,0
	pH	Unidades	5,47
10-10-2013	Temperatura.	°C	31,1
	pH	Unidades	5,59
11-10-2013	Temperatura.	°C	30,0
	pH	Unidades	6,37
14-10-2013	Temperatura.	°C	29,9
	pH	Unidades	6,46
15-10-2013	Temperatura.	°C	35,4
	pH	Unidades	6,35
16-10-2013	Temperatura.	°C	30,2
	pH	Unidades	6,29
17-10-2013	Temperatura.	°C	30,0
	pH	Unidades	6,20
18-10-2013	Temperatura.	°C	29,5
	pH	Unidades	6,09

Grafica N°5: Movimiento de Temperatura.



Grafica N°6: Movimiento del pH.



## CANECA N°3 DE RESIDUOS ORGANICOS

En una caneca de 55 galones articulada al proceso, se depositaron 100 kilos de residuos orgánicos recolectados los días 02 y 03 de Octubre del 2013, los residuos estaban conformados en su gran mayoría por cascara de plátano verde, después de depositar los residuos en la caneca se procede a la aplicación de los pro biótico (20 litros) y posteriormente al cierre de la caneca, la cual queda tocando los residuos.

Foto N°10: Residuos Orgánicos.



Antes de aplicar el pro bióticos a los residuos, se tomaron análisis de temperatura y pH a los lixiviados que se habían producido en los residuos y sus resultados son los siguientes:

Tabla N° 12: Temperatura y pH del lixiviado de Residuos.

PARAMETRO	UNIDADES	VALOR
Temperatura.	°C	33,3
pH	Unidades	5,40

Se oxigena el proceso por medio de las llaves de paso articuladas a la caneca y se procede analizar el líquido resultante de la mezcla del pro biótico y el lixiviado de los residuos, los cuales arrojaron los siguientes datos:

Foto N°11: Oxigenación del Medio.



Tabla N° 13: Temperatura y pH de la mezcla del pro biótico y el lixiviado.

PARAMETRO	UNIDADES	VALOR
Temperatura.	°C	34,0
pH	Unidades	5,37

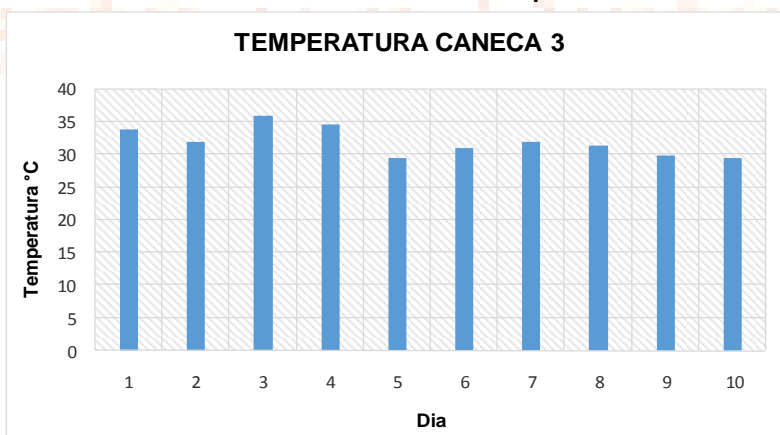
Después de la oxigenación y toma de datos de los análisis correspondientes, se procede a tapar la caneca para evitar alguna proliferación de vectores (mosca doméstica “Musca doméstica”).

Todos los días se oxigena la mezcla y se toman los datos necesarios hasta que termine esta fase de Tratamiento. Resultados de los análisis de la Caneca 3:

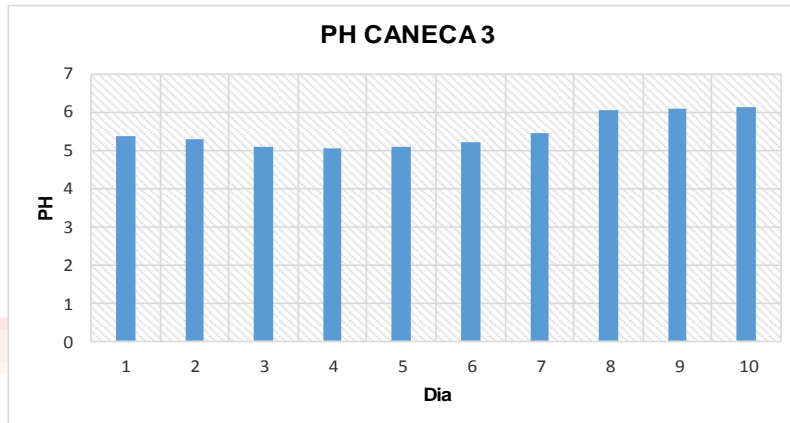
**Tabla N° 14: Temperatura y pH del lixiviado de los Residuos Caneca N°3.**

FECHA	PARAMETRO	UNIDADES	VALOR
07-10-2013	Temperatura.	°C	34,0
	pH	Unidades	5,37
08-10-2013	Temperatura.	°C	32,0
	pH	Unidades	5,27
09-10-2013	Temperatura.	°C	36,0
	pH	Unidades	5,10
10-10-2013	Temperatura.	°C	34,6
	pH	Unidades	5,04
11-10-2013	Temperatura.	°C	29,5
	pH	Unidades	5,08
14-10-2013	Temperatura.	°C	31,1
	pH	Unidades	5,22
15-10-2013	Temperatura.	°C	32,0
	pH	Unidades	5,44
16-10-2013	Temperatura.	°C	31,5
	pH	Unidades	6,04
17-10-2013	Temperatura.	°C	29,9
	pH	Unidades	6,10
18-10-2013	Temperatura.	°C	29,6
	pH	Unidades	6,14

**Grafica N°7: Movimiento de Temperatura.**



Grafica N°8: Movimiento del pH.



### CANECA N°4 DE RESIDUOS ORGANICOS

En una caneca de 55 galones articulada al proceso, se depositaron 100 kilos de residuos orgánicos recolectados los días 04 y 07 de Octubre del 2013, los residuos estaban conformados por residuos de hortalizas, piña y maracuyá y hojas para tamal, después de depositar los residuos en la caneca se procede a la aplicación de los pro biótico (20 litros) y posteriormente al cierre de la caneca, la cual queda tocando los residuos.

Foto N°12: Residuos Orgánicos.



Antes de aplicar el pro bióticos a los residuos, se tomaron análisis de temperatura y pH a los lixiviados que se habían producido en los residuos y sus resultados son los siguientes:

Tabla N° 15: Temperatura y pH del lixiviado de Residuos.

PARAMETRO	UNIDADES	VALOR
Temperatura.	°C	33,3
pH	Unidades	5,30



Se oxigena el proceso por medio de las llaves de paso articuladas a la caneca y se procede a analizar el líquido resultante de la mezcla del pro biótico y el lixiviado de los residuos, los cuales arrojaron los siguientes datos:

**Tabla N° 16: Temperatura y pH de la mezcla del pro biótico y el lixiviado**

PARAMETRO	UNIDADES	VALOR
Temperatura.	°C	33,9
pH	Unidades	5,27

Después de la oxigenación y toma de datos de los análisis correspondientes, se procede a tapar la caneca para evitar alguna proliferación de vectores (mosca doméstica “Musca doméstica”).

