

**IMPLEMENTACIÓN DE UNA ALTERNATIVA EN PRODUCCIÓN DE
COMPOSTAJE A PARTIR DE RESIDUOS SÓLIDOS DESECHADOS EN EL
MUNICIPIO DE IPIALES, DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

JHAIR RICARDO TORRES ACOSTA

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
SAN JUAN DE PASTO
2014**

**IMPLEMENTACIÓN DE UNA ALTERNATIVA EN PRODUCCIÓN DE
COMPOSTAJE A PARTIR DE RESIDUOS SÓLIDOS DESECHADOS EN EL
MUNICIPIO DE IPIALES, DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

JHAIR RICARDO TORRES ACOSTA

**Plan de trabajo de pasantía como requisito parcial para optar el título de
ingeniero agroindustrial**

**Asesora Universitaria
VERÓNICA JARRIN
Ingeniera Agroindustrial, Docente Universitaria**

**Asesor Empresarial
OSCAR BLADIMIR DELGADO VILLOTA
Ingeniero Industrial, Jefe de Planeación y Proyectos**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
SAN JUAN DE PASTO
2014**

NOTA DE RESPONSABILIDAD

Las ideas y conclusiones aportadas en el siguiente trabajo son responsabilidad exclusiva del autor.

Artículo 1^{ro} del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966 emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación:

Firma del Presidente de tesis

Firma del jurado

Firma del jurado

San Juan de Pasto, Marzo de 2014

DEDICATORIA

Al creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado; por ello, con toda la humildad que de mi corazón puede emanar, dedico primeramente mi trabajo a Dios.

Este trabajo es dedicado a mi familia, quienes me han apoyado incondicionalmente.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por regalarnos la vida para vivir esta experiencia, a mi familia por aportarme al desarrollo personal y profesional.

A la empresa ISERVI E.S.P por brindarme la oportunidad para desarrollar y aportar mis conocimientos

A mis profesores(as), que me regalaron su conocimiento y aprendizaje de forma incondicional para nuestro crecimiento y formación ético profesional.

A todas ellas y a todos ellos presento mis más sinceros agradecimientos.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	22
1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	24
2. JUSTIFICACIÓN	25
3. OBJETIVOS	27
3.1 OBJETIVO GENERAL	27
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	27
4. METODOLOGÍA	28
4.1 VARIABLES DE RESPUESTA.....	30
5. RESULTADOS OBTENIDOS.....	32
5.1 PICADO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS.....	34
5.2 ARMADO DE LA PILA	35
5.3 MEDICIÓN VOLUMEN / ÁREA DE ABONO ORGÁNICO.....	36
5.4 MONITOREO TEMPERATURA POR SECTORES.....	37
5.4.1 Tratamiento uno (T1A)	38
5.4.2 Tratamiento dos (T2A)	41
5.4.3 Tratamiento tres (T3A)	44
5.4.4 Tratamiento cuatro (T4A)	47
5.5 MONITOREO DE TEMPERATURA GLOBAL.....	49
5.5.1 Tratamiento uno (T1A):	50
5.5.2 Tratamiento dos (T2A)	51
5.5.3 Tratamiento tres (T3A)	53
5.5.4 Tratamiento cuatro (T4A):	54
5.6.1 Tratamiento uno (T1A):	56
5.6.2 Tratamiento dos (T2A)	57
5.6.3 Tratamiento tres (T3A):	58
5.6.4 Tratamiento cuatro (T4A)	59
5.7 LIXIVIADOS	59

