

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK



FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

“Biotratamiento de Residuos Sólidos Orgánicos generados en el proceso de purificación de aceite comestible de la empresa INTELIFUEL CIA LTDA, año 2012-2013”

Realizado por:

LISTH CARMEL REVELO VELASCO

Director del proyecto:

ING. ANA LUCÍA RODRIGUEZ

Como requisito para la obtención del título de:

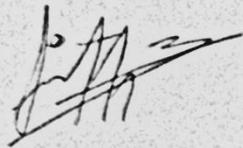
INGENIERA AMBIENTAL

2013

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, LISTH CARMEL REVELO VELASCO, con cédula de identidad # 172388864-8 declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional; y, que ha consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.



Lish Carmel Revelo Velasco

C.C.: 172388864-8

**DECLARATORIA PROFESORES TRIBUNALES
LOS PROFESORES INFORMANTES**

Los Profesores Informantes:

ING. ANA RODRIGUEZ

DR. CARLOS ORDÓÑEZ

ING. KARLA LAVANDA

Después de revisar el trabajo presentado, por el alumno

LISTH CARMEL REVELO VELASCO

lo han calificado como apto para su defensa oral ante

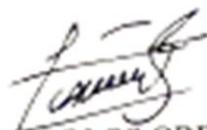
el tribunal examinador



ING. KARLA LAVANDA



ING. ANA RODRIGUEZ



Dr. CARLOS ORDÓÑEZ

DEDICATORIA

A mis padres y hermano por su apoyo incondicional, gracias a ellos continúo construyendo mis sueños.

AGRADECIMIENTOS

Primero a Dios por permitirme llegar a cumplir uno de mis sueños.

A mis padres por su apoyo incondicional durante todo el trayecto de mi vida y mantenerme siempre en pie.

A mis amigos que fueron luces puestas en el camino.

A todos los docentes la UISEK que contribuyeron, así sea la más mínima dudas.

A todo mi tribunal que siempre estuvo para guiarme con paciencia y siempre buscar soluciones.

Un agradecimiento especial a Ing. Katty Coral por ser el mejor ejemplo de una ingeniera con soluciones prácticas y siempre con amor.

INDICE

CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1.1.1. Diagnóstico del problema	1
1.1.1.2. Pronóstico	2
1.1.1.3. Control de pronóstico	2
1.1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.1.3. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.1.4. OBJETIVO GENERAL.....	3
1.1.5. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	4
1.1.6. JUSTIFICACION	4
1.2. MARCO TEORICO	5
1.2.1. Estado actual de conocimiento sobre el tema	5
1.2.2. Marco conceptual.....	6
1.2.2.1. Residuos sólidos	6
1.2.2.2. Residuo putrescible.....	6
1.2.2.3. El compostaje:	8
1.2.2.4. Molinos:.....	9
1.2.2.5. Compactadores:	10
1.2.2.6. Incineración:	10
1.2.2.7. Conversión de basura en energía:	10
1.2.2.8. Procedimientos por vía seca	11
1.2.2.9. Procedimientos por vía húmeda.....	11
1.2.2.10. Biodigestión anaerobia	11
1.2.2.11. Los residuos como fuente de alimento animal	12
1.2.3. ADOPCIÓN DE UNA PERSPECTIVA TEÓRICA	12
1.2.4. MARCO CONCEPTUAL.....	13
1.2.4.1. Biodegradabilidad:.....	13
1.2.4.2. Vertedero:	13

1.2.4.3.	Contaminación:.....	13
1.2.4.4.	Valorización de residuos:	14
1.2.4.5.	Residuo Sólido Orgánico.....	14
1.2.4.6.	Microrganismos	14
1.2.4.7.	Compost.....	14
1.2.4.8.	Aerobio	14
1.2.4.9.	Aireación:	15
1.2.4.10.	Temperatura:.....	16
1.2.4.10.1.	Fases de temperatura	17
1.2.4.10.2.	Mesófila:	17
1.2.4.10.3.	Termófila:	17
1.2.4.10.4.	Enfriamiento:	17
1.2.4.10.5.	Maduración:	18
1.2.4.10.6.	Humedad:.....	18
1.2.4.11.	Relación de la pila, acidez o pH:	19
1.2.4.11.1.	Mesófila:	19
1.2.4.11.2.	Termófila:	19
1.2.4.11.3.	Maduración:	20
1.2.4.12.	Relación Carbono/Nitrógeno:.....	20
1.2.5.	HIPÓTESIS.....	22
1.2.6.	IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE VARIABLES	23

CAPÍTULO II **24**

MÉTODO **24**

2.1.	NIVEL DE ESTUDIO.....	24
2.2.	MODALIDAD DE INVESTIGACION	24
2.3.	MÉTODO	25
2.3.1.	Humedad	25
2.3.2.	Temperatura:	27
2.3.3.	Determinación de Carbono:	27
2.3.4.	Determinación de Nitrógeno:.....	29
2.3.5.	pH:.....	33
2.3.6.	Elaboración del compost.....	34

2.3.7. Pasos para la elaboración del compost.....	35
2.4. POBLACIÓN Y MUESTRA	39
2.5. SELECCIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION	40
2.6. VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS.....	40
2.7. PROCESAMIENTO DE DATOS	41
CAPÍTULO III.....	42
RESULTADOS	42
3.1. LEVANTAMIENTO DE DATOS	42
3.1.1. Diagnostico de la empresa	42
3.1.1.1. Descripción de la empresa	42
3.1.1.2. Infraestructura.....	43
3.1.1.3. Datos básicos de la empresa:	44
3.1.1.4. Descripción de los procesos de la empresa.....	45
.....	45
3.1.1.5. Actividades y horarios de la empresa	46
3.1.1.6. Croquis de la ubicación de la empresa – localización	47
3.1.1.7. Normativa	47
3.1.2. Resultados de los Monitoreos diarios	48
3.2. Presentación y análisis de resultados.....	49
3.2.1. Resultados Diarios de pH:.....	51
3.2.2. Resultados de Temperatura:.....	54
3.2.3. Análisis Estadístico	61
CAPITULO IV.....	63
DISCUSIÓN	63
4.1. Conclusiones	63
4.2. Recomendaciones	65
BIBLIOGRAFIA.....	66

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Contenido de Humedad de algunos Residuos Sólidos.....	18
Tabla 2: Relación Carbono Nitrógeno	22
Tabla 3: INTELIFUEL CIA LTDA	44
Tabla 4: Funcionamiento INTELIFUEL CIA LTDA	46
Tabla 5: Resultados de la Caracterización inicial de los residuos sólidos orgánicos de INTELIFUEL. CIA LTDA.	50
Tabla 6: Monitoreo Semanal de Relación Carbono Nitrógeno (C/N)	59
Tabla 7: Caracterización de Producto Final	59
Tabla 8: Análisis Costo Beneficio	59
Tabla 9: Análisis estadístico ANOVA. Temperatura Muestra 1 Vs pH Muestra 1.	61

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Gestión Ambiental de Residuos Sólidos.....	7
Gráfico 2: Fases de Temperatura en el Compostaje	17
Gráfico 3: Determinación de humedad en Residuos Sólidos Orgánicos	26
Gráfico 4: Toma de temperatura.	27
Gráfico 5: Determinación de Carbono	28
Gráfico 6: Digestión de residuos Sólidos Orgánicos	30
Gráfico 7: Destilación de Residuos Sólidos Orgánicos	31
Gráfico 8: Titulación.....	32
Gráfico 9: Determinación de pH.	33
Gráfico 10: Pesaje de residuos sólidos orgánicos	35
Gráfico 11: Capas alternadas de la elaboración del compost.....	36
Gráfico 12: Muestra sin tratamiento	36
Gráfico 13: Recipientes del compost para almacenamiento.	37
Gráfico 14: Ventilación del compostaje.....	37
Gráfico 15: Aireación del compostaje.	38
Gráfico 16: Monitoreo del compost.....	38
Gráfico 17: Diagrama de flujo de INTELIFUEL CIA LTDA	45
Gráfico 17: Monitoreos Diarios de pH del compost sin tratamiento	51
Gráfico 18: Muestra 1 de monitoreo diario de pH del compostaje	52
Gráfico 19: Monitoreos Diarios de pH del compost muestra 2.	53
Gráfico 20: Monitoreos Diarios de pH del compost muestra 3.	54
Gráfico 21: Monitoreos Diarios de Temperatura del blanco. (Testigo).....	55
Gráfico 22: Monitoreos Diarios de Temperatura de la muestra 1.....	56
Gráfico 23: Monitoreos Diarios de Temperatura de la muestra 2.....	57
Gráfico 24: Monitoreos Diarios de Temperatura de la muestra 3.....	58

RESUMEN

En este trabajo se investigará un biotratamiento para los residuos sólidos orgánicos generados en el proceso de purificación de aceite comestible en la empresa INTELIFUEL CIA. LTDA, utilizando la metodología del compostaje, previamente se caracterizarán los residuos orgánicos, determinando parámetros como: densidad, humedad, carbono nitrógeno, temperatura y pH. Estos factores influyen directamente el proceso de compostaje, lo cual se podrá controlar la técnica desde el principio hasta el final. De esta manera se podrá proporcionar un valor agregado a los residuos orgánicos al ser estabilizados y desinfectados los subproductos.

Palabras clave

Compostaje, Biotratamiento, Humus, Residuos.

ABSTRACT

In this paper investigate a biotreatment for an organic solid waste generated in the process of purification the edible oil in the company INTELIFUEL CIA LTDA, using the methodology of composting, previously characterized organic waste, identifying parameters as: density, moisture, carbon to nitrogen, temperature and pH. These factors directly affect the composting process, which technique can be controlled from the beginning to the end. In this way it can provide added value to organic waste to be stabilized and disinfected byproducts.

Key words

Biotreatment, Composting, Humus, Environmental.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1.1. Diagnóstico del problema

El impacto ambiental por la acumulación de residuos sólidos orgánicos es de considerable importancia, ya que son generados continuamente por la población a nivel mundial. En la ciudad de Quito las zonas dedicadas a la disposición final de residuos se encuentran saturadas, presentando gran contenido de desperdicios, entre ellos, restos orgánicos por esta razón es necesario encontrar y aplicar alternativas de eliminación o recuperación de estos para que estas prácticas sean de beneficio ambiental.

En la empresa INTELIFUEL CIA LTDA se almacena este tipo de desechos y de acuerdo a la normativa ambiental local, para realizar una correcta gestión, se debe enviar a un gestor calificado de dichos residuos, lo cual genera costos elevados a la empresa.

Con fin de aprovechar estos residuos debe buscar una alternativa que beneficie al ambiente y a la vez que disminuya los costos de disposición final.

1.1.1.2. Pronóstico

La población mundial cada vez va en aumento y la ciudad de Quito no es la excepción, por lo cual aumenta la generación de residuos sólidos orgánicos, y la mayoría de vertederos en la ciudad no cuentan con alguna preparación previa, por ejemplo, se realizan incineraciones a cielo abierto, este tipo de disposición final no solo genera un impacto paisajístico el impacto paisajístico, sino que también contamina a otros componentes ambientales como son; suelo, agua y aire. Los residuos sólidos orgánicos son ricos en nutrientes para la fertilización de suelos por lo que se estaría desperdiciando valiosos productos por la falta de implementación de tratamientos viables para su aprovechamiento.

Estos residuos sólidos orgánicos una vez revalorizados serán de gran utilidad para actividades de siembra o cosecha. Antes los agricultores pagaban precios muy elevados por productos fertilizantes, con la aplicación de biotratamientos se aprovecharían los restos sólidos orgánicos y se lograría beneficiar el sector agrícola, reduciendo los costos de estos productos de igual manera se contribuiría con la solución a un problema ambiental en crecimiento, como es la acumulación de residuos.

1.1.1.3. Control de pronóstico

La importancia de una buena gestión ambiental de residuos sólidos orgánicos se evidencia en la reducción de impactos significativos en el medio, es necesario atacar el problema desde el origen no solamente en su disposición final sino desde la generación de este residuos por ello se propone como una solución práctica para el inadecuado manejo, un biotratamiento.

El Biotratamiento permitirá el aprovechamiento de los nutrientes para convertir a los residuos orgánicos en un producto con valor agregado y de esta manera disminuir la acumulación de dichos sólidos lo que ayudará a extender la vida de los vertederos.

1.1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo se evitará el mal manejo de residuos sólidos orgánicos generados en el proceso de purificación de aceite comestible en la empresa INTELIFUEL CIA. LTDA?

1.1.3. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo se maneja actualmente el problema de residuos sólidos orgánicos en la empresa INTELIFUEL CIA LTDA?

¿Cuáles son las propuestas técnicas alternativas en cuanto al manejo para residuos sólidos orgánicos en la empresa?

¿Cómo se realiza la implementación del biotratamiento de residuos sólidos orgánicos?

¿Cuál es la efectividad de un Biotratamiento de residuos sólidos orgánicos de la empresa?

¿Cómo aportan los biotratamientos de residuos sólidos orgánicos con la reducción de la contaminación ambiental?

¿Cómo se valorizan los residuos sólidos orgánicos?

1.1.4. OBJETIVO GENERAL

- ✓ Establecer un Biotratamiento para los residuos sólidos orgánicos generados en el proceso de purificación de aceite comestible de la empresa INTELIFUEL CIA. LTDA.

1.1.5. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ✓ Caracterizar las propiedades físico-químicas de los residuos sólidos orgánicos.
- ✓ Cuantificar de residuos sólidos orgánicos
- ✓ Valorizar los residuos sólidos orgánicos
- ✓ Elaborar un compostaje para Residuos Sólidos Orgánicos que cumpla con los parámetros requeridos.
- ✓ Facilitar la gestión de los residuos sólidos orgánicos, reduciendo su peso y volumen, a la vez estabilizarlos y generar un producto útil.
- ✓ Controlar las condiciones necesarias para la elaboración del compostaje, mediante monitoreos.

1.1.6. JUSTIFICACION

En el Ecuador existe un gran problema en cuanto al manejo de residuos sólidos orgánicos ya que no reciben un tratamiento conveniente, ocasionando impactos negativos en el ambiente, para lo cual es necesario desarrollar y aplicar prácticas ambientales, con la finalidad de fomentar la prevención, minimización, control y remediación de la contaminación disminuyendo el consumo de recursos para su disposición final.

En las instalaciones de INTELIFUEL CIA LTDA se encuentran almacenados residuos sólidos orgánicos generados en el proceso de purificación de aceite comestible, los cuales se han convertido en un gran problema debido a la creciente acumulación de los mismos, la empresa desconoce el valor de sus residuos, por lo se originó la necesidad de conocer si estos desechos servirían como abono orgánico.

Por lo tanto, con esta investigación se presentará una alternativa de remediación, con el Biotratamiento de estos residuos, una de las alternativas más utilizadas en el mundo entero es el compostaje que *“es el método indicado para estabilizar y desinfectar subproductos orgánicos con la finalidad de valorizar los residuos orgánicos mediante su empleo como enmiendas de suelos o componentes de sustratos de cultivo”* (Moreno y Moral, 20007).