**Foto N°13: Oxigenación del Medio.**

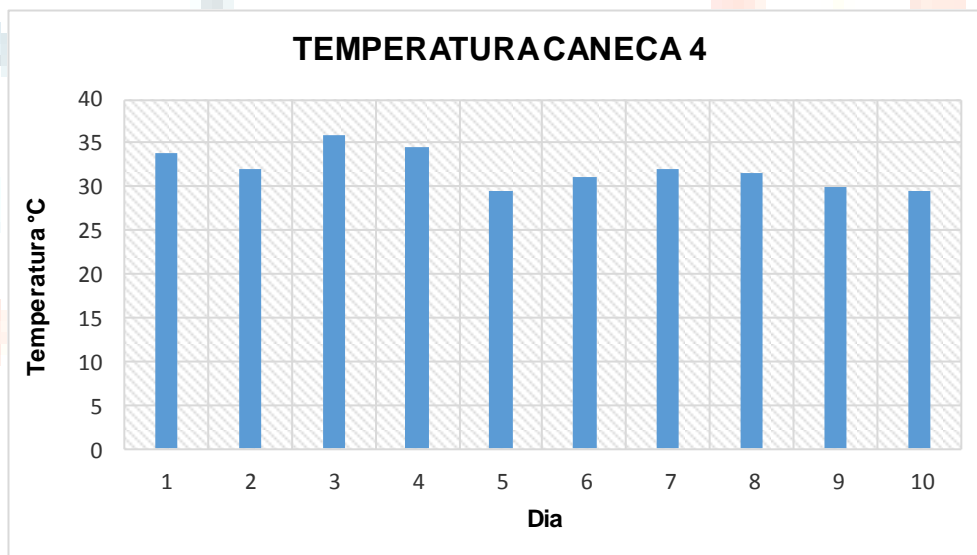


Todos los días se oxigena la mezcla y se toman los datos necesarios hasta que termine esta fase de Tratamiento. A continuación traigo a colación los resultados de los análisis de la Caneca 2:

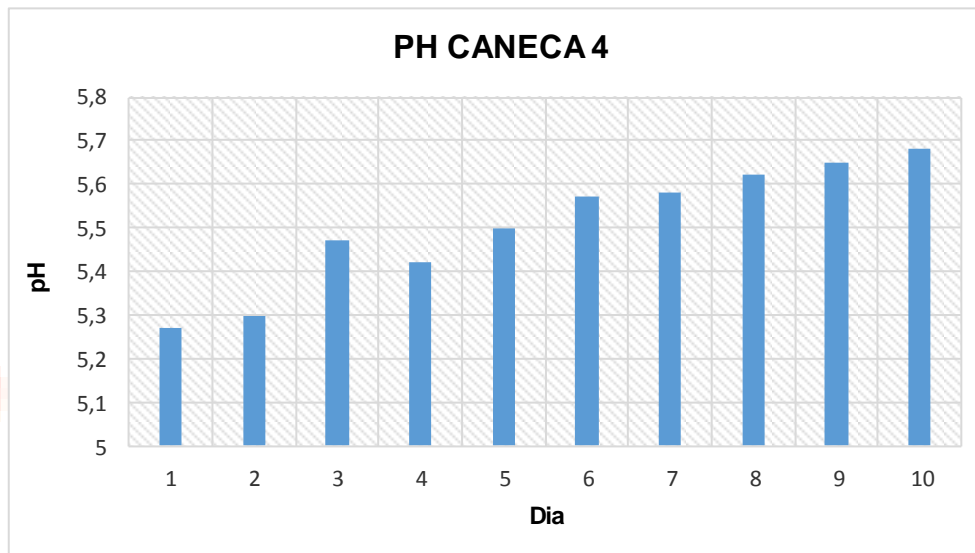
Tabla N° 17: Temperatura y pH del lixiviado de los Residuos Caneca N°4.

FECHA	PARAMETRO	UNIDADES	VALOR
07-10-2013	Temperatura.	°C	33,9
	pH	Unidades	5,27
08-10-2013	Temperatura.	°C	32,0
	pH	Unidades	5,30
09-10-2013	Temperatura.	°C	36,0
	pH	Unidades	5,47
10-10-2013	Temperatura.	°C	34,6
	pH	Unidades	5,42
11-10-2013	Temperatura.	°C	29,5
	pH	Unidades	5,50
14-10-2013	Temperatura.	°C	31,1
	pH	Unidades	5,57
15-10-2013	Temperatura.	°C	32,0
	pH	Unidades	5,58
16-10-2013	Temperatura.	°C	31,5
	pH	Unidades	5,62
17-10-2013	Temperatura.	°C	29,9
	pH	Unidades	5,65
18-10-2013	Temperatura.	°C	29,6
	pH	Unidades	5,68

Grafica N°9: Movimiento de Temperatura



Grafica N°10: Movimiento del pH.



### RECOLECCION DEL LIXIVIADO

Al haber transcurrido diez (10) días del tratamiento de los residuos en las cuatro (4) canecas, se extrae el lixiviado de los residuos contenidos en las canecas y se depositan en una sola caneca.

Foto N°14: Extracción de la muestra del lixiviado.



A este líquido se afora una muestra para ser analizada en los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en el laboratorio.

# LABORATORIO AGROANÁLISIS RESULTADOS DEL CONTENIDO FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DEL LIXIVIADO.



**AGROANÁLISIS**  
**SERVICIOS AGROPECUARIOS**  
**LABORATORIO DE SUELOS,**  
**AGUAS Y FOLIARES**  
NIT. 19 370 708 - 1

Asesorías Técnicas  
Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos  
Estamos en proceso de Acreditación, para  
Certificarnos en ISO 9001 e ISO 14026

Ibagué, Octubre 30 de 2013.

Señores:  
**JOHNSON POWER ANDRADE ORDOÑEZ**  
**CENTRO AGROPECUARIO LA GRANJA**  
Sena, Espinal.

Ref.: Resultados del Análisis a la muestra del Lixiviado.

Me permito presentar los resultados del análisis Físicoquímico y Bacteriológico a la muestra de Lixiviado del proceso de compostaje de Basuras, en La Granja del SENA, Espinal.

## 1. ANÁLISIS FÍSICOS.

PARÁMETROS	UNIDADES	VALOR
Conductividad Eléctrica	mS	12.49
PH	Unidades	5.17
Sólidos Disueltos	gr/Lt.	2.18
Sólidos Suspendidos Totales	gr/Lt.	2.6
Sólidos Totales	gr/Lt.	4.78
Densidad	gr/ml.	0.56

## 2. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS.

PARÁMETROS	UNIDADES	VALOR
Meso filas Totales	U.F.C./100ml.	$12 \times 10^6$
Hongos y Levaduras	U.F.C./100ml.	$6 \times 10^6$
Pseudomona	U.F.C./100 ML.	Negativo



### 3. ANALISIS QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDADES	VALOR
Alcalinidad Total	mg/Lt $\text{CaCO}_3$	156.0
Amoniaco	mg/Lt $\text{NH}_4$	105.0
Bicarbonatos	mg/Lt $\text{CaCO}_3$	156.0
Calcio	gr./Lt. Ca.	15.57
Cobre	mgr/Lt. Cu	0.00
Cobalto	mg Co/Lt.	1.22
Cinc	mg Zn/Lt.	33.14
Cloruros	mg Cl/Lt.	6900
Boro	mg./Lt. B	41.50
Fosfatos	mgr/Lt. $\text{PO}_4$	6.18
Grasas y Aceites	gr./Lt	1.05
Hierro Total	m.g./Lt Fe	342.2
Manganeso	mg Mn/Lt.	107.0
Magnesio	mg/100 ml Mg	3030
Nitrógeno	gr/100 ml.	0.35
Nitratos	mg/Lt. $\text{NO}_3$	145.0
Nitritos	mgr/Lt $\text{NO}_2$	100.0
Potasio	gr/100 ml K	4.83
Sulfatos	gr./Lt $\text{SO}_4$	2.55

Quim. Juan de Jesús Cardozo Vera  
Jefe de Laboratorio.