5.8	REFINADO.....	60
5.9	GRANULOMETRÍA DEL ABONO	60
5.10	RENDIMIENTO	60
5.11	ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE COMPOSTAJE	61
5.12	PICADO DE PARTÍCULAS	63
5.13	MEDICIÓN VOLUMEN / ÁREA DE ABONO ORGÁNICO.....	63
5.14.	TIEMPO DE PROCESAMIENTO	66
5.14.1	Tratamientos, tiempo de procesamiento:	66
5.15	FORMA DE INOCULACIÓN	68
5.16	MONITOREO DE TEMPERATURA	70
5.17.	SISTEMA DE VOLTEO.....	74
5.18	GESTIÓN DE MAQUINARIA PARA LA TECNIFICACIÓN DEL COMPOST	79
5.19	MANUAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL.....	87
5.20	ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS	89
5.21	ADELANTO DE LA DOCUMENTACIÓN ANTE EL SISTEMA REGULADOR ICA PARA LA COMERCIALIZACIÓN DEL PRODUCTO ..	91
5.21.1	Registro de producto.....	91
5.21.2	Registro de venta.....	91
5.22	ESTUDIO DE EFICACIA AGRONÓMICA EN LA PRODUCCIÓN DE PAPA AMARILLA (<i>Solanum Gonicalyx</i>) A PARTIR DE ABONO ORGÁNICO ISERVI	92
5.22.1	Elección y preparación del suelo.	92
5.22.2	Preparación del suelo.	93
5.22.3	Arado.	93
5.22.4	Rastrillada y nivelada.....	93
5.22.5	Drenajes.....	93
5.22.6	Elaboración de surcos.....	93
5.23.7	Preparación del cultivo.....	93
5.22.8	Siembra.....	93
5.22.9	Fertilización.....	94

5.22.10	Control de malezas y aporque.	94
5.22.11	Control de plagas y enfermedades.	94
5.22.12	Cosecha.....	94
5.22.13	Comparación. Se	94
6.	BENEFICIOS A LA COMUNIDAD DEL MUNICIPIO DE IPIALES.....	95
6.1	SEPARACIÓN EN LA FUENTE	97
6.2	FORTALECIMIENTO	97
7.	COSTOS DE OPERACIÓN.....	99
8.	CONCLUSIONES.....	101
8.1	FORMULA DEL ABONO ORGÁNICO	101
8.2	ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO	101
8.3	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS	102
8.4	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	103
8.5	EFICIENCIA DE ABONO ORGÁNICO.....	103
	BIBLIOGRAFÍA.....	105

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Variables del proceso.....	29
Cuadro 2. Diseño experimental.....	30
Cuadro 3. Medición de volumen / área de abono orgánico.....	37
Cuadro 4. Medición del peso total de los residuos orgánicos	37
Cuadro 5. Dimensión de partículas:.....	63
Cuadro 6. Medición del volumen (T1).....	63
Cuadro 7. Medición del volumen (T2).....	63
Cuadro 11. Parametros fisicoquimico para muestra de abono organico.....	89
Cuadro 12. Resultado fisicoquimico.....	90
Cuadro 13. Resultado microbiologicos	91
Cuadro 14. Costos de insumos.....	99
Cuadro 15. Costos de materiales.....	99
Cuadro 16. Costos operacionales anuales	100
Cuadro 17. Costos indirectos.....	100
Cuadro 18. Total costos de inversión.....	100