Con esta técnica se llegara a una solución factible, proporcionando un buen manejo de residuos sólidos orgánicos, aprovechándolos, obteniendo un producto útil, beneficioso de buena calidad y conservación para el entorno, reduciendo gran parte de basura en la cual se encontraban desechos recuperables.

1.2. MARCO TEORICO

1.2.1. Estado actual de conocimiento sobre el tema

INTELIFUEL CIA LTDA contiene los residuos sólidos orgánicos almacenados en sus instalaciones, este tipo de residuos son especiales ya que contienen grandes cantidades de aceites y grasas incorporados, es importante conocer las características principales de cada residuo para poder realizar cualquier tratamiento o disposición final. Según Davis y Masten clasifican al residuo en distintas formas. El punto de origen y la naturaleza son esenciales para una buena gestión de desechos ya que siempre se parte desde la raíz del problema, en cuanto a la clasificación se basa en fracciones orgánicas e inorgánicas, combustible, no combustible putrescible y no putrescible. La clasificación de los residuos sólidos se utiliza para poder conocer y elegir correctamente las opciones de tratamiento, recolección, reciclado y disposición.

1.2.2. Marco conceptual

1.2.2.1. Residuos sólidos

Incluye todo artículo desechado y que se lo puede llamar basura, desechos y residuos.

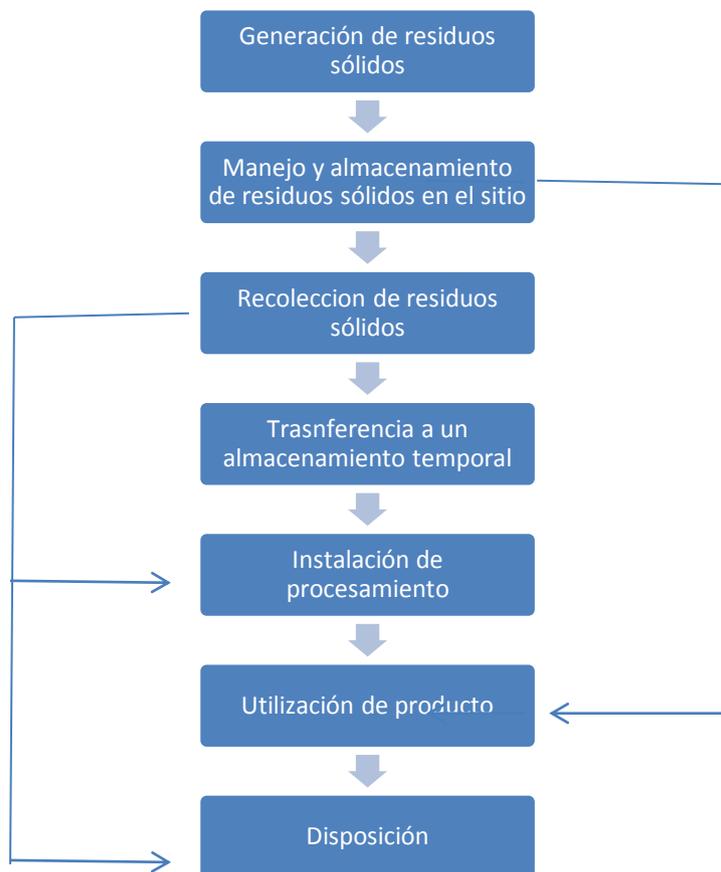
(Davis & Masten, 2005)

1.2.2.2. Residuo putrescible

Es el residuo animal vegetal que resulta del manejo, preparación, cocinado y servido de alimentos; la mayor parte de composición resulta ser materia orgánica degradable y humedad. Las principales fuentes de los residuos putrescibles son las cocinas tanto domésticas como industriales. Este tipo de residuos se descompone con rapidez, en especial en climas calientes que pueden desprender olores molestos. Estos tienen un valor comercial como alimento de animales y como base de alimentos comerciales, sin embargo se puede evitar este uso debido a los problemas ocasionados por las consideraciones de salubridad.(Davis & Masten, 2005)

Es de vital importancia la administración de los residuos sólidos ya que se debe considerar los residuos desde el punto de su generación y disposición final, en la siguiente figura se podrá observar los elementos de administración de residuos sólidos. (Davis & Masten, 2005)

Gráfico 1: Gestión Ambiental de Residuos Sólidos.



Fuente: (Davis & Masten, 2005)

Una vez que se ha generado el residuo en la planta este debe ser procesado con una técnica que sea conveniente para el tipo de residuos que se obtenga. En el primer paso de manejo y almacenamiento se puede incluir algunos procesos como son; de lavado, separación y almacenamiento para reciclar una parte del residuo. El siguiente paso es la recolección de los residuos en recipientes adecuados según el desecho que se manipule, es recolectado para transferirlo a una instalación de procesamiento, en donde se puede incluir reducciones de masa y de volumen, junto con la separación de los diversos componentes susceptibles de ser reutilizados. A este nivel el residuo toma valor comercial y deja de ser residuo, posteriormente se analiza cuáles son las técnicas más factibles para el producto adquirido (Davis & Masten, 2005)

Según Davis & Masten la prevención de la generación de residuos (conservación de recursos) y el aprovechamiento productivo de material residual (recuperación de recursos) representan algunas alternativas para los problemas de la administración de residuos sólidos orgánicos. En algún punto en la historia se ha podido observar que la recuperación de recursos desempeñaba un papel importante en el área de mayor influencia del medio industrial. Hasta mediados del siglo XX, la recuperación de desechos, consistía en realizar un reprocesamiento de residuos para recuperar una materia prima original, lo que ahora en la actualidad es llamado al proceso como; reciclaje, de esta manera los residuos domésticos eran una fuente de gran importancia y que cada vez llamaba más la atención a medida que transcurría el tiempo.

1.2.2.3. *El compostaje:*

Es el reciclaje de los residuos orgánicos evitando la contaminación y reduciendo el costo de los fertilizantes y se emplea para mejorar la estructura del suelo y proporcionar nutrientes. (Roman, 2012)

Es un método antiguo utilizado por granjeros y agricultores para abonar los terrenos que carecen de nutrientes, se manejaba abonos que eran empleados para estabilizar los terrenos erosionados, proporcionando nutrientes y recuperando materia orgánica en los suelos agotados por el cultivo extensivo. (Corbitt, 2003)

“Hasta unos 50 años atrás, la práctica de obtención de compostaje a partir de residuos y basuras orgánicas ha sido más un arte que una ciencia”. (Corbitt, 2003).

El aporte de nutrientes al suelo de residuos sólidos orgánicos puede llegar a tener varias ventajas sobre la estructura y fertilidad de los suelos, pero no todos los compost son de la misma calidad o las mismas características y el efecto puede ser adverso resultando perjudicial para el suelo. La incorporación de residuos sólidos orgánicos es un proceso de

biodegradación, en este proceso el orden natural es cumplir con los procesos de mineralización. Es habitual, que para que esta serie de procesos se desempeñen, se produzca un alto consumo de oxígeno e inclusive si los materiales aportados no tienen una buena relación carbono/nitrógeno se agoten inicialmente las reservas de nitrógeno del suelo. En algunas ocasiones, se terminan favoreciendo los procesos anaerobios, obteniendo como resultante la acidificación, movilización y pérdidas de nutrientes. Por lo tanto en estos procesos son difíciles de controlar por lo que los resultados finales quedan en muchos casos librados al azar. (Sztern et all, 2012).

Al tener en cuenta estos factores que influyen directamente el producto lo que se pretende obtener es aprovechar el potencial de estos desechos a tratar, ya sea como, abonos orgánicos o con otro biotratamiento previo para poder incorporar nutrientes, de esta manera el material pueda aportar al suelo.

Unas de las técnicas que permite esta biodegradación controlada de la materia orgánica previa a su integración al suelo es el Compostaje y el producto final es conocido como Compost. (Sztern et all, 2012).

Para el aprovechamiento de residuos sólidos existen varias alternativas para un buen manejo que se citaran a continuación;

1.2.2.4. Molinos:

Los molinos de basura son a nivel doméstico, ya que son trituradores que son adaptados en la descarga del fregadero de la cocina a una alcantarilla sanitaria, este tipo de procedimiento reduce la carga orgánica, se estima que si cada hogar tendría este dispositivo a su disposición se reduciría un 30% la cantidad de residuos sólidos orgánicos putrescibles. Estas son alternativas a pequeña escala para un gran problema mundial pero pueden contribuir considerablemente. (Davis & Masten, 2005)

1.2.2.5. *Compactadores:*

Las compactadores de basuras son muy útiles en cuanto a reducción de volumen, llegando a reducir un 70% de los residuos sólidos, el problema reside en la mezcla de diferentes residuos, lo cual será necesaria una previa clasificación antes de la utilización de compactadores, esto también resulta beneficioso al momento de costos para transporte. (Davis & Masten, 2005)

1.2.2.6. *Incineración:*

“Tratamiento térmico que consiste en la quema de materiales a alta temperatura, generalmente superior a 900° C. Los materiales incinerados deben mezclarse con una cantidad apropiada de aire durante un tiempo predeterminado.” (Dueñas,2012)

Los incineradores reducen el volumen de los residuos pero uno de los grandes inconvenientes de este tipo de tratamiento es el control de la contaminación al aire, en especial la extracción de partículas finas y gases tóxicos, así traspasando el contaminante de un escenario a otro y no reduciendo totalmente el problema y aprovechando los residuos sólidos orgánicos (Glynn, 2000).

1.2.2.7. *Conversión de basura en energía:*

La recuperación de materiales y energía son factores que influyeron en la construcción de estas plantas. Se han empleado residuos sólidos para producir tanto vapor como energía eléctrica. En épocas más recientes se ha prestado más atención a los tipos de residuos, cantidades y distribución con potencial de combustibles. Es importante evaluar el valor calorífico y las tecnologías de la recuperación de la energía recuperable a partir de residuos sólidos (Careaga, 1993).

Poder calórico: también llamado contenido energético, la cantidad de calor generada por la combustión completa de un determinado combustible (Corbitt,2000)

1.2.2.8. *Procedimientos por vía seca*

Transformación de elementos a temperaturas elevadas dando lugar a procesos físico-químicos tales como: combustión directa, carbonización, pirólisis, gasificación. (Sztern et all, 2012).

1.2.2.9. *Procedimientos por vía húmeda*

Se caracterizan por realizarse en medio acuoso mediados por microorganismos. Son procesos bioquímicos En este grupo se enfatizan la biodigestión anaerobia y la fermentación alcohólica. (Sztern et all, 2012).

1.2.2.10. *Biodigestión anaerobia*

El producto final de este proceso de degradación anaerobia es una mezcla gaseosa llamada biogás. Este contiene aproximadamente entre un 50 a 60% de gas metano y un 30% de dióxido de carbono. Además se obtiene un lodo residual con valor de fertilizante enriquecido y un sobrenadante rico en nutrientes. Los residuos orgánicos solubilizados son descompuestos por Clostridium y otros anaerobios fermentados, generando anhídrido carbónico, hidrógeno molecular, amoníaco, ácidos orgánicos y alcoholes. Esta etapa se denomina acidogénesis. (Sztern et all, 2012).

Las bacterias reductoras de sulfato, oxidan anaeróbicamente el hidrógeno molecular y algunos productos de la fermentación con la formación de sulfuro de hidrógeno y acetato. (Sztern et all, 2012).

1.2.2.11. *Los residuos como fuente de alimento animal*

La utilización de los residuos orgánicos en las diferentes actividades industriales tales como las agropecuarias, son empleados desde hace varios años, tanto como fuente de alimento animal, así como la aplicación directa en el suelo de los mismos en forma de abonos, son viejas alternativas de la humanidad. (Sztern et all, 2012).

Se puede evidenciar el caso de las agropecuarias que generan grandes cantidades y diversos residuos susceptibles para ser transformados en forrajes y en alimento para animales.

Algunos residuos de la industria de frutas, legumbres, cereales, lácteas y azucareras pueden ser manipulados en forma directa como alimento animal. Otros, como es el caso de la melaza se emplea para la preparación de ensilados. Muchos desechos de la industria frigorífica e industria del pescado, son la materia prima para la producción de componentes de raciones por citar algunos ejemplos: harinas de sangre, hígado, hueso pescado, S.V.C.(silo de vísceras, sangre y contenido ruminal), ensilado de pescado, etc. (Sztern et all, 2012).

Se puede citar como ejemplo de aprovechamiento de residuos orgánicos, la elaboración de harina de sangre de los animales sacrificados en el Camal Metropolitano de Quito, proporcionando un uso a este residuo que en un principio sería desechado.

1.2.3. ADOPCIÓN DE UNA PERSPECTIVA TEÓRICA

Al analizar las alternativas para el manejo de residuos sólidos, la técnica que se escogió fue el compostaje, ya que esta metodología permite valorizar los residuos, transformándolos en un material que aportará nutrientes al suelo aportará nutrientes al suelo, reduciendo costos para la eliminación de estos residuos, que brindará mayor facilidad al momento de la

manipulación del residuo y también cualquier persona en la empresa podrá realizar esta técnica sin mayor dificultad.

Para la obtención de un buen compost estos residuos deben mantener condiciones estrictas por lo cual es importante evaluar las caracterizaciones físico-químicas del residuo y poder proceder con el biotratamiento para ello se debe tener en cuenta varios factores como; (Temperatura, Humedad, pH, Carbono y Nitrógeno) y características del residuo que serán analizados durante todo el proceso.

1.2.4. MARCO CONCEPTUAL

1.2.4.1. Biodegradabilidad:

“Es la capacidad que tienen los compuestos orgánicos de ser degradados en otros más sencillos utilizando la actividad bioquímica de los microorganismos” (Coral, 2011).

1.2.4.2. Vertedero:

Son instalaciones físicas utilizadas para el abandono de los residuos o los rechazos sobre el terreno. (Coral, 2011).

Toda operación de eliminación de residuos peligrosos y reciclables. (Fraume, 2007)

1.2.4.3. Contaminación:

Es un cambio indeseable en las características físicas, químicas o biológicas del aire, agua o suelo que puede afectar de manera adversa a la salud, la supervivencia o las actividades de los humanos y otros organismos vivos (Glynn, 2000).

1.2.4.4. *Valorización de residuos:*

Todo procedimiento que permita el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente. (Coacm, 2008)

En la técnica del compostaje existen parámetros que controlarán las condiciones del compost. Es importante conocer los aspectos que influyen en la calidad de la materia orgánica. Por esta razón es imprescindible tener ciertos términos claros.

1.2.4.5. *Residuo Sólido Orgánico*

Son aquellos residuos que provienen de restos de productos de origen orgánico la mayoría son biodegradables (se descomponen naturalmente). (Coral, 2011).