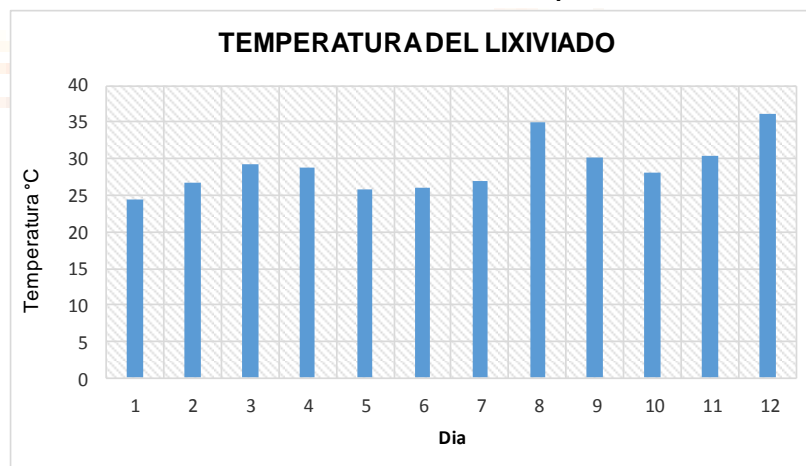
Km. 10 vía Espinal-Ibagué – Sector Marañones  
Tel: 2 07 52305 Cel: 312 510 0844 311 593 0240

Después que se llevó la muestra al laboratorio se procede a hacerle los análisis de temperatura y pH del lixiviado, estos se prolongan hasta que termine el proceso de compostaje, los resultados obtenidos son los siguientes:

**Tabla N° 18: Temperatura y pH del lixiviado de las 4 canecas mezclados**

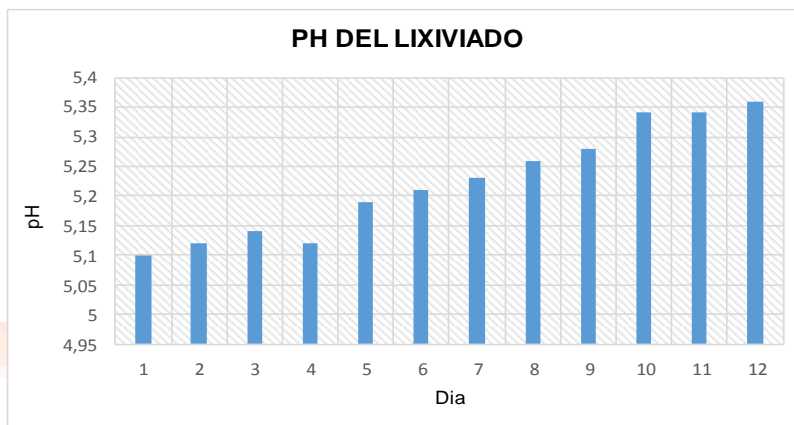
FECHA	PARAMETRO	UNIDAD	VALOR
21-10-2013	Temperatura	°C	24,4
	pH	Unidades	5,10
22-10-2013	Temperatura	°C	26,8
	pH	Unidades	5,12
23-10-2013	Temperatura	°C	29,2
	pH	Unidades	5,14
24-10-2013	Temperatura	°C	28,7
	pH	Unidades	5,12
25-10-2013	Temperatura	°C	25,8
	pH	Unidades	5,19
28-10-2013	Temperatura	°C	26,0
	pH	Unidades	5,21
29-10-2013	Temperatura	°C	26,9
	pH	Unidades	5,23
30-10-2013	Temperatura	°C	34,9
	pH	Unidades	5,26
01-11-2013	Temperatura	°C	30,1
	pH	Unidades	5,28
02-11-2013	Temperatura	°C	28,1
	pH	Unidades	5,34
03-11-2013	Temperatura	°C	30,4
	pH	Unidades	5,34
04-11-2013	Temperatura	°C	36,2
	pH	Unidades	5,36

**Grafica N°11: Movimiento de Temperatura.**





**Grafica N°12: Movimiento del pH.**



**Nota:** El 14 de Octubre del 2013 se observa esporulación de algún tipo de microorganismos en los residuos en la parte superior de la caneca 1. Los gusanos presentes en los residuos depositados en esta caneca se encuentran inmóviles (muertos) con síntomas de esporulación alrededor del cuerpo, se toman muestras de la esporulación situada en los gusanos y los residuos para tratar de identificar el microorganismo.

**Foto N°15: Presencia de esporulación de algún tipo de microorganismo.**



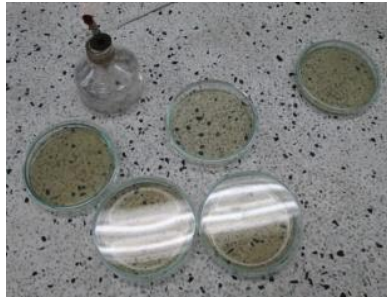
El 14 de Octubre del 2013 se prepara medio de cultivo (Agar Ogy) y se le agrego oxitetraciclina 10ml/1 litro, se deja enfriando y solidificando en 5 cajas Petri a temperatura ambiente.

## PROCEDIMIENTO DE LABORATORIO.

**Anexo 1:** 14 de Octubre del 2013.

- 100ml de Agar Ogy y se distribuye en 5 cajas Petri y se dejan enfriar y solidificar.

Foto N°16: Medio de Cultivo.



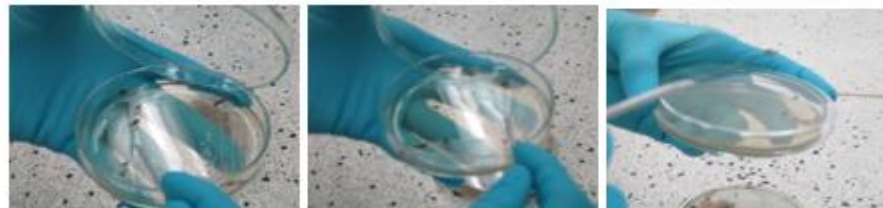
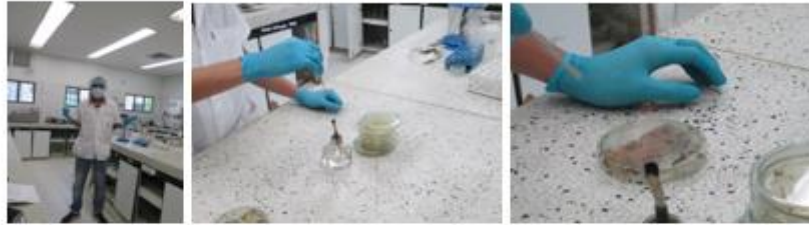
- Se traslada una caja Petri estéril a la biofabrica para la extracción de las muestras de la esporulación en los gusanos y residuos.

Foto N°17: Extracción de la muestra.



- Se cojeen 4 cajas Petri de las 5 que se dejaron solidificando y se les inocula la muestra tomada del gusano y en la faltante la muestra extraída de los residuos.