LISTA DE GRAFICAS

	Pág.
Grafica 1. Toma de temperatura sector derecho	39
Grafica 2. Toma de temperatura sector centro	39
Grafica 3. Toma de temperatura sector izquierdo.....	40
Grafica 4. Toma de temperatura sector derecho	42
Grafica 5. Toma de temperatura sector centro	42
Grafica 6. Toma de temperatura sector izquierdo.....	43
Grafica 7. Toma de temperatura sector derecho	45
Grafica 8. Toma de temperatura sector centro	45
Grafica 9. Toma de temperatura sector izquierdo.....	46
Grafica 10. Toma de temperatura sector derecho	48
Grafica 11. Toma de temperatura sector centro	48
Grafica 12. Toma de temperatura sector izquierdo.....	49
Grafica 13. Tratamiento uno (T1A):	50
Grafica 14. Tratamiento dos (T2A).....	51
Grafica 15. Tratamiento tres (T3A)	53
Grafica 16. Tratamiento cuatro (T4A)	54
Grafica 17. Tratamiento uno (T1A)	56
Grafica 18. Tratamiento dos (T2A).....	57
Grafico 19. Tratamiento tres (T3A)	58
Grafica 20. Tratamiento cuatro (T4A)	59
Grafica 21. Tratamiento uno (T1EM – T1N).....	70
Grafico 22. Tratamiento dos (T2EM – T2N).....	71
Grafico 23. Tratamiento tres (T3EM – T3N).....	72
Grafico 24. Tratamiento cuatro (T4EM – T4N).....	73
Grafico 25. Tratamiento uno (T1EM –T1N).....	74
Grafico 26. Tratamiento dos (T2EM –T2N).....	75
Grafico 27. Tratamiento tres (T3EM –T3N).....	75
Grafico 28. Tratamiento cuatro (T4EM –T4N).....	76

LISTA DE IMÁGENES

	Pág.
Imagen 1. Toma de temperatura	33
Imagen 2. Picado del producto	34
Imagen 3. Armado de pila.....	35
Imagen 4. Líquidos lixiviados.....	60
Imagen 5. Ruta molinos san Fernando.....	61
Imagen 6. Llegada de muestra	62
Imagen 7. Zona de descargue.....	62
Imagen 9. Inoculación del compost	69
Imagen 10. Reinoculación de bacterias.....	69
Imagen 11. Tamizado	77
Imagen 12. Sobrante del compostaje	77
Imagen 13. Abono orgánico tamizado	78
Imagen 14. Abono orgánico, y control de plagas.....	78
Imagen 15. Empacado de abono orgánico	79
Imagen 16. Adecuación de terreno y construcción de invernadero	80
Imagen 17. Modelo de diseño de construcción de invernadero.....	81
Imagen 18. Proceso compostaje y producto terminado.....	82
Imagen 19. Maquina picadora	83
Imagen 20. Maquina tamizadora	84
Imagen 21. Maquina prensadora.....	84
Imagen 22. Maquina extrusora	85
Imagen 23. Maquina aglutinadora	85
Imagen 24. Entrega de abono a la comunidad	98

LISTA DE ANEXOS

- Anexo 1.** Diagrama de flujo
- Anexo 2.** Cuadro de planeación de abono orgánico
- Anexo 3.** Cuadro de temperatura
- Anexo 4.** Diagrama de balance y energía
- Anexo 5.** Especificaciones tec máquina.
- Anexo 6.** Especificaciones tec maquina prensadora
- Anexo 7.** Acta de entrega cancillería de Colombia
- Anexo 8.** Manual de seguridad industrial
- Anexo 9.** Formulario de registro del producto. Contratos
- Anexo 10.** Formulario de registro de venta
- Anexo 11.** Periódico Diario del Sur, reconversión laboral

GLOSARIO

ACONDICIONAMIENTO DE RESIDUOS: Operaciones que transforman los residuos a formas adecuadas para su transporte y/o almacenamiento seguros.

AGENTE BIOLÓGICO-INFECCIOSO: Cualquier microorganismo capaz de producir enfermedades cuando está presente en concentraciones suficientes (inóculo), en un ambiente propicio (supervivencia), en un hospedero susceptible y en presencia de una vía de entrada.

ALMACENAMIENTO O ALMACENAJE: El depósito temporal de los residuos sólidos en contenedores previos a su recolección, tratamiento o disposición final

APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS: Conjunto de acciones cuyo objetivo es recuperar el valor económico de los residuos mediante su reutilización, remanufactura, rediseño, reciclado y recuperación de materiales secundados o de energía.

BASURA: Dos o más desperdicios que revueltos entre sí provocan contaminación, enfermedad, pérdida de recursos naturales.