1.2.4.6. *Microrganismos*

Son seres vivos de tamaño microscópico, que los puede observar con ayuda de instrumentos especializados.

1.2.4.7. *Compost*

Producto orgánico obtenido por medio del método de compostaje. (Coral, 2011).

1.2.4.8. *Aerobio*

Microrganismos que necesitan oxígeno para cumplir sus funciones vitales.

“Los principios básicos del compostaje se pueden sintetizar en optimizar cuatro parámetros: aireación, temperatura, humedad y pH.” (Coral, 2011), adicionando relación Carbono/Nitrógeno.

1.2.4.9. Aireación:

La degradación de un material orgánico se puede hacer en presencia de oxígeno y se llama aerobia. El compostaje debe ser siempre aerobio, los microorganismos que realizan el compostaje necesitan oxígeno, igual que los que se encuentran en el interior, necesitan un buen mecanismo de aireación para que puedan realizar la descomposición microbiológica. (Peña, 2011)

Un suministro adecuado de aire a todas las partes de una pila de compostaje es esencial para el suministro de oxígeno a los organismos y para eliminar el dióxido de carbono producido. La aireación se logra por el movimiento natural del aire hacia el interior del compost, mediante el volteo periódico del material, a mano o con una máquina, o insuflando aire en la pila usando un ventilador (Dalzell, 1991).

La oxigenación del compost es muy importante para la actividad microbiana, ya que participa en las reacciones oxidantes de especies orgánicas e inorgánicas presentes en el material, por lo que se debe proporcionar el oxígeno adecuado para la descomposición de la materia orgánica (Dalzell, 1991).

El movimiento natural del aire es el “efecto chimenea” en el cual las corrientes de convección cálidas se elevan a través y hacia fuera de la pila, por lo tanto se debe evitar a toda costa que se torne a condiciones anaerobias ya que reducirán la velocidad del proceso y se producen malos olores. En algunos casos la aireación puede no ser suficiente y llegan a condiciones anaerobias en las regiones centrales inferiores de la pila de material. Ninguna parte de la masa en compostaje debería estar a más de 750mm de una fuente continua de aire. Esto se puede lograr en la práctica extendiendo ramas de arbusto debajo de la pila y haciendo canales de ventilación en la misma en el momento de su apilado y volteo. Hay que considerar también el exceso de oxígeno ya que puede provocar el enfriamiento del

material a compostar e incremento en la evaporación de agua de esta manera se reduciría la actividad microbiana (Dalzell, 1991).

Condiciones óptimas de aireación son favorables para el compost ya que no solo elimina el dióxido de carbono y el agua producida en la reacción de descomposición sino que también elimina calor al evaporar humedad. Además con la manipulación de la oxigenación también se controla otros factores como la temperatura y humedad (Dalzell, 1991).

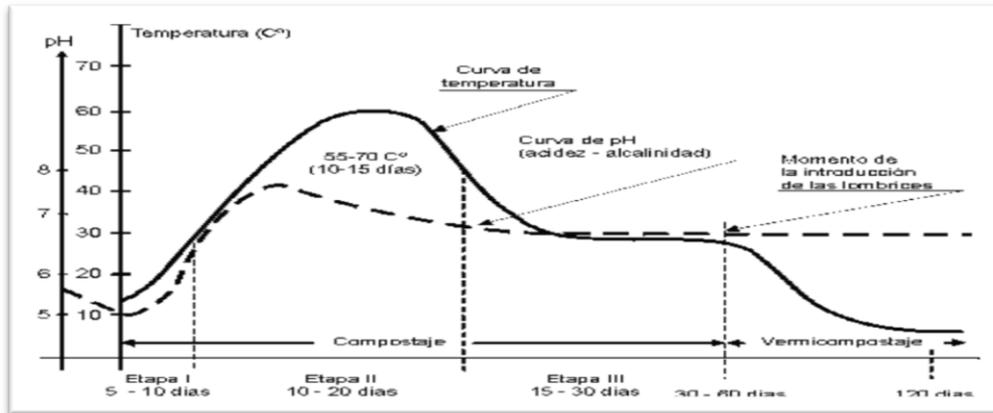
1.2.4.10. Temperatura:

La retención del calor es la característica diferencial más importante entre el tratamiento de compostaje. Por ello es importante la distribución de las capas en las pilas, primero los residuos se reparten en finas capas y segundo se almacenan en pilas, *“las dimensiones de las pilas se seleccionan para que la tasa de generación de calor resultante del metabolismo microbiano del material orgánico sea superior a la tasa de calor disipado a través de la superficie”*. (Coral, 2011)

La temperatura es un factor muy significativo ya que es un indicativo del progreso en el proceso de compostaje, también determina la estabilidad de la materia orgánica. El compostaje comprende de cuatro etapas en las cuales los cambios de la temperatura. En el siguiente gráfico se puede observar la dinámica de la temperatura del compostaje.

1.2.4.10.1. Fases de temperatura

Gráfico 2: Fases de Temperatura en el Compostaje



Fuente: (Gonzales y Deza. 2012)

1.2.4.10.2. Mesófila:

En esta fase el compost se encuentra 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 (Roman, 2012).

1.2.4.10.3. Termófila:

Cuando se llega a una temperatura de 40 °C cambia de fase y los microorganismos termófilos transforman el nitrógeno en amoníaco y el pH del compost se vuelve alcalino. A los 60 °C estos hongos termófilos desaparecen y aparecen las bacterias esporígenas y actinomicetos. Estos microorganismos son los encargados de descomponer las ceras, proteínas y hemicelulosas. (Roman, 2012) con la transformación química el medio, se incorpora en las fases mas importantes, como son el cambio de producto con el cual inicialmente se manipulaba.

1.2.4.10.4. Enfriamiento:

Cuando la temperatura es menor de 60 °C, reaparecen los hongos termófilos en el compost y descomponen la celulosa. Al bajar de 40 °C los mesófilos también retoman sus funciones

y el pH del medio desciende ligeramente. (Roman, 2012), los componentes biológicos trabajan sobre el material para continuar con la siguiente fase.

1.2.4.10.5. Maduración:

Es una fase que requiere una temperatura ambiente, durante este proceso se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización del humus. (Roman, 2012) por lo que se debe dejar un tiempo prudencial para que esta etapa pueda reaccionar el compost.

1.2.4.10.6. Humedad:

Es la cantidad de agua retenida en la pila, se mide en porcentaje, es la capacidad de retención de agua en lo cual influye directamente en la porosidad, por lo cual, los poros permitirán el flujo del aire y así se proporcionara la actividad microbiana. (Coral, 2011)

Así, existe una generalización del contenido de humedad de ciertos tipos de residuos que se define en la siguiente tabla:

Tabla 1: Contenido de Humedad de algunos Residuos Sólidos

RESIDUO	% Humedad
Materia Orgánica	70
Papel	6
Cartón	5
Plásticos	2
Textiles	10
Madera	24
Vidrio	2

Fuente: Coral, 2011

Cuando el contenido de humedad es demasiado alto, los espacios entre las partículas del material se saturan de agua y no permiten el paso del aire en las partículas, por lo tanto, con un porcentaje bajo en humedad el proceso se retarda ya que las actividades microbianas necesitan condiciones óptimas. El contenido recomendable de humedad de los ingredientes

para el compostaje es del 50 al 60 %. Los materiales que se han utilizado para la técnica deben tener una firmeza estructural en la humedad. Por ejemplo el papel se deshace rápidamente en el compostaje, los poros se llenan de agua y se establecen condiciones anaeróbicas. (Dalzell, 1991)

1.2.4.11. Relación de la pila, acidez o pH:

El pH es un factor de suma importancia ya que influye directamente sobre la actividad microbiana y estos microorganismos progresan de acuerdo a sus valores de máximo desarrollo, las bacterias con un pH de 6 y 7,5 mientras que los hongos entre 5 y 6, (Gonzales y Deza. 2012),

Por lo tanto los hongos y bacterias tendrán su máximo desarrollo entre estos diferentes valores, la transformación de la materia orgánica es la causante de la variación del pH, es por ello que en cada fase el pH es diferente, es importante conocer cómo funciona la dinámica de este parámetro en cada etapa, a continuación la variación del pH por fases;

1.2.4.11.1. Mesófila:

El pH disminuye por la formación de ácidos orgánicos originados por la acción de microorganismos sobre los carbohidratos, lo que favorece el crecimiento de hongos y la descomposición de la celulosa y la lignina. (Gonzales y Deza. 2012)

1.2.4.11.2. Termófila:

El pH aumenta hasta valores entre 8 y 9, por la formación de amoníaco por la desaminación de las proteínas, aparte de aumentos fuertes de pH facilitan la pérdida de nitrógeno en forma amoniacal (Gonzales y Deza. 2012).

1.2.4.11.3. Maduración:

El pH se sitúa en torno a 7-8, como consecuencia de la capacidad tamponante que confiere a la materia orgánica el humus que se va formando. (Gonzales y Deza. 2012)

1.2.4.12. Relación Carbono/Nitrógeno:

Es un índice de importancia, ya que es uno de los más utilizados para estudiar “la evolución de la materia orgánica durante el compostaje, ya que por un lado, representa la pérdida de carbono orgánico, como consecuencia de la descomposición de la materia orgánica, mientras que por otro, mide el aumento de la concentración de nitrógeno debido a la pérdida de peso”. (Moreno y Moral, 2007). La importancia de esta relación es para que el proceso de compostaje se desarrolle de una manera óptima.

El proceso de compostaje depende de la acción microbiana y estos requieren de nutrientes que les proporcionen energía así ayudando proporcionarían el desarrollo de los microorganismos. Uno de los nutrientes más importantes es el nitrógeno y debe estar presente en la materia a compostar, otros nutrientes de menor importancia como el fósforo también son necesarios para el tratamiento pero en menores cantidades. (Sztern et al, 2012)

La relación óptima y recomendable es conservar una relación Carbono/ Nitrógeno (C/N) de 25 a 35/1 en la mezcla inicial. Si es mucho más alta, el proceso requerirá un tiempo más largo antes de que se elimine lo suficiente de carbono por oxidación, como dióxido de carbono; si es más bajo, entonces el nitrógeno será eliminado como amoníaco. El método más sencillo de ajustar la relación C/N es hacer una mezcla de diferentes materiales de contenidos altos y bajos de carbono y nitrógeno. (Sztern et al, 2012)

Por ejemplo, materiales de paja que tienen una relación C/N alta se pueden mezclar con tierras cloacales, estiércol y excrementos que tienen estas relaciones bajas. (Sztern et al, 2012).

Se pueden también añadir nitrógeno a las pilas en forma de fertilizantes orgánicos tales como harina de huesos, pezuñas y cuernos, tortas de aceite y sangre seca. Fertilizantes nitrogenados también pueden usarse tales como la urea y el nitrato amónico. (Sztern et all, 2012).

El nitrógeno es el nutriente más común y deficiente para los cultivos no-leguminosos. Este elemento fomenta el crecimiento vegetativo y es parte esencial de la proteína y el clorofil (que se necesita para la fotosíntesis). (Leonard, 1981)

Los cultivos varían en su requerimiento de Nitrógeno. Los cultivos con mucho crecimiento vegetativo tienen requerimientos altos de este nutriente. Estos incluyen el maíz, el sorgo, el arroz, la caña de azúcar, las hierbas de pasto y casi todos los vegetales de hojas tipo-fruta. Los cultivos de raíces y tubérculos, como las patatas o las yucas necesitan menos Nitrógeno, y si se aporta grandes cantidades se favorece el crecimiento de hojas en vez de raíces. (Leonard, 1981)

En cuanto a otros nutriente menos importantes como el fosforo, influye en el proceso del compostaje y muchas veces se lo añade a propósito. Hay alguna evidencia de que la pérdida de nitrógeno como amoniaco en el compost con relaciones bajas C/N pueden ser parcialmente reducidas añadiendo material que contenga fosforo extra. (Sztern et all, 2012).

En la siguiente tabla se puede observar las relaciones de carbono y nitrógeno de diferentes residuos, es importante conocer la relación (C/N) de diferentes residuos para tener referencias

Tabla 2: Relación Carbono Nitrógeno

Residuos de comida	15/1
Madera (según la especie)	6/1
Papel	170/1
Pasto fresco	10/1
Hojas (según hoja)	entre 40/1 y 80/1
Desechos de fruta	35/1
Estiércol de vaca descompuesto	20/1
Tallos de maíz	60/1
Paja de trigo	80/1
Alfalfa	13/1
Humus	10/1
Trébol verde	16/1
Trébol seco	16/1
Leguminosas en general	25/1
Paja de avena	80/1
Aserrín	500/1

Fuente: Ecosur.Articulos

1.2.5. HIPÓTESIS

La aplicación del tratamiento seleccionado para residuos sólidos orgánicos generados en el proceso de purificación de aceite comestible, mitigará la contaminación de estos residuos, proporcionando un correcto manejo y disposición final.

El tratamiento aplicado garantizará un producto orgánico beneficioso para el medio ambiente ya que el compostaje que será desarrollado facilitará la gestión de residuos sólidos orgánicos, reduciendo su peso y volumen.

1.2.6. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE VARIABLES

Variable Dependiente: Parámetros (pH, humedad, temperatura, aireación, relación carbono nitrógeno) y factores de Calidad para el tratamiento de residuos sólidos orgánicos:

- Insumos (cantidad y calidad)
- Características del terreno donde se realizará el compostaje
- En presencia de vectores que puedan acceder al compost
- Tiempo y dedicación del investigador
- Material a utilizar para la compostera

Variable Independiente: materia orgánica

CAPÍTULO II

MÉTODO

2.1. NIVEL DE ESTUDIO

Exploratoria: Debido a que la investigación fue realizada en campo, se recogió muestras de residuos sólidos orgánicos de la empresa INTELIFUEL CIA LTDA, estos se generaron durante el proceso de purificación de aceite comestible.

Al detallar ciertos procedimientos para la determinación de tratamientos la investigación es descriptiva.

Es de carácter explicativa al proporcionar información importante para la empresa INTELIFUEL CIA LTDA y para otras empresas similares.

2.2. MODALIDAD DE INVESTIGACION

-De campo: Se recogerán muestras, por lo menos 10kg de muestra. Tiempo es indefinido ya que será según la operación de la empresa.

-Proyecto de Desarrollo: La investigación elaborará una propuesta viable con los problemas del mal manejo de residuos sólidos orgánicos de la empresa INTELIFUEL CIA LTDA, mitigando los impactos y riesgos ambientales.

2.3. MÉTODO

Inductivo-Deductivo: Al estudiar los problemas del mal manejo de residuos sólidos orgánicos se puede plantear e implementar soluciones al problema.

El proceso de compostaje siempre se mantiene en constantes cambios, por los cuales existen algunos factores que influyen en este tratamiento, los principales parámetros que intervienen son; pH, Temperatura, Humedad, Carbono y Nitrógeno.