Foto N°18: Inoculación de la muestra en el medio de cultivo.



- Se deja encubando la muestra inoculada en el medio de cultivo por 4 días a temperatura ambiente.

Foto N°19: Incubación de la muestra.



## IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA – 18 de Octubre del 2013

**Insumos:** Alcohol Cetona, Safranina y Lugol.

**Materiales:** Porta objetos, Aza, Cubre Objetos y Mechero.

**Equipos:** Microscopio Electrónico.

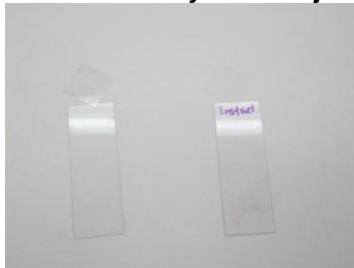
Foto N°20: Materiales, insumos y equipos utilizados para la identificación.



### PROCEDIMIENTO:

- Se desinfecta la porta y cubre objetos.

Foto N°21: Porta y Cubre objetos.





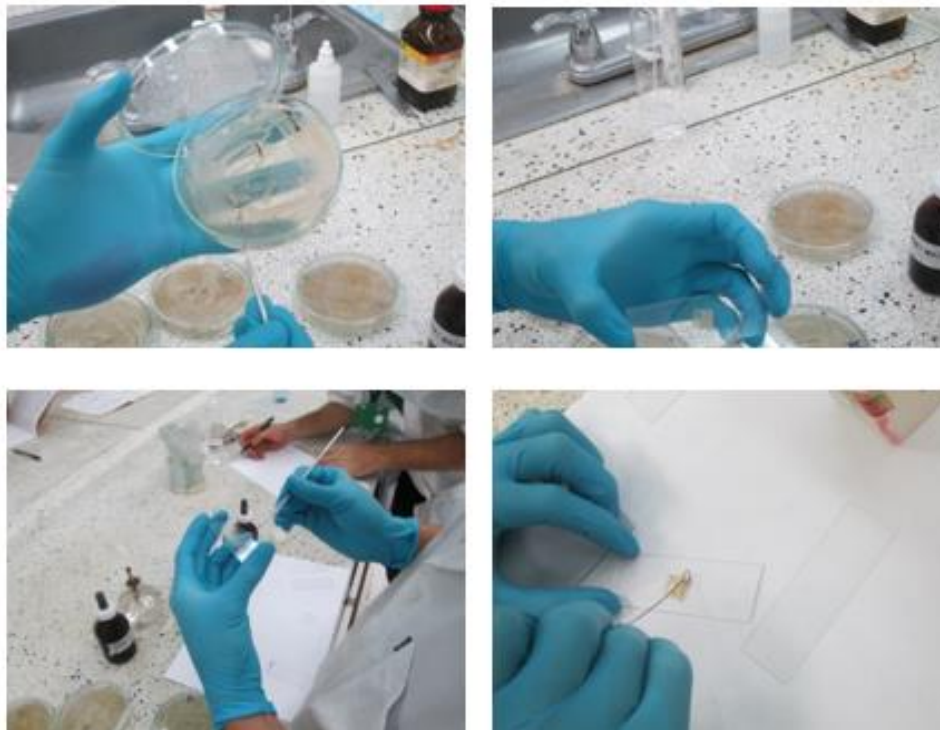
- Se esteriliza el Aza.

Foto N°22: Esterilización del Aza.



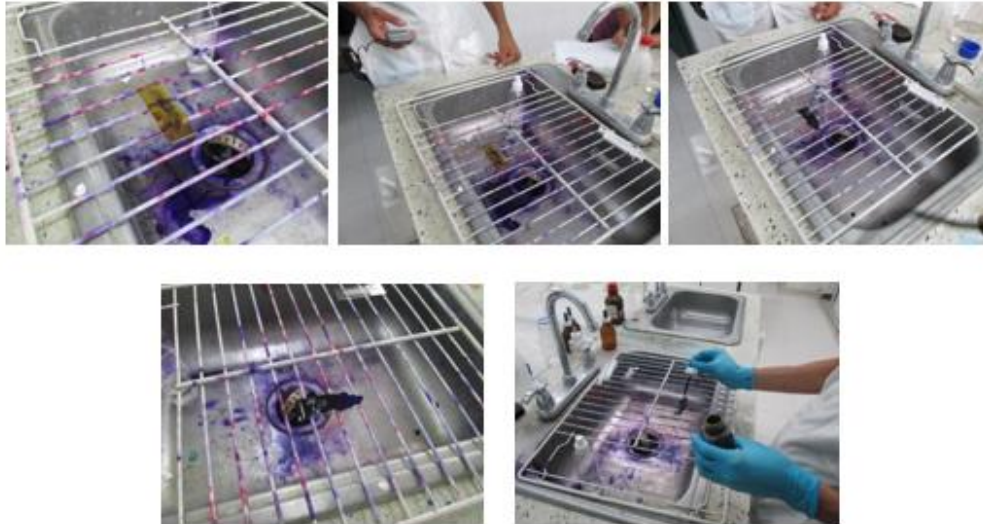
- Se recolecta la muestra de la caja de Petri con el Aza y se deposita en la porta objetos.

Foto N°23: Extracción de la muestra.



- Se procede a realizar una coloración con cristal violeta por 1 minuto, se lava con agua destilada.
- Se aplica Lugol por 1 minuto y se lava con agua destilada.
- Se aplica alcohol cetona por 15 segundos y se lava con agua destilada.
- Se aplica Safranina por 1 minuto, se lava con agua destilada y se le coloca el cubre objetos.

Foto N°24: Titulación de la Muestra.



- Se lleva al microscopio electrónico.

Foto N°25: Identificación en Microscopio.

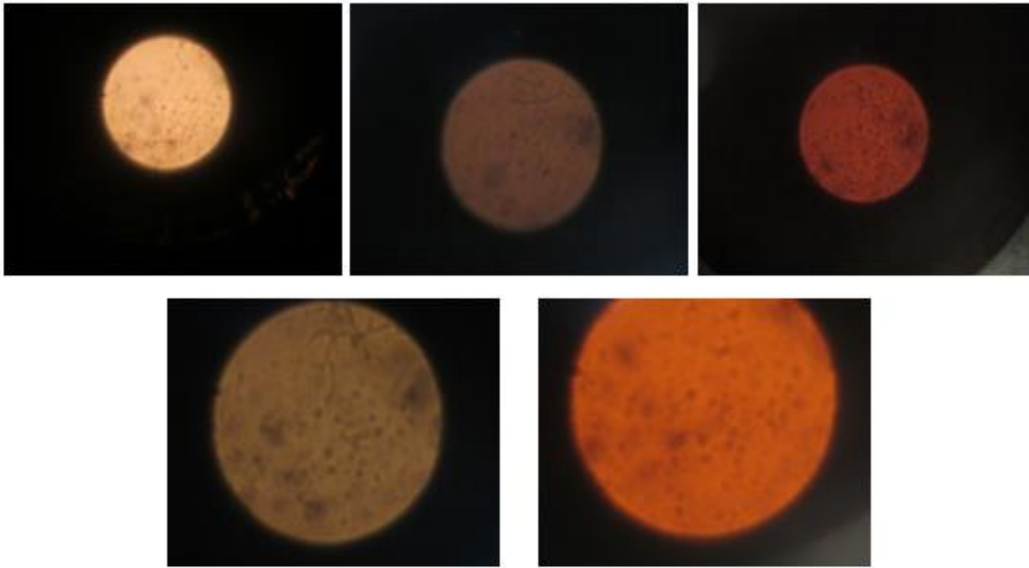


## RESULTADO:

De los 4 lentes que tiene el microscopio electrónico solo el lente con el aumento 100x/1,25 oíl se descubre estreptococos Gram positivo.