BASURERO: Sitio o terreno donde se disponen residuos sólidos, sin que se adopten medidas de protección del medio ambiente.

BIODEGRADABLE: Sustancia que puede ser descompuesta con cierta rapidez por organismos vivientes, los más importantes de los cuales son bacterias aerobias. Sustancia que se descompone o desintegra con relativa rapidez en compuestos simples por alguna forma de vida como: bacterias, hongos, gusanos e insectos. Lo contrario corresponde a sustancias no degradables, como plásticos, latas, vidrios que no se descomponen o desintegran, o lo hacen muy lentamente. Los órganoclorados, los metales pesados, algunas sales, los detergentes de cadenas ramificadas y ciertas estructuras plásticas no son biodegradables.

BIOMETANIZACIÓN: El tratamiento aeróbico de los residuos biodegradables que produce metano y residuos orgánicos estabilizados.

BIOGÁS: El conjunto de gases generados por la descomposición microbiológica de la materia orgánica.

CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS: Estudio y determinación de las propiedades de los residuos de un emplazamiento.

CENTRO DE ACOPIO: Lugar destinado a la recuperación y el almacenaje de materiales reciclables.

CENTRO DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS: Lugar donde los residuos se clasifican para su reciclaje, compostaje y eliminación a vertedero.

COMERCIALIZACIÓN: Operación de venta o transferencia de subproductos y materias o sustancias recuperadas para reincorporarlas al proceso productivo.

COMPOST O ABONO ORGÁNICO: Es el producto resultante del proceso de compostaje.

COMPOSTAJE: Es un proceso de reciclaje completo de la materia orgánica mediante el cual ésta es sometida a fermentación en estado sólido, controlada (aerobia) con el fin de obtener un producto estable, de características definidas y útil para la agricultura.

CONTAMINACIÓN: Alteración reversible o irreversible de los ecosistemas o de alguno de sus componentes producida por la presencia o la actividad de sustancias o energías extrañas a un medio determinado. **(2)** La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico.

Puede clasificarse en:

- Origen químico: productos tóxicos minerales, como sales de hierro, plomo, mercurio, ácidos, derivados del petróleo, insecticidas, detergentes, abonos sintéticos, etc.
- Origen físico: productos y emanaciones radioactivas, materias sólidas, vertimiento de líquidos a altas temperaturas o bajas temperaturas, etc.
- Origen biológico: por desechos orgánicos en descomposición. Existe un tipo de contaminación ambiental cuyo origen se sitúa en las conductas antisociales de algunos humanos y que afecta no solamente el medio natural sino la vida en comunidad.

CONTAMINACIÓN AMBIENTAL: Introducir al medio cualquier factor que anule o disminuya la función biótica.

CONTAMINANTE: Es toda materia o sustancia, sus combinaciones o compuestos, los derivados químicos o biológicos, así como toda forma de energía, radiaciones ionizantes, vibraciones o ruido, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, aguas, suelo, flora, fauna o cualquier elemento ambiental, alteren o modifiquen su composición.

DESARROLLO SOSTENIBLE: Desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad y manejo racional de los recursos naturales.

DISPOSICIÓN FINAL: La acción de depositar o confinar permanentemente residuos sólidos en sitios o instalaciones cuyas características prevean afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos.

ELIMINACIÓN: Sacar, separar, descartar un residuo del circuito de utilización. Los residuos se han de eliminar sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar procedimientos o métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente.

EMISIÓN: Sustancia en cualquier estado físico liberada de forma directa o indirecta al aire, agua, suelo o subsuelo.

EVALUACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL: Proceso metodológico para determinar la probabilidad o posibilidad de que se produzcan efectos adversos, como consecuencia de la exposición de los seres vivos a las sustancias contenidas en los residuos peligrosos o agentes infecciosos que los forman.

FERMENTACIÓN: Transformación de compuestos orgánicos en compuestos más simples y/o inorgánicos por la acción de microorganismos.