Las caracterizaciones físico-químicas de los residuos sólidos orgánicos de INTELIFUEL CIA LTDA se realizaron en el laboratorio de la UISEK, cabe recalcar que existen más factores que pueden influir en el proceso como son: Tamaño de partícula, grado de homogenización, tamaño de la pila, frecuencia del volteo, tiempo de maduración y empleo de agentes estructuradores.

Todos estos factores están influenciados por la técnica que se vaya aplicar, el tipo de residuos y las condiciones ambientales a las que están expuestos. A continuación los parámetros analizados en el laboratorio de la UISEK.

2.3.1. Humedad

La determinación de humedad se realizó por el método de secado en estufa que básicamente se basa en la diferencia de peso de la materia orgánica, para esto se requiere que la muestra se la exponga al calor.

Los crisoles y cápsulas, una vez aforados y tarados en una balanza analítica, fueron colocados en una estufa a 105 ° C durante 24 horas, según la descripción del procedimiento mencionado (Dueñas, 2012).

El cálculo del porcentaje en peso de humedad se le realizó siguiendo la fórmula a continuación:

$$\%H = \frac{A - B}{A - C} * 100$$

(1)

Fuente: (Dueñas, 2012)

Siendo:

A: Peso del crisol con la muestra húmeda (g).

B: Peso del crisol con la muestra seca (g).

C: Peso del crisol vacío y seco (g).

De esta manera, se obtuvo para la totalidad de las muestras un porcentaje de humedad en peso, relacionado a la muestra húmeda.

Gráfico 3: Determinación de humedad en Residuos Sólidos Orgánicos



Fuente: (Revelo, 2013)

2.3.2. Temperatura:

Es un factor indicativo de la evolución del proceso de compostaje, los cambios experimentados por este parámetro se utilizan normalmente para conocer la actividad microbiana a lo largo del proceso y determinar la estabilidad orgánica (Gonzales y Deza. 2012).

Se tomó la temperatura con un termómetro digital desde el primer día de elaboración del compostaje hasta la obtención del producto final. Tiempo: Dos meses y una semana, a partir del 7 de mayo hasta el 12 Julio del 2013.

Gráfico 4: Toma de temperatura.



Fuente: (Revelo, 2013)

2.3.3. Determinación de Carbono:

Se determinó por medio del método sólidos fijos y volátiles incinerados a 550°C, en la cual consiste en incinerar un peso constante a 550°C. Los sólidos remanentes representan los sólidos totales fijos, disueltos o en suspensión, mientras que la pérdida de peso por ignición representa a los sólidos volátiles. La determinación del carbono es útil para varias

operaciones que estén buscando la cantidad de materia orgánica en la muestra ya que ofrece un cálculo aproximado de esta en la fracción sólida (Santos, 1992).

Calculo

$$\text{Mg de solidos fijos/l} = \frac{A-B}{A} *(100)$$

(2)

Fuente: (Santos, 1992)

A= Peso de residuo + placa antes de incineración, mg

B= peso del residuo + placa o filtro después de la incineración, mg.

Gráfico 5: Determinación de Carbono



Fuente: (Revelo, 2013)

2.3.4. Determinación de Nitrógeno:

El nitrógeno se lo utiliza conjuntamente con el carbono para caracterizar la materia orgánica de los suelos.

Principio

Consiste en, la medida del contenido total de Nitrógeno del suelo. Para ello, mediante digestión acida, se efectúa la transformación del nitrógeno orgánico a inorgánico y posteriormente se cuantifica el contenido total en forma de nitrógeno mineral por medio de la titulación (Brito et al, 1990).

Todos los residuos tienen características y propiedades diferentes por lo tanto la técnica de determinación de nitrógeno puede variar, para ello se ha realizado adaptaciones bibliográficas a la metodología del nitrógeno, de esta manera se podrá conseguir la determinación de nitrógeno en las muestras.

La técnica que se utilizó es Kjeldahl, el cual determina conjuntamente el nitrógeno en forma orgánica y amoniacal, no incluyéndose el nitrato.

Etapas

1. Digestión:

Un tratamiento con ácido sulfúrico concentrado, en presencia de un catalizador y ebullición convierte el nitrógeno orgánico en Ion amonio.

Procedimiento:

- Pesar un gramo de la muestra e introducir en el tubo de ensayo
- Agregar 4ml de Ácido sulfúrico concentrado al 96%.

- Agregar el catalizador: 50g de CuSO_4 + 360g K_2SO_4 (molidos)
- Llevar al digestor automático del laboratorio de química de la UISEK
- Digerir durante dos horas y media con una potencia de 60%.

En esta etapa, el nitrógeno proteico es transformado en sulfato de amonio por acción del ácido sulfúrico en caliente.

Gráfico 6: Digestión de residuos Sólidos Orgánicos



Fuente: (Revelo, 2013)

2. Destilación:

Se alcaliniza la muestra digerida y el nitrógeno se desprende en forma de amoníaco.

Procedimiento:

- Dejar enfriar a la muestra 15 minutos.
- Agregar 20ml de agua destilada a las muestras

- Agregar 15 ml de hidróxido de sodio al 40 % en una probeta y colocarla en el soporte del destilador, para alcalinizar fuertemente el medio y así desplazar el amoniaco de las sales amónicas.
- En un matraz de 250ml agregar 30 ml de ácido sulfúrico al 0,02N + 10 gotitas del indicador (140 mg de rojo de metilo + 50 mg de azul de metileno en 100ml de alcohol etílico, agitar por una hora)
- Recoger la disolución en 100ml. El amoniaco liberado es arrastrado por el vapor de agua inyectado en el contenido del tubo durante la destilación, y se recoge sobre una disolución.

Gráfico 7: Destilación de Residuos Sólidos Orgánicos



Fuente: (Revelo, 2013)

Titulación o Valoración:

La cuantificación del nitrógeno amoniacal se realiza por medio de una volumetría.

Procedimiento:

- Titular con NaOH 0,02N hasta que ocurra un cambio de color de violeta a verde.
- Leer la cantidad del ácido utilizado en la titulación.

Gráfico 8: Titulación



Fuente: (Revelo,2013)

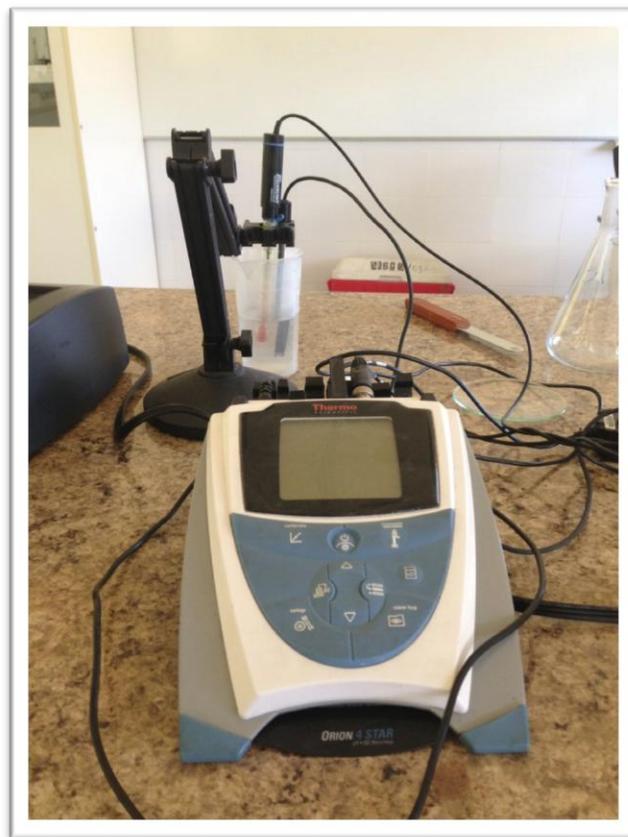
*Nota: durante la destilación: el color violeta puede cambiar a verde, se debe controlar agregando 10ml mas H₂SO₄ 0,02N.

2.3.5. pH:

La medición del pH en las muestras es uno de los parámetros más utilizados en los análisis químicos para el compostaje. Todos los días se tomó mediciones de Ph, desde la elaboración del compostaje hasta la obtención del producto final.

La primera medición de pH se determinó con el medidor de multiparámetros en una solución de la muestra y durante el proceso se determinó con bandas tornasol de pH.

Gráfico 9: Determinación de pH.



Fuente: (Revelo, 2013)

*Nota: Los parámetros; temperatura, pH fueron tomados todos los días y una vez al mes se tomaron los parámetros de Carbono y Nitrógeno, a partir del día 3 de Junio se tomaron las mediciones de carbono y Nitrógeno semanalmente.

2.3.6. Elaboración del compost

Después de una extensa revisión bibliográfica, el método que se eligió fue el compostaje, por ser una técnica relativamente económica y de fácil manejo.

Para la obtención de un buen compost para estos residuos se mantuvieron en condiciones estrictas para su manipulación en las cuales es importante, evaluar las caracterizaciones físico-químicas del residuo para proceder con la técnica planteada.

El compostaje fue realizado por la técnica de recipiente cerrado, ya que es ideal este método para cantidades pequeñas.

El recipiente puede estar hecho de cualquier tipo de material y deberá tener orificios de ventilación por todas sus caras. La parte superior se cubre para controlar mejor la humedad aunque también conviene que tenga pequeños orificios de ventilación y entrada de algo de humedad ambiental. (Roman, 2012).

El compostaje en recipiente puede funcionar de forma continua, aunque es aconsejable combinar dos recipientes, uno es para la recolección de lixiviados (Bandeja plástica) y el otro es para la materia orgánica.

Se obtuvo resultados muy bajos de Nitrógeno debido al tipo de materia, presentando una relación C/N inicial no apropiada para su compostaje. En este caso, se procedió a realizar una mezcla con otros materiales para lograr una relación apropiada. Este procedimiento se conoce como Balance de Nutrientes. (Sztern et al, 2012).

Un exceso de carbono asociado a valores altos de la relación C/N, limitan la síntesis de material celular por parte de los microorganismos disminuyendo su crecimiento y retardando el proceso de estabilización de la materia orgánica. Si por el contrario, la pila está compuesta de elementos ricos en nitrógeno se puede presentar solubilidad y posterior

pérdida de este compuesto en forma de amoníaco gaseoso, lo que no es conveniente ya que en el material final se pierde este valioso elemento. (Silva, Lopez & Valencia, 2011).

La cantidad agregada fue proporcional al del material a compostar se obtiene 5Kg de residuos sólidos y se agregó 4kg de abono orgánico con un porcentaje alto en Nitrógeno (1,52%) (Paschoal, 1994). A continuación el procedimiento de elaboración del compost:

2.3.7. Pasos para la elaboración del compost

- 1.- Pesar el Total de residuos sólidos orgánicos (Total 19kg)

Gráfico 10: Pesaje de residuos sólidos orgánicos



Fuente: (Revelo, 2013)

- 2.- Colocar en capas alternadas dos 2kg de residuos y 2kg de abono orgánico. (Total de capas 2)

Gráfico 11: Capas alternadas de la elaboración del compost.



Fuente: (Revelo, 2013)

- 3.- Agregar los 7kg para el blanco sin abono orgánico.

Gráfico 12: Muestra sin tratamiento



Fuente: (Revelo, 2013)

- 4.- Colocar los recipientes plásticos con orificios en bandejas de plástico para recoger el aceite o agua y que percole de los residuos.

Gráfico 13: Recipientes del compost para almacenamiento.



Fuente: (Revelo, 2013)

- 5.- Colocar a los compost en un lugar de fácil ventilación para la aireación y ventilación.

Gráfico 14: Ventilación del compostaje



Fuente: (Revelo, 2013)

- 6.- Voltar una vez al dia el compost (exclusivamente el que contiene tratamiento) durante todos los días

Gráfico 15: Aireación del compostaje.



Fuente: (Revelo, 2013)

- 7.- Tomar temperatura y pH todos los días durante dos meses.

Gráfico 16: Monitoreo del compost.



Fuente: (Revelo, 2013)

2.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

Población: Empresa INTELIFUEL CIA LTDA. En el sector de Calderón.

Muestra: Materia orgánica (residuos sólidos orgánicos), se determinó el tamaño de la muestra mediante el uso de métodos estadísticos.

Para determinar el tamaño de la población, se utiliza la fórmula estadística aplicada a poblaciones finitas, es decir menos de 99.999 individuos. Para este caso, se tomó como población (19kg) esta cantidad se generó en dos meses y medio de generación de residuos, ya que una población diaria no era posible por la poca cantidad generada, lo que era logísticamente imposible.

Calculo:

$$n = \frac{Z^2 P Q N}{Z^2 P Q + N e^2}$$

(3)

Fuente: Webster, 1998

En donde:

n= tamaño de la muestra

Z= nivel de confianza

P= probabilidad de poseer el atributo

Q= probabilidad de no poseer el atributo

N= tamaño de la población

e= error muestral

Se decidió tomar para el nivel de confianza un valor estandarizado del 95.0 %, dando como valor $Z=1.96$ y $e=0.05$ que significa el 5% de error. De igual manera, se utilizaron valores estándares para P y Q asignando valores de $P=0.5$ y $Q=0.5$, siendo estos valores la probabilidad de éxito y de fracaso que son del 50% respectivamente.

El tamaño de la población fue 9Kg lo cual para la para investigación se tomó los 19Kg para que sea una investigación con mayor confiabilidad.

2.5. SELECCIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION

-Experimentación: La investigación requirió un estudio práctico de condiciones estrictas tales como proporción de Nitrógeno, aireación entre otras que son necesarias para realizar la técnica, por lo que se tomó muestras de la empresa INTELIFUEL CIA LTDA de esta manera permitió realizar las caracterizaciones físico-químicas y metodología del compost. Se utilizará las instalaciones y laboratorio de la UISEK para los análisis.

2.6. VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS

Para proporcionar la validez y confiabilidad de los instrumentos utilizados para la investigación, se debe certificar que los niveles estadísticos como los instrumentales proporcionen resultados confiables.

Por lo tanto se tomará un blanco como base de análisis, sin intervención de terceros.

2.7. PROCESAMIENTO DE DATOS

Se utilizó herramientas como: Microsoft Office, hojas electrónicas del programa Excel para analizar y procesar los datos obtenidos. También se utilizarán análisis estadísticos como: ANOVA.

CAPÍTULO III

RESULTADOS

3.1. LEVANTAMIENTO DE DATOS

3.1.1. Diagnostico de la empresa

La empresa INTELIFUEL CIA. LTDA fue creada el primero de Abril del 2010, con la finalidad de cubrir las necesidades de diversos clientes para la disposición final de aceite vegetal usado (que es un material reciclable no peligroso), así como también como para su distribución y comercialización.

3.1.1.1. Descripción de la empresa

La empresa cuenta con una infraestructura orientada a las principales actividades a las cuales se dedica, tales como; **recolección de aceite vegetal, transporte, purificación y almacenamiento.**

Para el efecto, cuenta con amplios espacios para el almacenamiento temporal de los materiales que llegan a la planta antes de ser procesados. De igual manera, cada área se encuentra señalizada y sectorizada para tener un flujo de procesos de una forma ordenada y sistemática.