Foto N°26: Microorganismo Identificado.



Estos microorganismos son esféricos, pertenecientes al Filo Firmicutes (del latín firmus="fuerte y cutis=piel) y al grupo de las bacterias Acido Lácticas.

Estas bacterias crecen en cadenas o pares, donde cada división celular ocurre a lo largo de un eje.

Algunos son estrictos de origen ambiental y otros microbiota intestinal y tracto respiratorio superior.

Universidad Nacional  
Abierta y a Distancia

## PROCESO DE TRANSFORMACION DE LOS RESIDUOS ORGANICOS

El 18 de Octubre del 2013 se extraen los lixiviados de las 4 canecas, se afora la cantidad de líquido que queda y se deposita en otra caneca. Los residuos son transportados al lugar de preparación, donde son mezclados con 80 kilos de tierra negra y 20 kilos de ceniza. La mezcla queda con una altura de 20 cm, se cubre con un plástico negro para aumentar la temperatura del medio y proteger de las condiciones del clima.

Foto N°27: Mezcla de los Residuos con ceniza y tierra.



Día de por medio se realiza una oxigenación del proceso, el cual se implementa mediante el volteo de la pila, puesto que es una proceso aerobio.



Foto N°28: Oxigenación del Medio.



Diariamente se miden los cambios de temperatura Arriba de la pila (20 cm), temperatura mitad de la pila (10 cm) y pH de la pila:

Foto N°29: Medición de PH y Temperatura.

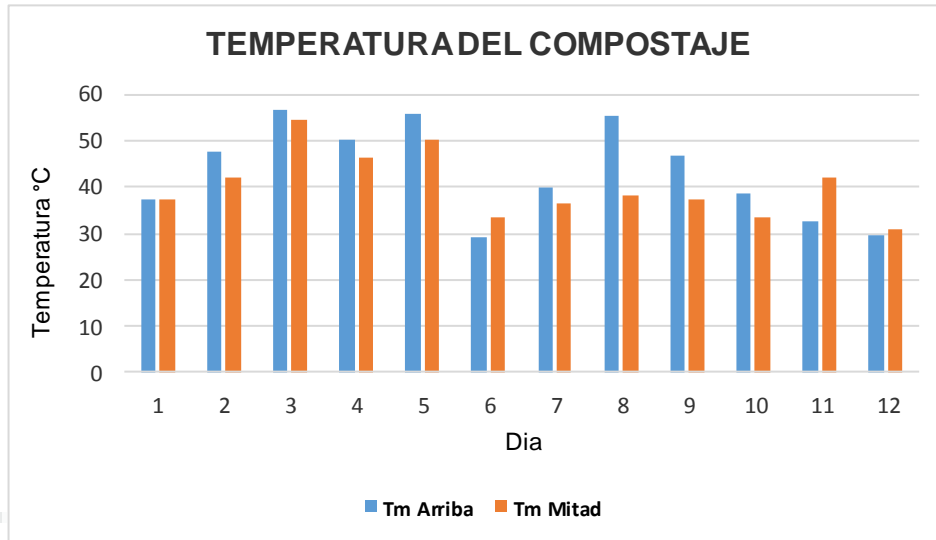




Tabla N° 19 Temperatura y pH de los Residuos Orgánicos en la fase de Compostaje.

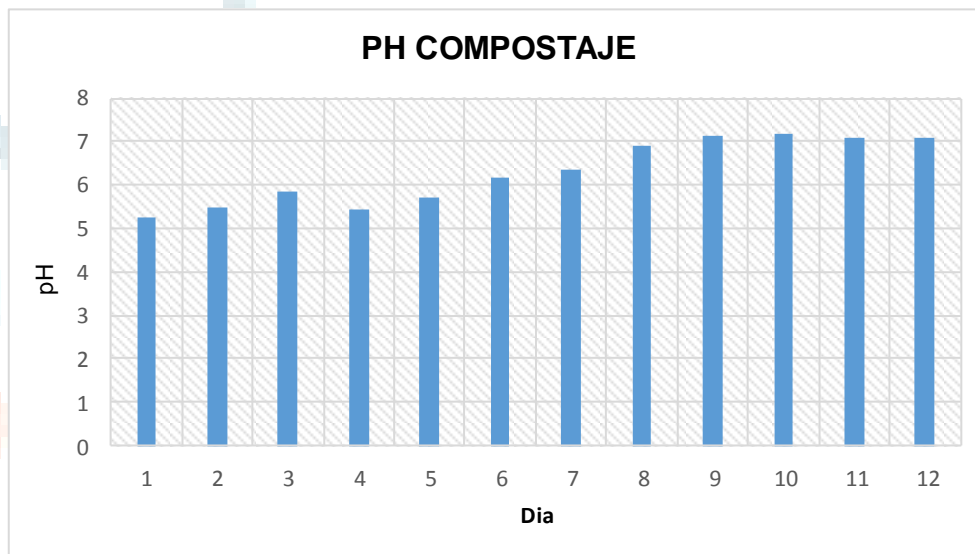
FECHA	PARAMETRO		UNIDAD	VALOR
21-10-2013	Temperatura	Arriba de la pila.	°C	37,2
		Mitad de la pila	°C	37,4
	pH		Unidades	5,23
22-10-2013	Temperatura	Arriba de la pila.	°C	47,7
		Mitad de la pila	°C	42,2
	pH		Unidades	5,50
23-10-2013	Temperatura	Arriba de la pila.	°C	56,8
		Mitad de la pila	°C	54,3
	pH		Unidades	5,84
24-10-2013	Temperatura	Arriba de la pila.	°C	50,1
		Mitad de la pila	°C	46,3
	pH		Unidades	5,44
25-10-2013	Temperatura	Arriba de la pila.	°C	55,8
		Mitad de la pila	°C	50,1
	pH		Unidades	5,72
28-10-2013	Temperatura	Arriba de la pila.	°C	29,2
		Mitad de la pila	°C	33,3
	pH		Unidades	6,15
29-10-2013	Temperatura	Arriba de la pila.	°C	40,0
		Mitad de la pila	°C	36,6
	pH		Unidades	6,34
30-10-2013	Temperatura	Arriba de la pila.	°C	55,3
		Mitad de la pila	°C	38,2
	pH		Unidades	6,88
01-11-2013	Temperatura	Arriba de la pila.	°C	46,6
		Mitad de la pila	°C	37,2
	pH		Unidades	7,11
02-11-2013	Temperatura	Arriba de la pila.	°C	38,5
		Mitad de la pila	°C	33,5
	pH		Unidades	7,20
03-11-2013	Temperatura	Arriba de la pila.	°C	32,5
		Mitad de la pila	°C	42,1
	pH		Unidades	7,08
04-11-2013	Temperatura	Arriba de la pila.	°C	29,6
		Mitad de la pila	°C	31,0
	pH		Unidades	7,10

Grafica N°13: Movimiento de Temperatura.



**Nota:** El día 28 de Octubre por condiciones climáticas la pila se mojó, al observar la humedad al interior de la pila esta aumenta, la temperatura disminuye bajando la esporulación de microorganismos presentada en la pila de compostaje. (Grafica 13)

Grafica N°14: Movimiento del pH.