FRACCIÓN ORGÁNICA DE RESIDUOS: Parte de los residuos constituida por desperdicios de origen doméstico, como por ejemplo verduras, frutas, carnes, pescados, harinas o derivados, etc., susceptible de degradarse biológicamente, también por los residuos de jardinería y poda.

GENERACIÓN: La acción de producir residuos sólidos a través de procesos productivos o de consumo.

GENERADOR: Persona física o moral que produce residuos, a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo.

LIXIVIADOS: Líquidos que se forman por la reacción, arrastre o filtrado de los materiales que constituyen los residuos sólidos y que contienen sustancias en forma disuelta o en suspensión que pueden infiltrarse en los suelos o escurrirse fuera de los sitios en los que se depositen residuos sólidos y que puede dar lugar a la contaminación del suelo y de cuerpos de agua.

METANO: CH₄. Componente, entre otros, del gas natural y del biogás. El gas natural es una de las fuentes fósiles de energía. El metano se forma en procesos de degradación anaeróbica, (en pantanos, en los rumiantes y en procesos de tratamiento de residuos sólidos y aguas residuales). La emisión creciente de

metano es una amenaza para el clima. El metano es junto con el dióxido de carbono y los óxidos de nitrógeno, el principal causante del efecto invernadero.

PLANTA DE COMPOSTAJE: Centro donde se elabora el compost a partir de los residuos sólidos.

PLANTA DE SELECCIÓN Y TRATAMIENTO: La instalación donde se lleva a cabo cualquier proceso de selección y tratamiento de los residuos sólidos para su valorización o, en su caso, disposición final.

PROCESO: El conjunto de actividades físicas o químicas relativas a la producción, obtención, acondicionamiento, envasado, manejo, y embalado de productos intermedios o finales.

PROCESO DE DEGRADACIÓN: Proceso por el cual la materia orgánica contenida en la basura sufre reacciones químicas de descomposición (fermentación y oxidación) en las que intervienen microorganismos dando como resultado la reducción de la materia orgánica y produciendo malos olores.

PROCESO PRODUCTIVO: Conjunto de actividades relacionadas con la extracción, beneficio, transformación, procesamiento y/o utilización de materiales para su disposición final.

RECICLAJE: Proceso simple o complejo que sufre un material o producto para ser reincorporado a un ciclo de producción o de consumo, ya sea éste el mismo en que fue generado u otro diferente. Según la complejidad del proceso que sufre el material o producto durante su reciclaje, se establecen dos tipos: directo, primario o simple; e indirecto, secundario o complejo.

RECOLECCIÓN SELECTIVA: Recogida de residuos separados y presentados aisladamente por su productor.

RECOLECCIÓN: La acción de recibir los residuos sólidos de sus generadores y trasladarlos a las instalaciones para su transferencia, tratamiento o disposición final.

RELLENO SANITARIO: La obra de infraestructura que aplica métodos de ingeniería para la disposición final de los residuos sólidos ubicados en sitios adecuados al ordenamiento ecológico, mediante el cual los residuos sólidos se depositan y compactan al menor volumen práctico posible y se cubren con material natural o sintético para prevenir y minimizar la generación de contaminantes al ambiente y reducir los riesgos a la salud.

RESIDUO: Todo material en estado sólido, líquido o gaseoso, ya sea aislado o mezclado con otros, resultante de un proceso de extracción de la Naturaleza, transformación, fabricación o consumo, que su poseedor decide abandonar.

RESIDUOS ORGÁNICOS: Los residuos orgánicos son los residuos de comida y restos del jardín. Son todos aquellos residuos que se descomponen gracias a la acción de los desintegradores.