3.1.1.2. *Infraestructura*

La empresa cuenta actualmente con el siguiente equipamiento:

- Tanque cono de capacidad de 3500 Galones.
- Calentador
- Tanque de filtración con malla de 800 micrones.
- Tanque de filtración con malla de 200 micrones.
- Tanque de filtración con malla de 25 micrones.
- Filtro de un micrón.
- Compresor (Marca: Century AC motor; CAT: R 207; HP: 5; volts: 208-230/46-0; MAX AMPS: 205V)
- Tanque de Almacenamiento de 4200 Galones de aceite vegetal
- Tanque de Almacenamiento de 2000 Galones de aceite vegetal
- Tanque de Almacenamiento de 5000 Galones de aceite vegetal
- Un vehículo propio, el cual es usado para realizar recolecciones de aceite.

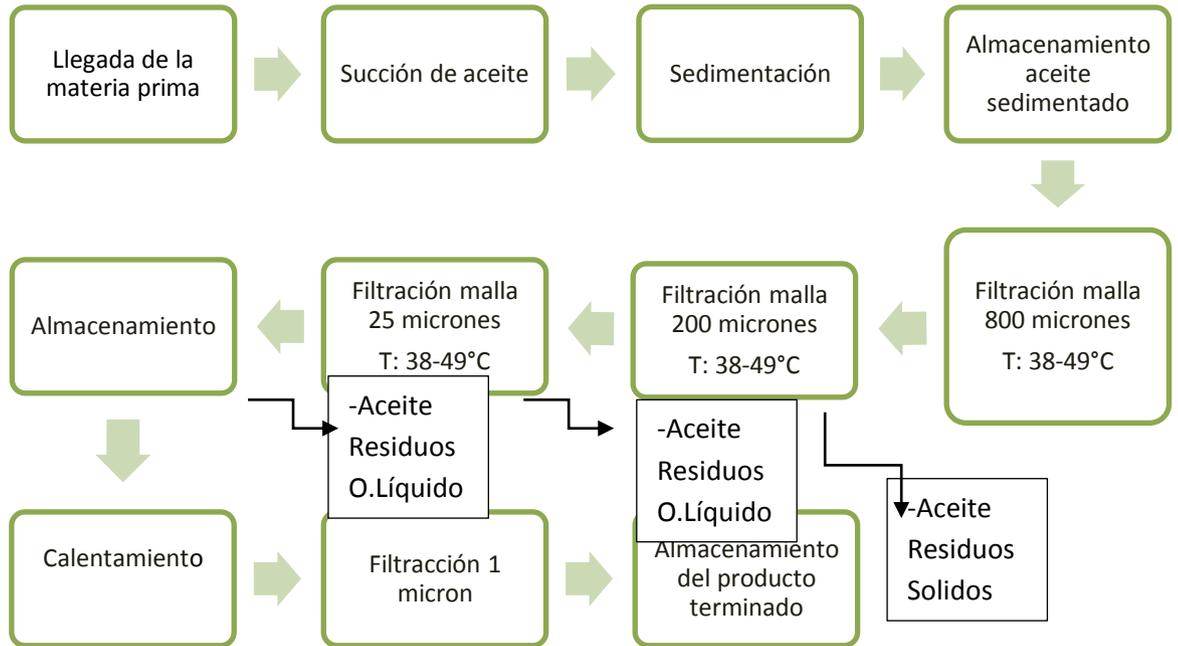
3.1.1.3. Datos básicos de la empresa:

Tabla 3: INTELIFUEL CIA LTDA

• Razón Social	INTELIFUEL CIA LTDA
• Representante Legal	Jeremy D. Mc Gowan
• Ubicación	Parroquia Calderón, vía Calderón, Panamericana Norte Kilometro catorce y medio. Atrás de POLIACRILART.
• Tipo de Actividad	Producción de Biodiesel Industrial y Vegetal para la producción de combustibles y derivados. Reciclaje de aceite vegetal.
• Tipo de Empresa:	Refinadora
• Tiempo de Funcionamiento:	2 años (Inicio de actividades 15/10/2010)
• Área del Predio:	14804,08 m ² INTELIFUEL CIA LTDA se encuentra en el predio de POLIACRILART CIA LTDA, sin embargo las empresas son independientes.
• Área Operativa:	Largo: 16.12 m Ancho: 12.40 m Alto de los costados (paredes) : 4.50 m Alto del frente (centro) : 5.80 m
• Actividad de acuerdo al CIU	6302

3.1.1.4. Descripción de los procesos de la empresa.

Gráfico 17: Diagrama de flujo de INTELIFUEL CIA LTDA



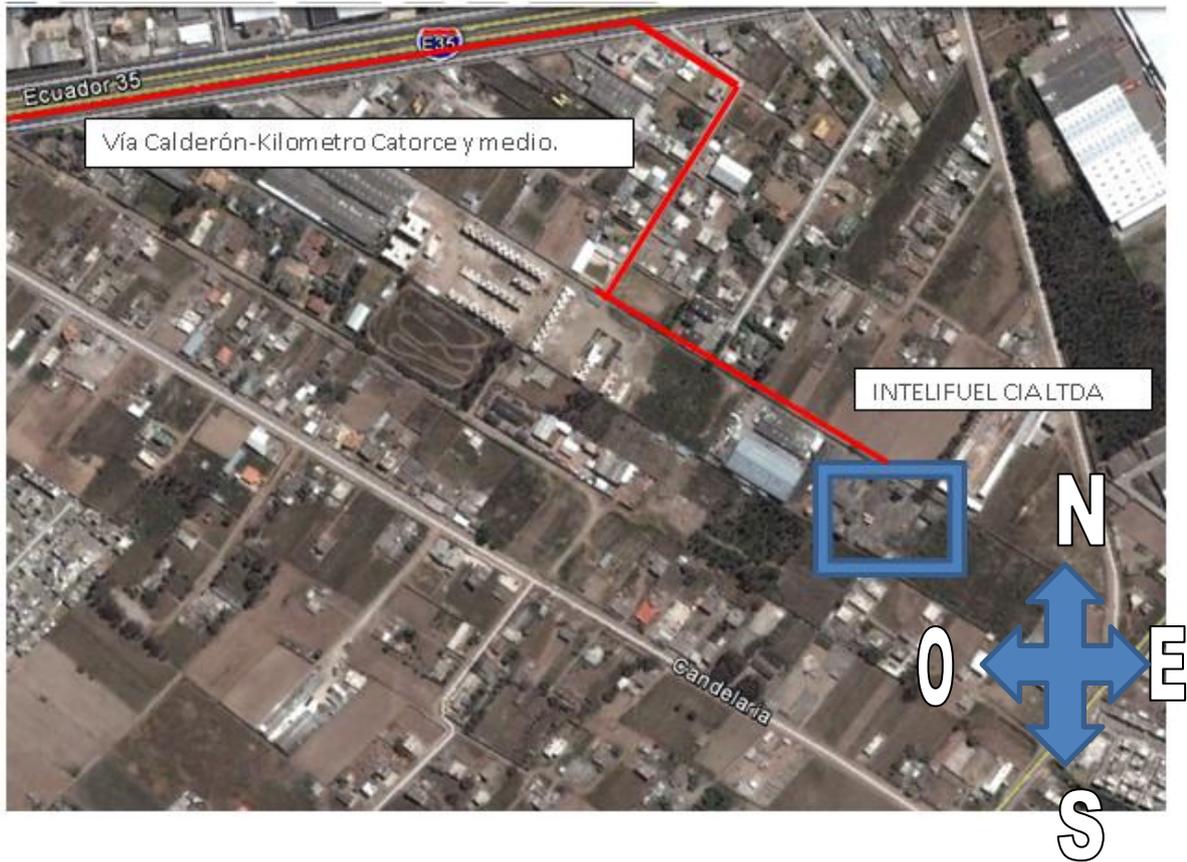
En el proceso de filtración con la malla de 800 micrones se generan los residuos sólidos orgánicos de la empresa INTELIFUEL CIA LTDA, con estos residuos se elaboró la técnica del compostaje.

3.1.1.5. Actividades y horarios de la empresa

Tabla 4: Funcionamiento INTELIFUEL CIA LTDA

Áreas de Trabajo	Nº de Trabajadores	Actividades de la Empresa	Horario	
			Ingreso	Salida
Área de Almacenamiento de Material no procesado	3	Recepción de material y pesaje.	09H00	18H00
Succión de aceite		Succión del aceite de las canecas plásticas que prosigue el aceite succionado al Sedimentador	09H00	18H00
Área de Sedimentación		En el tanque cono se sedimenta el aceite teniendo como resultado agua y aceite	09H00	18H00
Área de almacenamiento del aceite Sedimentado		El aceite sedimentado se encuentra almacenado.	09H00	18H00
Área de Filtrado con maya de 800 micrones		El acetite pasa por una filtración de 800 micrones	09H00	18H00
Área de Filtración con maya de 200 micrones		El aceite pasa por una segunda filtración a 200 micrones	09H00	18H00
Área de Filtración con maya de 25 micrones		El aceite pasa por una tercera filtración a 25 micrones	09H00	18H00
Área de almacenamiento del aceite pre tratado		El aceite pre tratado se encuentra almacenado.	09H00	18H00
Área de calentador		El calentador evapora el agua.	09H00	18H00
Área de Filtración a un micrón		Regresa el aceite con ayuda del compresor a una filtración de un micrón.	09H00	18H00
Área de almacenamiento del aceite tratado		El aceite tratado se encuentra almacenado, El aceite está listo para la entrega	09H00	18H00
Área Administrativa		Organizar, administrar la venta y recepción de material.	09H00	17H00

3.1.1.6. Croquis de la ubicación de la empresa – localización



Dirección: Parroquia Calderón (Carapungo). Calle: Panamericana Norte. Número: S/N.
Intersección: Vía Calderón. Referencia: Atrás de la empresa POLIACRILART

Latitud	0° 06' 34.78"
Longitud	78° 25' 59.21"
Alcance	2646m

3.1.1.7. Normativa

La empresa INTELIFUEL CIA LTDA debe cumplir con la normativa ambiental vigente en el Distrito Metropolitano de Quito, con la finalidad de definir las medidas necesarias para prevenir, controlar y mitigar los impactos y riesgos ambientales generados por el establecimiento.

Al identificar los aspectos ambientales de las actividades, productos o servicios de la empresa que provocan o pueden provocar impactos y riesgos hacia el ambiente, la comunidad local, o el personal involucrado en la operación, se obtiene una visión clara de cuál es el problema. Para ello se cuenta con Normas que facilitan la gestión de los Residuos Sólidos.

Marco Legal local:

- Ordenanza 404 Distrito Metropolitana De Quito, de la prevención Control del Medio Ambiente
- Ordenanza Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos del Distrito Metropolitano de Quito (Ord. No. 332 del 17 de Marzo de 2011).

Estas ordenanzas permiten que todos los regulados cumplan con disposiciones para reducir la contaminación de manera preventiva controlando con monitoreos, registros y toda la documentación necesaria para poder demostrar que se está cumpliendo, tanto en emisiones atmosféricas, ruido, efluentes y residuos. Es la aplicación de la prevención para los regulados que indica que actividades realizar para el cumplimiento de esta ordenanza.

En el caso de no cumplir con la normativa ambiental vigente. Se aplicará la Ley Reformatoria al Código Penal y al Código Penal (R.O. No. 2 del 25 de Enero del 2000), en esta ley se tipifican los delitos contra el Patrimonio Cultural, contra el Medio Ambiente, y las correspondientes contravenciones y sanciones.

3.1.2. Resultados de los Monitoreos diarios

Para lograr la obtención de la muestra de los residuos sólidos orgánicos de la empresa se esperó un tiempo de recolección de dos meses y medio con la finalidad de tener una cantidad considerable de residuos para la elaboración del compostaje, se obtuvo en total

19Kg. Se realizó un análisis inicial del residuo para conocer las propiedades y características del residuo, de esta manera se analizó exactamente en las condiciones en las que se encontraba la muestra. A partir de esta información se trabajó con la técnica del compostaje.

En la presente investigación se logró realizar 50 mediciones en los que se determinó temperatura y pH, todos los días, empezando los muestreos a partir del primer día de elaboración del compostaje, fue el día 7 de mayo del 2013 y finalizando el día 12 de Julio del 2013. A partir del día 3 de Junio se monitoreo semanalmente los parámetros de Carbono y Nitrógeno.

3.2. Presentación y análisis de resultados

Se puede observar en la caracterización inicial un pH ligeramente ácido, con porcentajes bajos tanto de humedad como la relación Carbono-Nitrógeno. Debido a estos resultados iniciales poco satisfactorios se realizó las modificaciones anteriormente mencionadas. Para determinar la relación Carbono/Nitrógeno significa cuantas unidades de C hay en una unidad de N, una vez que se determinó Carbono y Nitrógeno en las muestras se calculo esta relación.

Tabla 5: Resultados de la Caracterización inicial de los residuos sólidos orgánicos de INTELIFUEL. CIA LTDA.