El 30 de Octubre la mezcla del compostaje es llevada bajo techo para protegerla de las condiciones climáticas (lluvia), el compostaje se deja destapado para que empiece el enfriamiento y maduración de la pila o compostaje:



Foto N°30: Enfriamiento y maduración del Compost.



El día 04 de Octubre de 2013 se filtra el compostaje con una malla fina para darle una granulometría apropiada.

Foto N°31: Proceso de Zaranda.



Se separa el material que no ha terminado su proceso de compostaje.



**Foto N°32: Material que no pasa por la Zaranda.**



En la fase de transformación de los 400 kilos de residuos que se mezclaron con 80 kilos de tierra y 20 kilos de ceniza, se obtuvieron 120 kilos de abono y 39 kilos de residuo que todavía no han terminado el proceso de compostaje, el material zarandeado se empaca en bultos de 50 kilos.

**Foto N°33: Empacado del Compost.**



Se extrae una muestra de 1 libra, la cual se afora y se traslada al laboratorio para los análisis bromatológico y Microbiológico:

**Foto N°34: Extracción de la Muestra de Compost.**



# LABORATORIO AGROANALISIS RESULTADOS DEL CONTENIDO FISICO-QUIMICO Y MICROBIOLÓGICO DEL COMPOST O ABONO.



**AGROANÁLISIS**  
**SERVICIOS AGROPECUARIOS**  
**LABORATORIO DE SUELOS,**  
**AGUAS Y FOLIARES**  
NT. 19 370 708 - 1

Asesorías Técnicas  
Análisis Fisicoquímicos y Microbiológicos  
Estamos en proceso de Acreditación, para  
Certificarnos en ISO 9001 e ISO 14005

Ibagué, Noviembre 8 de 2013.

Señor:  
**JONHSON POWER ANDRADE O.**  
Ibagué, Tolima.

Ref.: Muestra 1443: Composta de Residuos Orgánicos

**CENTRO AGROPECUARIO LA GRANJA-SENA**

PARÁMETROS	UNIDADES	1443 VALOR
Humedad	%	11.56
Carbono Orgánico Total	% C.O.	33.6
Nitrógeno Total	% N.	2.56
Relacion C/N.	Unidades	13.6
Materia Orgánica	%	54.6
Azufre	% S	0.11
Fósforo	% P	0.28
Potasio	% K	1.10
Calcio	% CaO	19.41
Magnesio	% MgO	3.36
Hierro	% Fe	0.16
Manganeso	ppm Mn	212
Cobre	ppm Cu	26.7
Zinc	ppm Zn	107
Boro	ppm B	161.0

El valor de la Humedad corresponde a los volátiles presentes y al agua de la muestra.



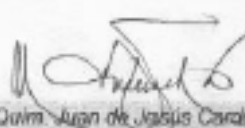
**AGROANALISIS**  
**SERVICIOS AGROPECUARIOS**  
**LABORATORIO DE SUELOS,**  
**AGUAS Y FOLIARES**  
NIT. 19 370 708 - 1

Aseorías Técnicas  
Análisis Fisicoquímicos y Microbiológicos  
Estamos en proceso de Acreditación, para  
Certificarnos en ISO 9001 e ISO 14005

**RESULTADOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS.**

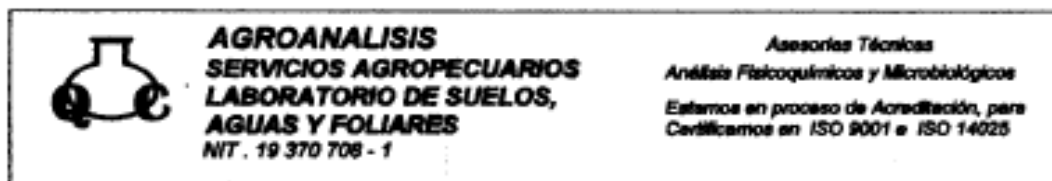
<b>PARÁMETROS</b>	<b>Unidades</b>	<b>No. 1443 Recuento</b>
<i>SCHAROMICES CEREVICIAE</i>	UFC/100 gr.	1000
Mesófilos Totales	UFC /100 gr	215000
<i>Pseudomonas s.p.</i>	UFC/100 gr.	Negativas
Hongos y Levaduras	UFC/100 gr	35000

Cordialmente,

  
AGROANALISIS  
SERVICIOS AGROPECUARIOS  
LABORATORIO DE SUELOS  
NIT 19.370.708-1  
ESPECIAL TOLIMA  
Quim Juan de Jesús Cavalaza Vela  
Jefe de Laboratorio.

Km. 10 vía Espinal-Ibagué – Sector Marañones  
Tel: 2 07 52395 Cel: 312 510 6844 , 311 593 0240

## LABORATORIO AGROANALISIS RESULTADOS OBSERVACIONES DEL LABORATORIO SOBRE LOS ANALISIS DEL LIXIVIADO Y COMPOST.



Ibagué, Noviembre 8 de 2013.

Señor:  
**JOHNSON POWER ANDRADE O.**  
Ibagué, Tolima.

### Observaciones al Producto Obtenido:

Con base en los resultados obtenidos del compostado, se deduce que en comparación con otros compostados de este tipo, la concentración de los nutrientes es mayor, el tiempo de fermentación se debe disminuir, las características físicas de porosidad, capacidad de retención de humedad y densidad son mejores que los otros debido al proceso de fermentación regulado por una alta concentración de microorganismos, que aceleran el proceso, generando mayor biomasa y disponibilidad del nutriente para la absorción por parte de la raíz de las plantas.

Un compostado generalmente muestra una relación C/N muy amplia, este muestra una relación estrecha, por la alta concentración de Nitrógeno, una relación calcio magnesio de 6:1, permitiendo una aplicación de Magnesio al cultivo aplicado con este material, como coadyuvante en el proceso de fotosíntesis por parte de la planta.

Vale resaltar la concentración de los micro elementos como Cu, Zn, Fe, Mn y B. niveles adecuados para un cultivo orgánico aplicado con este material en concentración máxima de 2 Ton/Ha, y no cantidades exageradas en compostados de otro tipo que llegan a ser del orden de 4 a 5 Ton/Ha.

En general es un buen producto, Orgánico en su composición, no adicionados de componentes inorgánicos ni de productos de síntesis química.

En la presentación del Lixiviado, un inconveniente para el manejo, sería la densidad del producto y el grado de fermentación pues se encontraba en la etapa de <Fermentación tumultuosa, quiere decir esto que el producto es joven y hay que darle tiempo a que finalice el proceso de mayor degradación o actividad microbiana para la comercialización.

En este punto el lixiviado debe presentar una mayor sedimentación de productos al momento del reposo, lo que molestaría al momento de la aplicación al complicar la aplicación por boquillas de baja presión.

No sucedería lo mismo si se pudiera aplicar con aspersores de alta como en el caso de las avionetas.

Especial para la aplicación en pasturas y lotes de potreros ganaderos, en renovación y desarrollo de pasturas.

**AGROANÁLISIS**  
SERVICIOS AGROPECUARIOS  
LABORATORIO DE SUELOS, AGUAS Y FOLIÁRES  
NIT. 19.370.708-1  
Quim. Juan de Jesús Cardozo  
Jefe de Laboratorios.