RESIDUOS PATOGENICOS O PATÓGENOS: Definición que involucra a los residuos generados como consecuencia de la actividad hospitalaria tanto humana como animal. Son considerados los insumos y desechos clínicos resultantes de la atención médica prestada en hospitales, centros médicos, consultorios médicos y odontológicos, laboratorios, asilos de ancianos, clínicas para la salud humana y clínicas veterinarias, como: Algodones, gasas, vendas, apósitos, pañales, etc. con restos de sangre, humores o secreciones, partes anatómicas (miembros, órganos, placenta, tumores, etc.), líquidos, materias y otros restos, como así también, todos los elementos descartables usados: Jeringas, agujas, hojas de bisturí y otros corto-punzantes, paletas, catéteres, medicamentos vencidos, bolsas de sangre, envases, etc. Son aquellos desechos que por contacto y/o composición y/o características orgánica animal que están en condiciones de transmitir una o varias patologías por infestación a los seres vivos, como así también, impactar negativamente en el ambiente. Estos desechos, deben ser eliminados con tratamientos o procesos especiales. Los más utilizados son: Incineración, microondas, autoclave, químico, irradiación, etc. Todos estos procesos, en mayor o menor medida, lo que hacen, es transformarlos en casi inocuos. Prioritariamente, estos tratamientos deben neutralizar la toxicidad de los desechos y disminuir su volumen, para luego poder deponerlos junto con los residuos domiciliarios. El manejo y gestión de los residuos patogénicos, debe comenzar con su clasificación intrahospitalaria, como así también su separación y segregación en origen, transporte, tratamiento y disposición final. Entran dentro de esta categoría los residuos patógenos y los patológicos.

RESIDUOS PELIGROSOS Y ESPECIALES: Cualquier residuo que por su tamaño, peso o volumen necesita un tratamiento especial. Dentro de éste grupo se encuentran los residuos peligrosos los cuales por sus características agresivas tales como corrosividad, reactividad, inflamabilidad, toxicidad, explosividad y radiactividad pueden causar daño. Se clasifican en:

•Residuos químicos peligrosos: sustancias o productos químicos con características tóxicas, corrosivas, inflamables, explosivas, reactivas, genotóxicas o mutagénicas, tales como: quimioterapéuticos, antineoplásicos, productos químicos no utilizados, plaguicidas fuera de especificación, solventes, ácido crómico, mercurio de termómetro, soluciones para revelado de radiografías, baterías usadas, aceites, lubricantes usados, etc.

• Residuos farmacéuticos: medicamentos vencidos, contaminados, desactualizados, no utilizados, etc.

• Residuos radiactivos: materiales radiactivos o contaminados con radioisótopos de baja actividad, provenientes de laboratorios de investigación química y biológica; de laboratorios de análisis clínicos; y servicios nucleares. Estos materiales son normalmente sólidos o líquidos (jeringas, papel absorbente, frascos, líquidos derramados, orina, heces, etc.).

RESIDUOS SÓLIDOS: En función de la actividad en que son producidos, se clasifican en agropecuarios (agrícolas y ganaderos), forestales, mineros, industriales y urbanos. A excepción de los mineros, por sus características de localización, cantidades, composición, etc., los demás poseen numerosos aspectos comunes desde el punto de vista de la recuperación y reciclaje.

RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU): Son aquellos que se generan en los espacios urbanizados, como consecuencia de las actividades de consumo y gestión de actividades domésticas (viviendas), servicios (hostelería, hospitales, oficinas, mercados, etc.) y tráfico viario (papeleras y residuos viarios de pequeño y gran tamaño

RESIDUOS VEGETALES: Residuos de origen vegetal, procedentes de jardinería, poda de parques y jardines urbanos, limpieza de bosques, etc.

SEPARACIÓN: Segregación de las sustancias, materiales y residuos peligrosos de iguales características cuando presentan un riesgo.

SEPARACIÓN EN LA FUENTE: Método de recuperación de materiales reciclables en su punto de generación.

SEPARACIÓN MANUAL: Método para extraer materiales reciclables luego de recogidos los residuos sólidos y depositados en una facilidad central.