Muestras	pH	Humedad (%)	Relación C/N	Temperatura (C°)
1	5,8	10,2	10/1	17,1
2	5,8	6,70	10/1	17,1
3	5,7	8,4	10/1	17,1

Elaborado por: Revelo, 2013

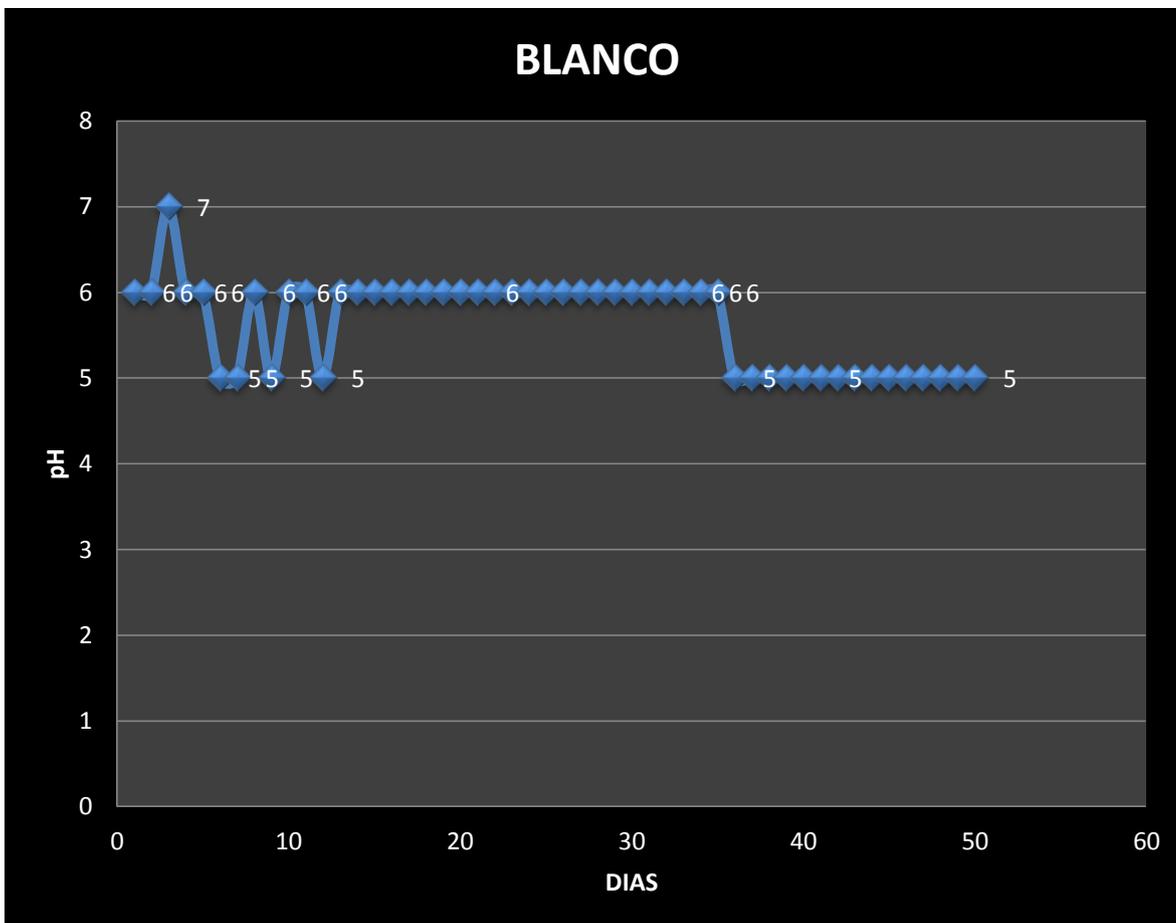
Se obtuvieron resultados muy bajos de relación Carbono-Nitrógeno debido al tipo de materia, presentando una relación C/N inicial no apropiada para su compostaje. En este caso, se procedió a realizar una mezcla con otros materiales para lograr una relación apropiada (Sztern et all, 2012).

Un exceso de carbono asociado a valores altos de la relación C/N, limitan la síntesis de material celular por parte de los microorganismos disminuyendo su crecimiento y retardando el proceso de estabilización de la materia orgánica (Silva, Lopez & Valencia, 2011). La cantidad agregada fue proporcional al del material a compostar se obtiene 5Kg de residuos sólidos y se agregó 4kg de abono orgánico con un porcentaje alto en Nitrógeno (1,52%) (Paschoal, 1994).

3.2.1. Resultados Diarios de pH:

La curva presenta diferentes valores, con niveles máximos y mínimos bien pronunciados. En la primera medición se determinó un pH ligeramente ácido con un valor de 6. Al cabo de 31 días, la pila presenta una tendencia a la acidez, alcanzando a valores de entre 6 y 5. A partir del día 35 la curva del pH adquiere una tendencia de valores más bajos de pH, el último día con un valor de 5,0. Lo que representa que esta pila sin tratamiento tiene una tendencia hacia la acidez.

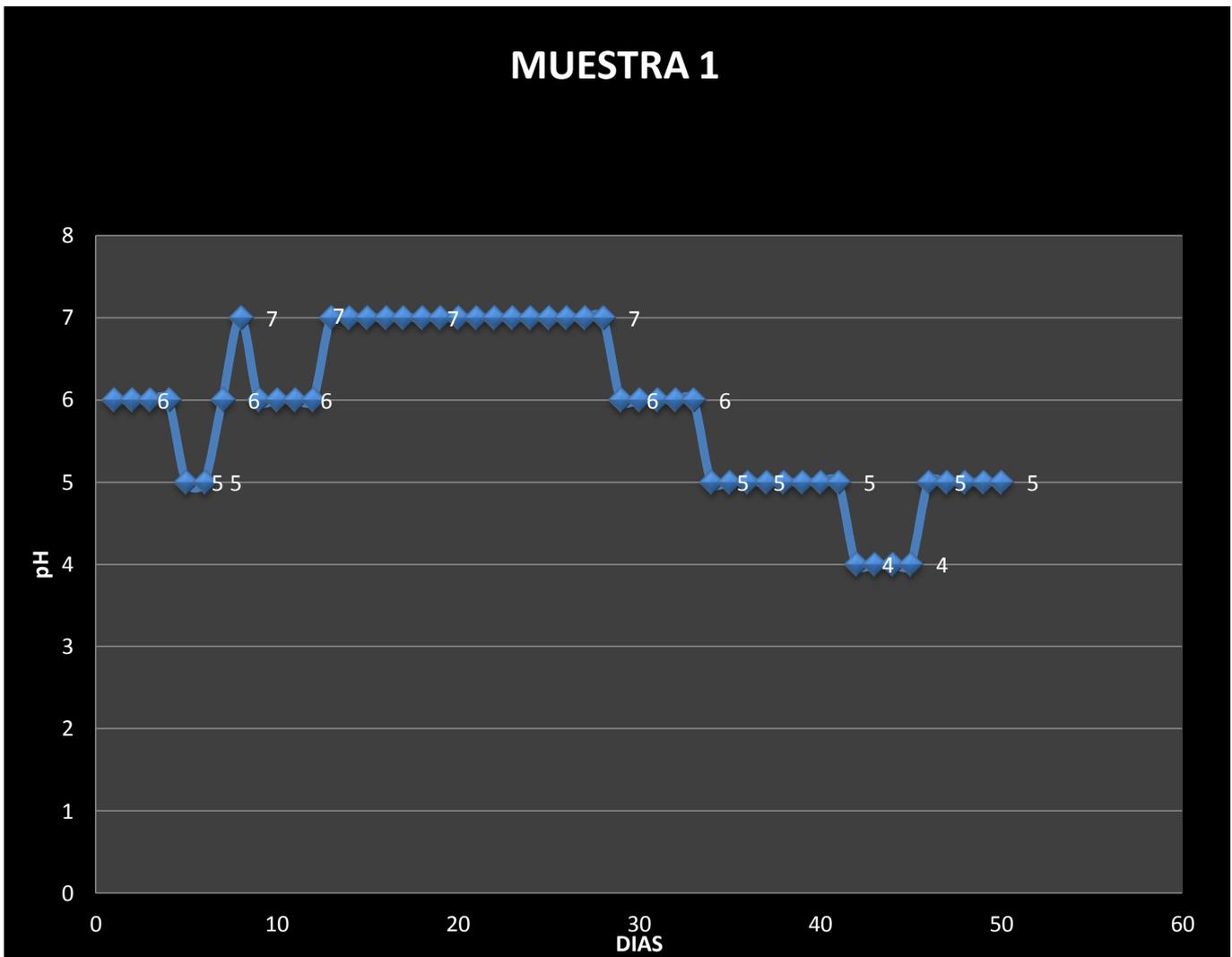
Gráfico 18: Monitoreos Diarios de pH del compost sin tratamiento



Elaborado por: Revelo, 2013

Como se puede apreciar, los valores varían entre el compost y la pila sin tratamiento. Las curvas son muy diferentes, se puede observar la diferencia en los valores, en un principio comienza ligeramente ácido, en el noveno día se encuentra en la fase termófila y a partir del día 12 se estabiliza el pH, indicando que se encuentra en la fase Mesófila. El día 29 comienza la etapa de enfriamiento del compost hasta que finalmente entra en la maduración con un pH ácido.

Gráfico 19: Muestra 1 de monitoreo diario de pH del compostaje

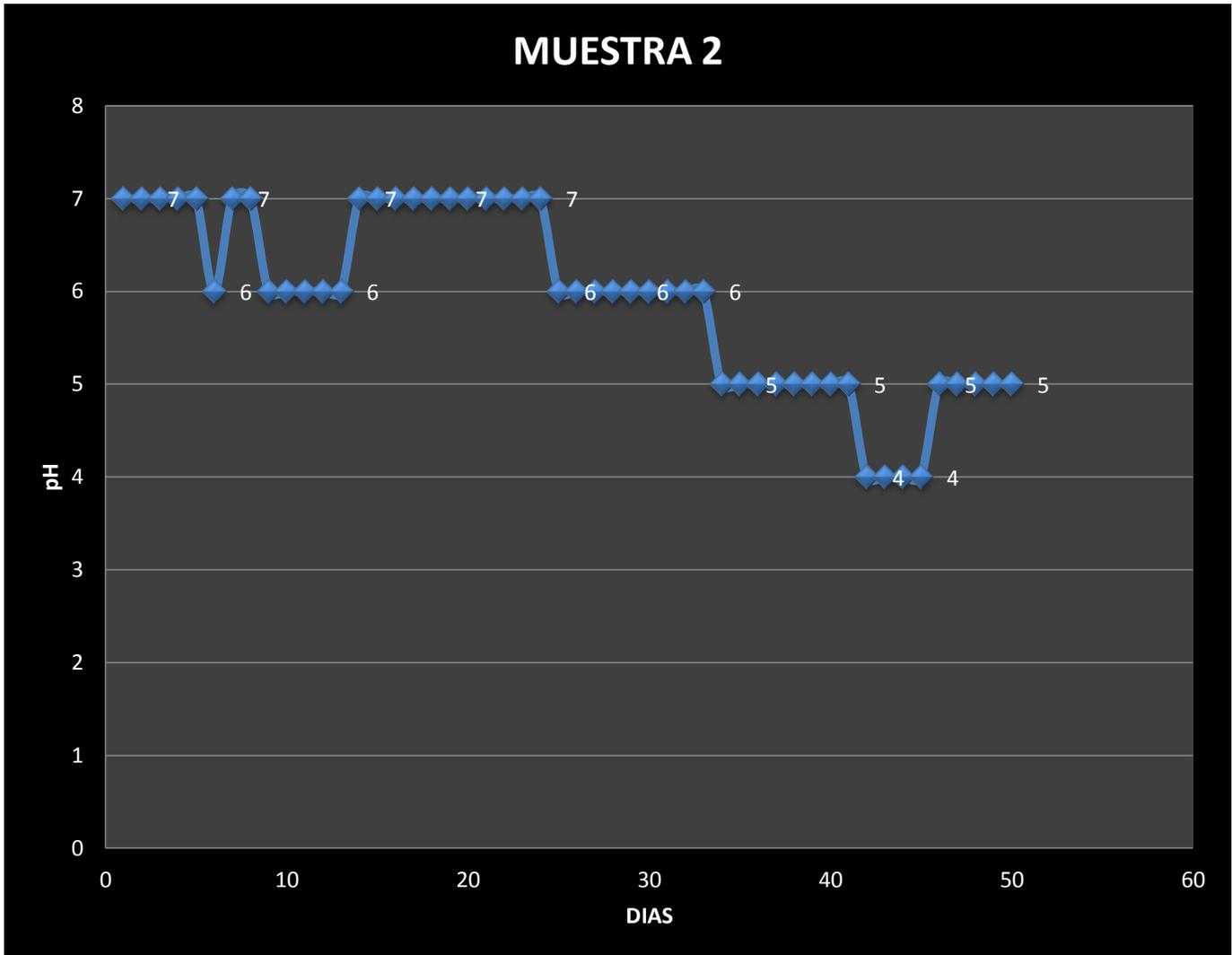


Elaborado por: Revelo, 2013

Se puede observar los valores varían para la muestra 2 y la pila sin tratamiento. Las curvas son muy distintas, se puede observar la diferencia en los valores, desde el principio

comienza un pH neutro, en el noveno día se encuentra en la fase termófila y a partir del día 14 se estabiliza el pH, indicando que se encuentra en la fase mesófila. El día 25 comienza la etapa de enfriamiento del compost hasta que finalmente entra en la maduración con un pH acido

Gráfico 20: Monitoreos Diarios de pH del compost muestra 2.

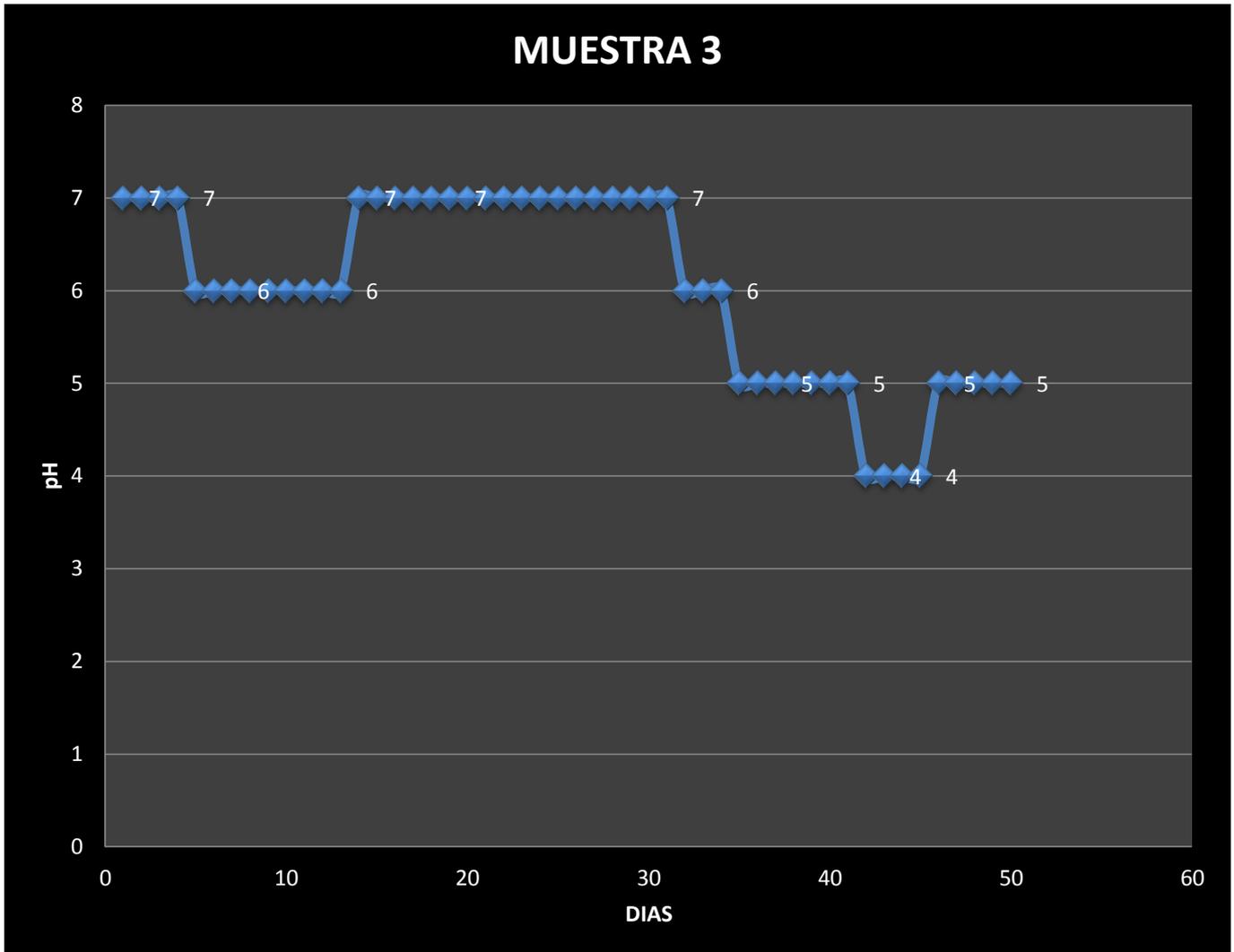


Elaborado por: Revelo, 2013

Se realizó evaluaciones de los valores que varían entre la muestra 3 y la pila sin tratamiento. Las curvas son muy diferentes, se puede observar la diferencia en los valores, desde el principio comienza un pH neutro, en el noveno día se encuentra en la fase termófila y a partir del día 14 se estabiliza el pH, indicando que se encuentra en la fase

Mesófila. El día 32 comienza la etapa de enfriamiento del compost hasta que finalmente entra en la maduración con un pH ácido

Gráfico 21: Monitoreos Diarios de pH del compost muestra 3.