Km. 10 vía Espinal-Ibagué – Sector Miraflores  
Tel: 2 67 52395      Cel: 312 510 6644    311 593 0240

## CRONOGRAMA

CRONOGRAMA DE GANTT. REGISTRO SEMANAL DE ACTIVIDADES										
ACTIVIDADES	MES	1		2				3		
	SEMANA	3	4	1	2	3	4	1	2	3
	P/E									
Alimentación y Multiplicación del E.M.	P									
	E									
Recolección De Residuos	P									
	E									
Tratamiento De Los Residuos	P									
	E									
Transformación De Los Residuos	P									
	E									
Análisis De Temperatura y pH.	P									
	E									
Oxigenación Del Medio.	P									
	E									
Zarandear el compost.	P									
	E									
Análisis Bromatológico.	P									
	E									
Análisis Microbiológico.	P									
	E									
Tabulación de la Información y Socialización.	P									
	E									

P= PROGRAMADO.      E= EJECUTADO.

**OBSERVACIONES:**

### RESULTADOS O PRODUCTOS ESPERADOS

**Generación de nuevo conocimiento:**

Resultado/Producto esperado	Indicador	Beneficiario
Documento diagnostico	Documento escrito	Comunidad universitaria

**Fortalecimiento de la Comunidad científica:**

Resultado/Producto esperado	Indicador	Beneficiario
Fortalecimiento de la Investigación en el CEAD.	Participación de grupos y semilleros de investigación.	Estudiantes e Investigadores.

## Apropiación Social del Conocimiento:

Resultado/Producto esperado	Indicador	Beneficiario
Protocolo de tratamiento y transformación de los residuos orgánicos.	Cantidad de residuo tratado y compost elaborado.	Población objeto de estudio, Comunidad universitaria, etc.
Identificación del movimiento de temperaturas y pH durante los procesos de tratamiento y transformación de los residuos sólidos orgánicos.	Análisis de temperatura y pH.	Población objeto de estudio, Comunidad universitaria, etc.
Contenido nutricional y microbiológico del compost y lixiviado.	Análisis bromatológico y microbiológico.	Población objeto de estudio, Comunidad universitaria, etc.

## Impactos esperados:

Impacto esperado	Plazo (años) después de finalizado el proyecto: corto (1-4 ) mediano (5-9) largo (10 o más)	Indicador verificable	Supuestos*
Reducir las cargas contaminantes de los residuos orgánicos en el medio ambiente.	Corto plazo , se estima que los resultados esperados y ajustes necesarios no superen los 4 meses	Porcentaje en kilos de residuos sólidos orgánicos tratados.	No contaminar el medio ambiente en el proceso de tratamiento del residuo.
Mejoramiento en las propiedades físico-química y biológica de los suelos.	Corto plazo, se estima que los resultados esperados y ajustes necesarios no superen los 4 meses.	Porcentaje en kilogramos de compost producido y aplicado.	Compost con buen contenido nutricional y microbiológico.

## PRESUPUESTO

### Presupuesto Total del Proyecto:

RUBRO	DESCRIPCION	VALOR EN MILES DE \$
Equipo Humano		
Equipos y Software	1 pH-metro, 1 termómetro para	350.000



	suelos y 1 termómetro para líquidos.	
Viajes y Salidas de Campo	Desplazamiento del casco urbano de la ciudad de Ibagué al municipio del Espinal del responsable de la toma de decisiones en el proyecto así como su alimentación.	900.000
Materiales y suministros	Para suelos, 6 canecas de 55 galones, 1 carretilla, 100 litros de EM, 2 palas, 2 plásticos de 3x3, 2 análisis microbiológico y 2 bromatológicos.	1.824.000
Bibliografía		
Servicios Técnicos	Responsable del proyecto.	1.200.000
Socialización de Resultados a la Comunidad Unadista	Papelería, poster publicitario y video vean.	80.000
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 4.354.000</b>

## Universidad Nacional

### Descripción del equipo humano y su dedicación:

NOMBRE	TÍTULO	FUNCIÓN	DEDICACIÓN (#HORAS/SEMANA)	CEAD
Yonhson Power Andrade Ordoñez	Agrónomo.	Líder del proyecto.	56	Ibagué
<b>SUBTOTAL</b>				

**Descripción y justificación de compra de equipos y software que se planea adquirir (En miles de \$):**

<b>DESCRIPCION DEL EQUIPO</b>	<b>JUSTIFICACION</b>	<b>VALOR EN MILES DE \$</b>
1 PH-metro	Para medir los valores del pH durante todo el proceso.	200.000
1 Termómetro para suelos	Para medir los valores de temperatura en el proceso de elaboración del compost.	80.000
1 Termómetro para	Para medir los valores de temperatura del lixiviado.	70.000
<b>SUBTOTAL</b>		<b>350.000</b>

**Descripción y justificación de los viajes (en miles de \$):**

<b>DESCRIPCION DEL VIAJE</b>	<b>JUSTIFICACION</b>	<b>VALOR EN MILES DE \$</b>
Desplazamiento del casco urbano de la ciudad de Ibagué al municipio del espinal.	Actividad necesaria para llevar acabo la ejecución del proyecto.	600.000
Alimentación del encargado del proyecto.	Actividad necesaria para llevar acabo la ejecución del proyecto.	300.000
<b>SUBTOTAL</b>		<b>900.000</b>

**Materiales y suministros (en miles de \$):**

<b>MATERIALES*</b>	<b>JUSTIFICACIÓN</b>	<b>VALOR</b>
6 canecas de 55 galones litros.	Para el tratamiento de los residuos orgánicos.	420.000
1 carretilla	Para el transporte de los residuos orgánicos.	110.000
100 litros de E.M (Microorganismos Eficientes).	Probioticos encargados de descomponer los residuos orgánicos.	500.000
2 palas.	Para la mezcla de los residuos.	30.000
2 Plástico 3x3 metros	Para acelerar el proceso de	14.000

	compostaje.	
2 análisis microbiológicos	Para determinar el contenido de microorganismos presentes en el compost y en el lixiviado.	360.000
2 análisis bromatológicos	Para determinar el contenido nutricional presentes en el compost y en el lixiviado.	360.000
1 bulto de cal agrícola	Para corregir el pH.	30.000
<b>SUBTOTAL</b>		<b>1.824.000</b>

**Servicios Técnicos (en miles de \$):**

TIPO DE SERVICIO	JUSTIFICACIÓN	VALOR
Responsable del proyecto.	Encargado de oxigenar el proceso, tomar los valores de las variables, mezclar los residuos, mezclar el compost, tomar las muestras para el laboratorio.	<b>1.200.000</b>
<b>SUBTOTAL</b>		<b>1.000.000</b>

**Socialización de Resultados Comunidad Unadista (en miles de \$):**

TIPO DE SERVICIO	JUSTIFICACIÓN	VALOR
Papelería	consolidación de informe final	20.000
Poster publicitario	ayuda visual en socialización de propuesta	50.000
Video Vean	ayuda visual en socialización de propuesta	10.000
<b>SUBTOTAL</b>		<b>80.000</b>