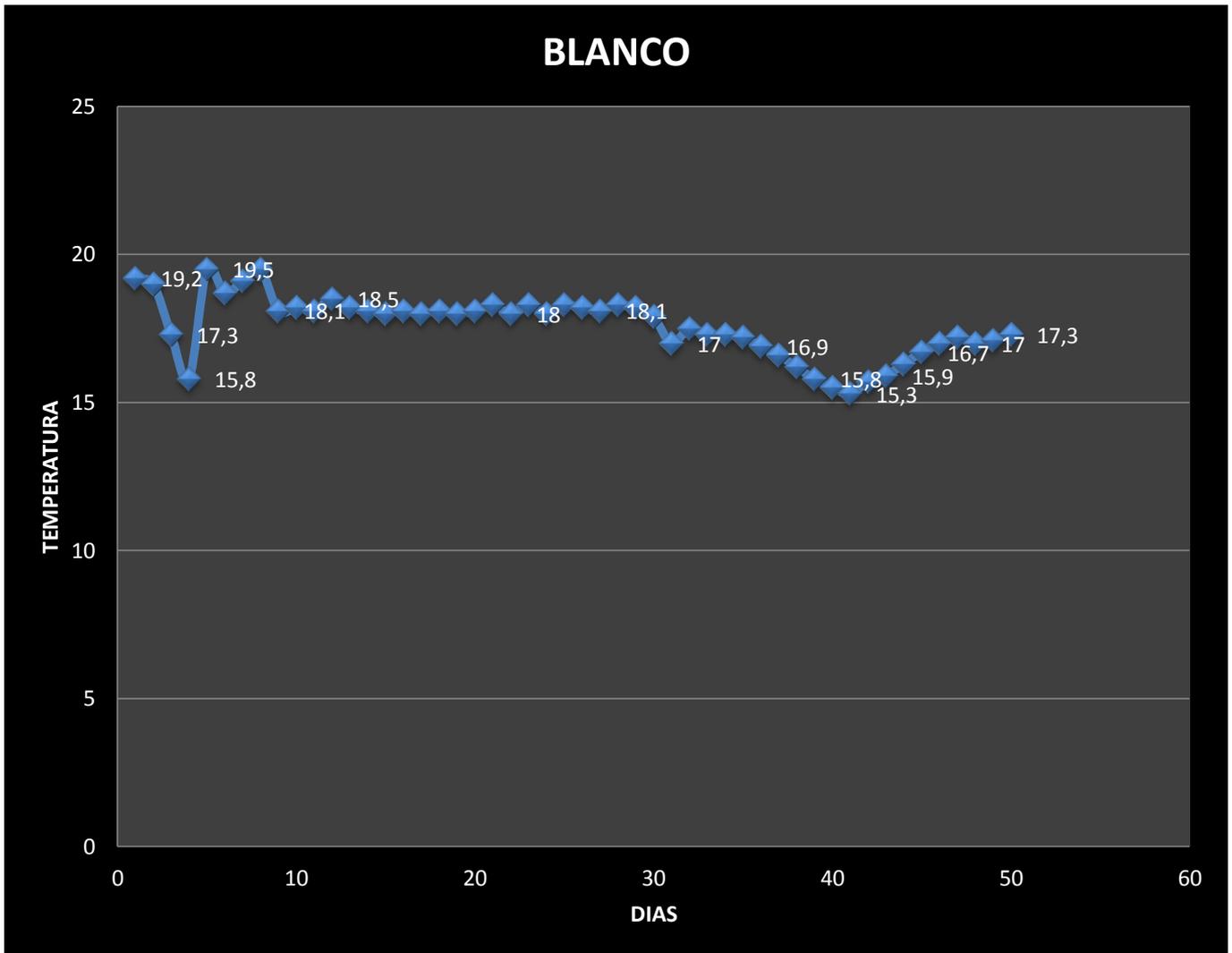


Elaborado por: Revelo, 2013

3.2.2. Resultados de Temperatura:

En la primera medición se obtuvo el valor máximo de temperatura con 19,5°C. El valor más bajo de temperatura se registró al cuarto día con 15,8 °C. Los valores de temperatura se mantuvieron estables con una misma tendencia, a partir del sexto día y hasta el último día, con valores de entre los 18 y 16 °C.

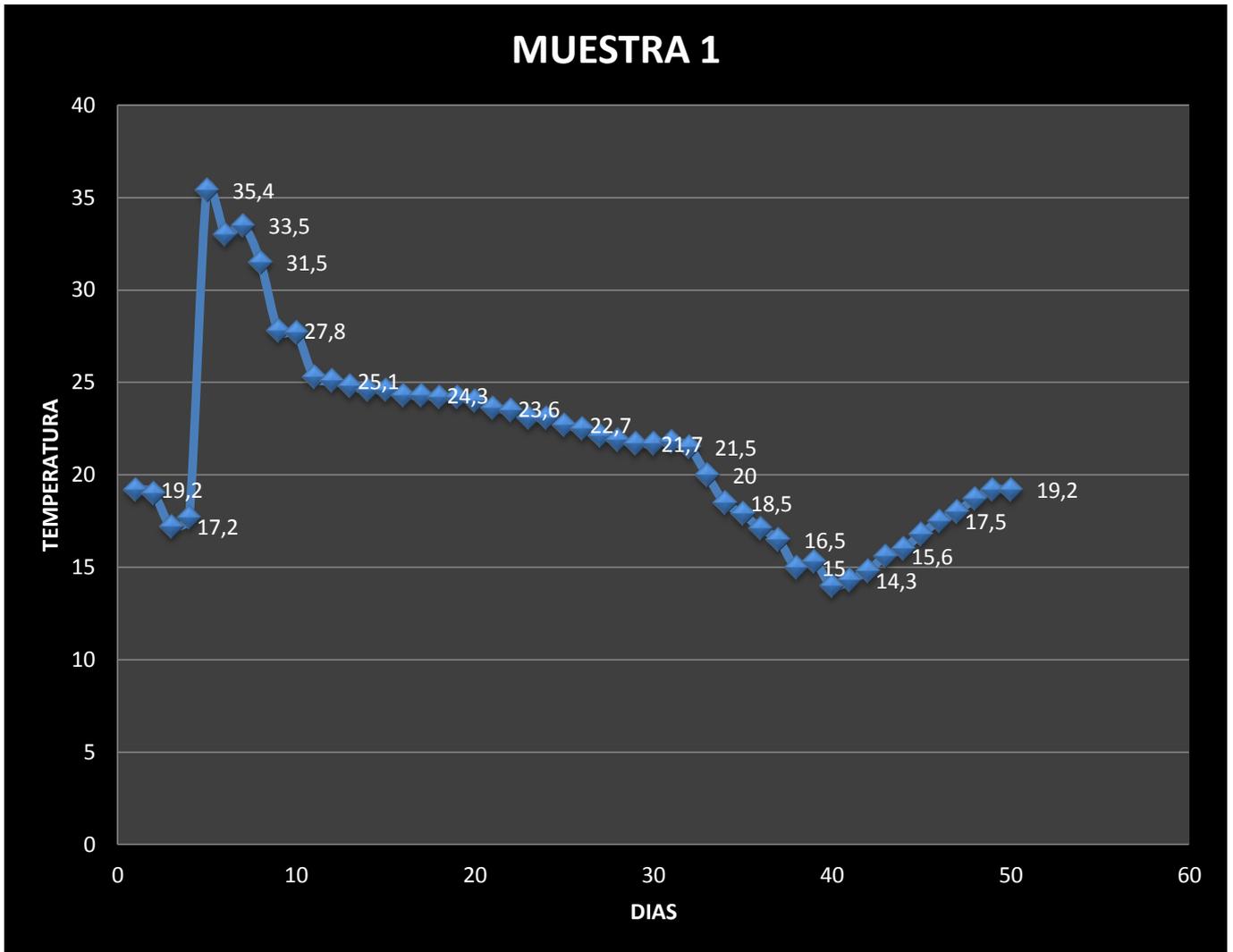
Gráfico 22: Monitoreos Diarios de Temperatura del blanco. (Testigo)



Elaborado por: Revelo, 2013

En la primera medición se obtuvo el valor máximo de temperatura con 35,4°C. El valor más bajo de temperatura se registró al día 41 con 14 °C. Los valores de temperatura mantuvieron una dinámica descendiente, a partir del día 41 ascendió culminando con un valor de 19, 2 °C.

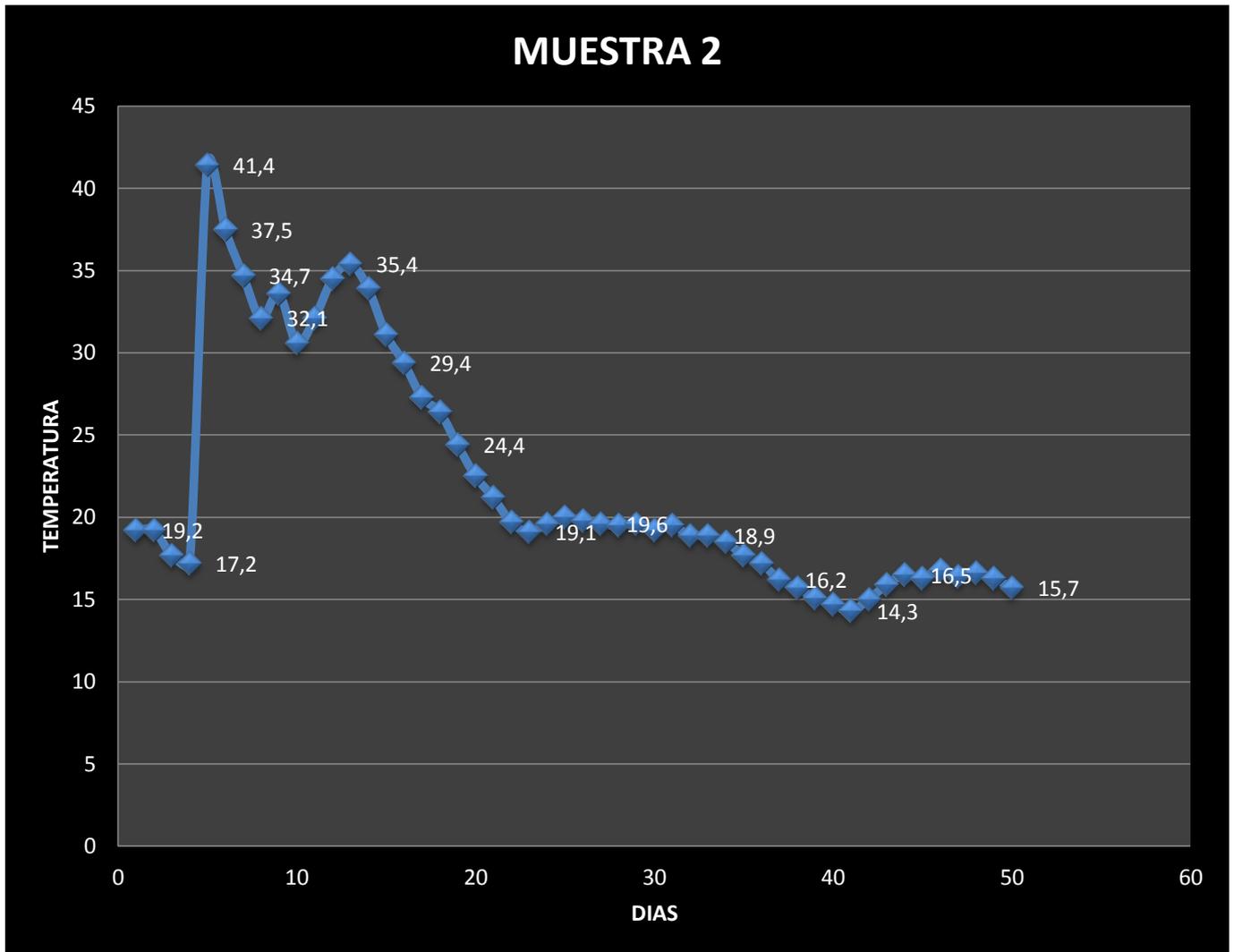
Gráfico 23: Monitoreos Diarios de Temperatura de la muestra 1.



Elaborado por: Revelo, 2013

En la primera medición se obtuvo el valor máximo de temperatura de 41,4 °C. El valor más bajo de temperatura se registró al día 41 con 14,3 °C. Los valores de temperatura mantuvieron una dinámica descendente, a partir del día 41 ascendió culminando con un valor de 15,7 °C.

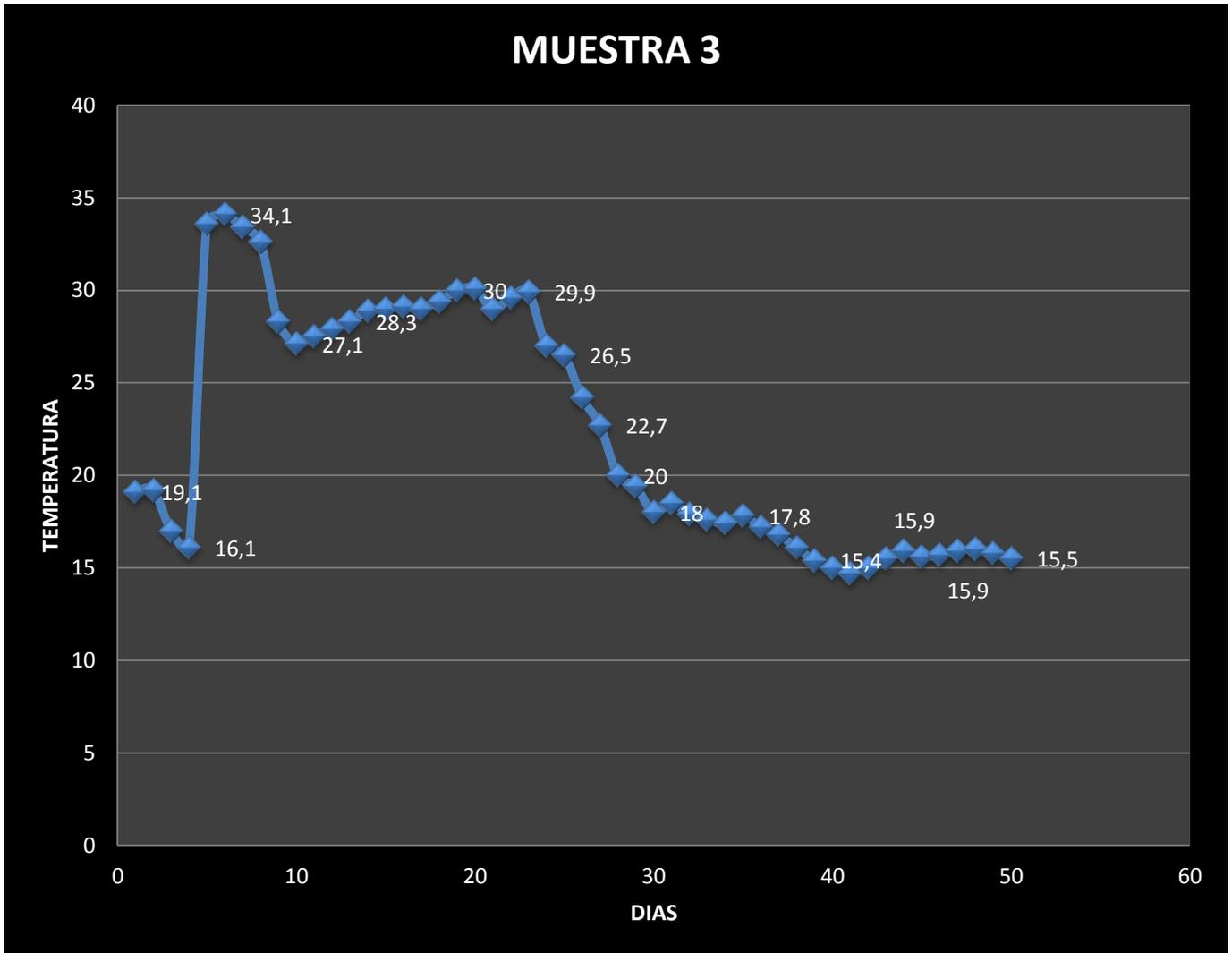
Gráfico 24: Monitoreos Diarios de Temperatura de la muestra 2.



Elaborado por: Revelo, 2013

En la primera medición se obtuvo el valor máximo de temperatura de 34,1 °C. El valor más bajo de temperatura se registró al día 41 con 14,7 °C. Los valores de temperatura mantuvieron una dinámica descendiente, a partir del día 41 ascendió culminando con un valor de 15,9 °C.

Gráfico 25: Monitoreos Diarios de Temperatura de la muestra 3.



Elaborado por: Revelo, 2013

En el monitoreo semanal se puede observar el cambio de relación de Carbono-Nitrógeno, a pesar del balance de nutrientes que se realizó, no existió mayor modificación en la relación C/N.

Tabla 6: Monitoreo Semanal de Relación Carbono Nitrógeno (C/N)

Muestras	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6
1	13/1	13/1	13/1	12/1	12/1	12/1
2	13/1	13/1	13/1	12/1	12/1	12/1
3	13/1	13/1	13/1	12/1	12/1	12/1

Elaborado por: Revelo, 2013

En la caracterización del compost generado corresponden a un producto de baja calidad, escaso en nutrientes. A continuación la caracterización del producto final.

Tabla 7: Caracterización de Producto Final

MUESTRAS	C/N	TEMPERATURA	pH	HUMEDAD
1	12/1	18,7	5,6	4,5
2	12/1	16,1	5,7	4
3	12/1	15,8	5,4	5,3

Elaborado por: Revelo, 2013

Se realizó un análisis Costo-Beneficio para poder comparar la inversión en esta técnica, el tiempo de generación está dividido por semanas (dos meses y medio) debido a que en este tiempo la empresa generó 19Kg de residuos sólidos orgánicos. Obteniendo un total de 26Kg de compost.

Tabla 8: Análisis Costo Beneficio

INTELIFUEL CIA LTDA					
Tiempo	Cantidad Generada	*Abono Agregado	Costo \$ (0.50 ctvs/kg)	Materiales	*Costo \$ Materiales (Unidad)
10 semanas	19kg	12kg	6	Recipientes Plásticos	12\$
20 semanas	38 kg	24 kg	12	Bandejas plásticas	2\$
48 semanas	53 kg	33 kg	10	Funda Plástica	0,50 ctvs

Elaborado por: Revelo, 2013

*Abono Agregado: Cantidad de abono con alto grado de nitrógeno, se utiliza para el balance de nutrientes entre los residuos sólidos orgánicos de la empresa y el abono.

*Costo \$ Materiales (Unidad): El costo de los materiales están por unidad, hay q tomar en cuenta que en la investigación se tomo tres muestras con tratamiento y un blanco.

Beneficio:

- Los residuos sólidos orgánicos de la empresa INTELIFUEL CIA LTDA se encontraban almacenados en sus instalaciones, eran considerados como desechos, con el tratamiento aplicado estos residuos tienen un valor agregado convirtiéndose en un abono orgánico a partir de los desechos almacenados este producto final podría ser utilizado como un abono comercial, generando ingresos a la empresa, este producto además de generar ganancias a la empresa es amigable con el medio ambiente aportando nutrientes al suelo.
- Este abono no solo se podría utilizar como un producto comercial, sino también para uso interno de la empresa, ya sea creando jardineras para mejorar el aspecto visual de la empresa o en sus propios hogares.
- Actualmente la empresa cumple con la normativa vigente del Distrito Metropolitano de Quito la cual indica, en uno de sus puntos, que se debe realizar una correcta gestión ambiental con los residuos que cada empresa genera en el caso de INTELIFUEL CIA LTDA envía a un gestor tecnificado para una correcta disposición final, esta práctica genera grandes gastos económicos.

3.2.3. Análisis Estadístico

ANOVA es un programa estadístico que permite la comparación de dos o más poblaciones y se analizará la varianza, la varianza es la media de como varia una muestra, este diseño es específico para probar si dos o más poblaciones tienen la misma media. (Webster, 1998). Se ha tomado como ejemplo la temperatura y el pH de la muestra 1.

Tabla 9: Análisis estadístico ANOVA. Temperatura Muestra 1 Vs pH Muestra 1.

Análisis de varianza de un factor TEMPERATURA MUESTRA1 VS pH MUESTRA 1						
RESUMEN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
Fila 1	50	1081	21,62	25,2669		
Fila 2	50	294	5,88	0,9649		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	6193,69	1	6193,69	472,2269	2,94E-39	3,9381
Dentro de los grupos	1285,36	98	13,1159			
Total	7479,05	99				

Elaborado por: Revelo, 2013

* *F*: Es una razón de la variación entre muestras y la variación dentro de las mismas muestras.

Valor crítico para F: determina si las medidas son iguales.

En este caso se puede observar en el análisis de varianza que *F* supera el valor crítico para *F* lo que quiere decir que se rechaza la hipótesis nula verdadera. De esta manera se

comprueba estadísticamente que las dinámicas de estos dos parámetros tienen comportamientos independientes a pesar de estar relacionadas estrechamente, lo cual se ha comprobado a lo largo del proceso.

CAPITULO IV.

DISCUSIÓN

4.1. Conclusiones

- Los compost y la pila sin tratamiento tuvieron un comportamiento muy distinto, las muestras con tratamiento son de naturaleza ácida durante casi todo el proceso mientras tanto el blanco o testigo se mantuvo constante, tanto el pH como la temperatura, debido a que las pilas con tratamiento existió una mayor actividad microbiana y bioquímica, mientras la pila testigo se mantuvo constante durante el proceso.
- En la fase inicial de la curva de pH el compost presenta un carácter ligeramente ácido, lo cual representa la formación de ácidos orgánicos, y posteriormente existe una formación de amoníaco.
- Con respecto a la tendencia que presentó la temperatura, se comprobó que era igual a lo encontrado en la bibliografía, influenciada por la aireación forzada que se realizó todos los días; como volteo, de esta forma, no se produjo un recalentamiento en las muestras de compost. Posiblemente el material del compost de la empresa influye en la temperatura ya que no se obtuvo temperaturas de 50 o 60°C.
- En las curvas de pH las muestras tratadas adquirieron una tendencia hacia niveles más bajos a partir de los días 30-34. Cabe aclarar que a partir del día 17 de Mayo se realizaron pequeñas como cubrir los compostajes, reduciendo la aireación.

- La generación de residuos sólidos orgánicos de la empresa es de 7,6 Kg mensuales.
- En esta investigación se obtuvo resultados sobre la calidad del compost, elaborado con los residuos sólidos orgánicos generados en la empresa INTELIFUEL CIA LTDA resultando valores poco satisfactorios lo cual no resulta rentable para la empresa tanto económica como comercialmente.
- A través de caracterizaciones fisicoquímicas de los residuos se pudo determinar las propiedades iniciales para poder conocer la composición de la materia orgánica.
- La relación (C/N) puede variar según la materia prima a utilizar, ya que cada residuo sólido orgánico tienen sus propias características y propiedades. Esta relación de 12/1 de carbono nitrógeno es comparable con los residuos de comida ya que según las estadísticas la relación de (C/N) es de 15/1
- La relación (C/N) no afecta al proceso de compostaje sin embargo se obtiene pérdidas de nitrógeno probablemente por la formación de amoníaco.
- Con el balance de nutrientes el objetivo era equilibrar la relación Carbono-Nitrógeno; de esta manera, se estabilizaron los residuos sólidos orgánicos.
- El costo del proyecto no es viable económicamente ya que se invertiría en un producto que tendrá una baja calidad tanto para el suelo como para ser un compostaje de uso comercial.
- Los residuos sólidos orgánicos de la empresa, no son aptos para la realización de compostaje por la baja calidad de nutrientes y aportaciones al suelo cabe recalcar que el compostaje es una buena técnica para varios tipos de residuos que tengan características y propiedades adecuadas que requiere.
- El producto final que se obtuvo es de baja calidad por lo tanto no se puede emplear para cultivos que requieran aportaciones altas de nitrógeno. Se podría emplear a suelos

pobres con pocos nutrientes, lo cual sería mejor realizar una caracterización previa al suelo para saber cómo puede aportar este compost al sitio en cuestión.

4.2. Recomendaciones

- Seguir con investigaciones para el aprovechamiento de estos residuos, según varias pruebas científicas este tipo de residuos son aptos para base de alimento para porcinos.
- La empresa INTELIFUEL CIA LTDA mantenga la clasificación, separación de estos residuos para posteriores estudios de aprovechamiento.
- Se debería incrementar el interés de recuperar desechos, ya que no solamente se obtendría beneficios económicos también sería una importante aportación con el medio ambiente, al concientizar más a las empresas y a las personas de la importancia de separar y clasificar residuos, esto trabajando conjuntamente con el municipio para crear programas de separación de residuos tanto industriales como domésticos.
- Es necesario realizar un estudio completo del tipo suelo tanto como las propiedades físicas, químicas y biológicas del sitio en cuestión ya que cada área es distinta y necesitan nutrientes diferentes. Después de realizar el estudio previo del suelo se podrá incorporar el compostaje obtenido de la empresa INTELIFUEL CIA LTDA. De esta manera se podrá emplear este tipo de compostaje teniendo la certeza de la contribución de nutrientes.

BIBLIOGRAFIA

- Brito et all. (1990). Manual De Métodos Analíticos Para Caracterizar Perfiles De Suelos. Maracay.
- CAREAGA, J. (1993). **Manejo y reciclaje de los residuos de envases y embalajes. México: Serie monografías 4.**
- COACM. Definiciones y conceptos relacionados con la producción y gestión de los residuos. Recuperado el 11 de Noviembre de 2012, de
- http://www.coacyle.com/descargas/cat_coacyle_1256030410.pdf
- CORBITT, R. (2011). Manual de referencia de la Ingeniería Ambiental: Compostaje. Madrid: McGraw-Hill. 8.159
- CORAL, K. (2011). Cátedra de tratamiento de residuos sólidos. Quito: Facultad de Ciencias Ambientales, UISEK.
- DAVIS, M.; MASTEN, S. (2005). Ingeniería y ciencias ambientales. Madrid: McGraw-Hill.
- DUEÑAS, D. (2012). Valoración físico-química de los residuos sólidos urbanos del Distrito Metropolitano de Quito con fines de aprovechamiento energético y reducción de gases de efecto invernadero. Tesis de grado. Universidad Internacional SEK. Quito.
- FRAUME, N. (2007). Diccionario ambiental. Colombia: ECOE Ediciones
- GLYNN, H. (2000). Ingeniería Ambiental (2da Ed). México, México D.F.: PrenticeHall.

- **GONZALEZ, R.; DEZA, M. (2012).**Factores que condicionan en el proceso de compostaje. Recurado el 28 de Mayo 2013. [http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/eeymar/default_archivos/5%20FACTORES%20PROCESO%20\(2\).pdf](http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/eeymar/default_archivos/5%20FACTORES%20PROCESO%20(2).pdf)
- MORENO, C.; MORAL, H. (2007). Compostaje: Evolución de la calidad del compost. Madrid: Mundi-Prensa.p. 287
- PEÑA, J. (2011).Como hacer compost: guía para amantes de la jardinería y el medio ambiente. Madrid: Mandí-Prensa.
- PASCHOAL, A.D. (1994). Calculo Matematico para preparar abonos organicos.
- SBARATO, D. (2007). Aspectos Generales De La Problemática De Los Residuos Sólidos Urbanos. Córdoba .Editorial Encuentro.
- SILVA, J.; LOPEZ, P.; VALENCIA, P. (2011). Recuperación de nutrientes en fase sólida a través del Compostaje. Escuela de Ingeniería de los Recursos naturales y del Ambiente (EIDENAR). Universidad del Valle-Facultad de Ingeniería. Colombia
- SZTERN et all. (2012). Manual Para La Elaboración De Compost Bases Conceptuales Y Procedimientos. OMS. (Organización Mundial de Salud).Panamericana.
- ROMAN, P. (2012).Técnicas del compostaje: Cambio climático y sostenibilidad ambiental. Organizaciones de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Paraguay
- VELASQUEZ, A. (2006).Gestión ambiental y tratamiento de residuos urbanos propuesta para la zona metropolitana de Guadalajara a partir de las experiencias de la unión europea. Tesis de Pos grado. Madrid, España. Universidad Complutense De Madrid.