## CONCLUSIONES

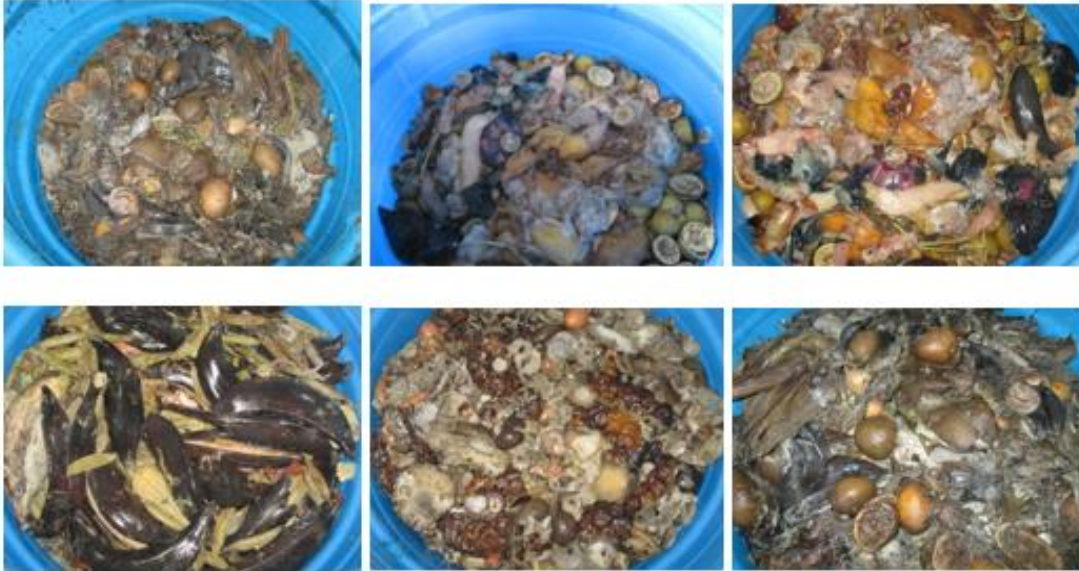
- Después del 4 día de tratamiento, se empiezan a ver la esporulación de los microorganismos presentes en las canecas y encargados de descomponer los residuos.

Foto N°35: Esporulación de Microorganismos en los Residuos.



- La temperatura en cada una de las canecas se comportó de acuerdo a la temperatura ambiente de la región. (Graficas 3, 5, 7, 9.)
- A medida que el proceso va en evolución el pH se va tornando neutro. (Graficas 4, 6, 8,10.)
- Los olores fuertes son suprimidos y los residuos se comprimen en un 50 %.

Foto N°36: Residuos al terminar la fase de tratamiento del proceso.



- En cada una de las canecas se aplicó 20 litros de pro bióticos, ósea 80 litros por los 4 recipientes, al extraer los residuos de la caneca para hacer su debida preparación o transformación en abono, quedan 95 litros de lixiviado.
- El lixiviado resultante del proceso se puede considerar como un bioabono líquido orgánico, puesto que tiene concentraciones de nutrientes y de microorganismos que son útiles para las plantas según análisis de laboratorio.
- El lixiviado al final del proceso queda inoculado con microorganismos y puede ser reutilizado como pro biótico para el tratamiento de residuos orgánicos nuevos según lo planteado por los resultados de laboratorio.
- A medida que el proceso de descomposición del material orgánico en el lixiviado va en evolución el pH se va aproximando a neutro, el medio mantiene a temperatura ambiente. (Graficas 11 y 12).
- Según las pruebas hechas a los gusanos y residuos que presentaban esporulación, en el laboratorio de agroindustria del Centro Agropecuario “La Granja”, se identificaron estreptococos Gram positivos, en esta familia encontramos las bacterias ácido lácticas, bacilos sp, microorganismos capaces de transformar residuos sin la producción de gas y organismos capaces de enfermar al ser humano generando brotes y granos en su piel o alojándose en el sistema respiratorio superior, por tal motivo es necesario la utilización de equipos de protección personal como guantes, tapabocas, etc.
- Las temperaturas más altas alcanzadas durante el proceso de transformación se dieron los primeros 5 días de compostaje. (Grafica 13).

- A medida que va evolucionando la fase de transformación de los residuos en el compostaje el pH se va corrigiendo llegando a neutro. (Grafica 14)
- Durante todo el proceso de compostaje es indispensable la utilización de algún material o sistema de protección del compost contra las condiciones del tiempo (lluvia) para que estas no influyan negativamente en el proceso.
- La fase de tratamiento y transformación de los residuos orgánicos se demoró 28 días, en las cuales se trató 400 kilos de residuo, dejando 120 kilos de abono, 39 kilos de residuos con una descomposición del 80% y 95 litros de abono líquido o pro biótico.
- Al finalizar los procesos de tratamientos y transformación de los residuos orgánicos, el abono resultante de estos procesos queda con unas características físicas y microbiológicas importantes para los procesos de recuperación y conservación del suelo en sistemas Agropecuarios de acuerdo a los resultados de laboratorio.
- Esta investigación ofrece parámetros técnicos para ser articulada a nuevas investigaciones acordes, como multiplicación de micorrizas, inoculación de microorganismos benéficos en el abono, nutrición de los cultivos con insumos orgánicos, entre otros procesos investigativos que se están implementando desde hace 6 años en la unidad de bioinsumos, formando a los aprendices del Centro Agropecuario.
- Los resultados de esta investigación quedan de base como alternativa de tratamiento de residuos sólidos orgánicos, no contaminante con el medio ambiente durante el proceso.

Universidad Nacional  
Abierta y a Distancia



## BIBLIOGRAFIA

- Elba Gaggero, Marcelo Ordoñez (n.d.). Gestión integral de residuos sólidos urbanos. Extraído el 29 de marzo del 2013 desde [http://www.arborea.com.ve/gestion\\_desechos.pdf](http://www.arborea.com.ve/gestion_desechos.pdf)
- Castro, M. 1993. Estudio de la melaza de caña como sustrato de la fermentación Acetobutilica. Tesis Pregrado Ingeniería Química. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería. Bogotá, Colombia. 3-35p.
- Organización Panamericana de la Salud, “Guía metodológica para la preparación de planes directores del manejo de los residuos sólidos municipales en ciudades medianas”. Washington, D.C., Organización Mundial de la Salud, 2002.
- Webmaster, (2009, 06 de julio). Microorganismos eficientes (EM). Extraído el 07 de abril del 2013 desde [http://www.laganaderia.org/15/index.php?option=com\\_content&view=article&id=114:mi-croorganismos-eficientes&catid=1:timas&Itemid=41](http://www.laganaderia.org/15/index.php?option=com_content&view=article&id=114:mi-croorganismos-eficientes&catid=1:timas&Itemid=41)
- Secretaria general de la alcaldía mayor de Bogotá D.C., (1993, 22 DE DICIEMBRE). Extraído el 10 de marzo del 2013 desde <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=297>
- Ministerio relaciones exteriores reino de los países bajos, (n.d.). Producción más limpia. Extraído el 2 de abril del 2013 desde <http://www.comprasresponsables.org/adjuntos/Produccion-mas-limpia.pdf>
- Joan Arroyave, Luis Garcés. (2006). Tecnologías ambientalmente sostenibles. Extraído el 20 de mayo del 2013 desde [http://www.lasallista.edu.co/fxcul/media/pdf/RevistaLimpia/vol1n2/pl\\_v1n2\\_78-86\\_tecnolog%C3%ADas.pdf](http://www.lasallista.edu.co/fxcul/media/pdf/RevistaLimpia/vol1n2/pl_v1n2_78-86_tecnolog%C3%ADas.pdf)
- Daniel Sztern, Miguel Pravia. (n.d.). Manual para la elaboración de compost bases conceptuales y procedimientos. Extraído el 2 de marzo del 2013 desde <http://www.bvsops.org.uy/pdf/compost.pdf>