SEPARACIÓN MECÁNICA: Método para separar los materiales reciclables por medios mecánicos o electromecánicos luego del recogido de los residuos sólidos.

TRATAMIENTO: Conjunto de operaciones por las que se alteran las propiedades físicas o químicas de los residuos.

VEHÍCULO COMPACTADOR: Vehículo grande con una caja cerrada que tiene equipamiento especial con motor mecánico para cargar, comprimir y distribuir los residuos sólidos dentro de la caja.

RESUMEN

Los residuos sólidos orgánicos urbanos constituyen cerca del 60 al 65% del volumen total de desechos generados por la población sin ningún tratamiento, por tal motivo es primordial buscar una solución integral que contribuya al manejo adecuado de los mismos, transformándolos en nuevos productos a través de procesos biotecnológicos, llegando a minimizar el número de impactos ambientales que afectan la sostenibilidad de los recursos naturales y del medio ambiente.

Este trabajo de pasantía es enfocado al mejoramiento en uno de los cinco componentes manejado por el Instituto de Servicio Varios de Ipiales ISERVI, que es el sistema de aprovechamiento, manejado dentro del marco de un **Proyecto Binacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos** entre Colombia y Ecuador. Amparados en la normatividad existente de los dos países que busca un desarrollo autosostenible a partir de los residuos sólidos.

Por ser un departamento netamente agrario se plasma la investigación en la transformación de residuos orgánicos en abono orgánico dejando de arrojar aproximadamente 2000 toneladas mensuales de residuos al relleno sanitario, logrando ser reutilizados para generar un nuevo producto. Por consiguiente se busca una estandarización de la fórmula de compostaje para iniciar la producción a gran escala de este compuesto orgánico.

La finalidad de este proceso es disminuir los costos de mantenimiento que generan la gran cantidad de residuos sólidos en los rellenos sanitarios incrementando la vida útil de la zona de disposición final, lo que conlleva a conservar el medio ambiente de nuestra sociedad y a crear una cultura de separación en la fuente a toda la comunidad.

PALABRAS CLAVES: Aprovechamiento, Residuos Sólidos, Compostaje.

ABSTRACT

Urban organic solid wastes constitute about 60 to 65% of the total volume of waste generated by the population without any treatment for that reason it is essential to find a comprehensive solution that contributes to the proper management of them , transforming them into new products through biotechnological processes , getting to minimize the number of environmental impacts that affect the sustainability of natural resources and the environment.

This internship job is focused on improving in one of five run by the Institute of Various Service Ipiales ISERVI , which is the harvesting system , operated within the framework of a Binational Project Integrated Solid Waste Management between Colombia and Ecuador components . Covered in the existing legislation of the two countries are looking for a self-sustainable development from solid waste.

As a purely agricultural research department is reflected in the transformation of organic waste into compost shed leaving about 2000 tons per month of waste to the landfill , managing to be reused to generate a new product. Thus searching for a standardization formula for starting the composting mass production of this organic compound.

The purpose of this process is to reduce maintenance costs that generate the large amount of solid waste in landfills by increasing the lifetime of the disposal area , leading to conserve the environment of our society and create a culture of separation at source to the entire community .

KEYWORDS: Harvesting, Solid Waste Composting .

INTRODUCCIÓN

La pasantía se ejecutó en la empresa de aseo del municipio de Ipiales, instituto de servicios varios de Ipiales ISERVI E.S.P desde abril del 2012 hasta abril del 2013.

La institución de servicio varios de Ipiales, ISERVI. E.S.P. Tiene la misión de ser “ una empresa del sector descentralizado de orden municipal que presta el servicio de aseo, mediante el barrido, limpieza de vías y áreas públicas, recolección, transporte, aprovechamiento, disposición final, ornamentación, electrificación, producción, venta de bienes y servicios, respetando el ambiente para generar cultura ciudadana en toda la comunidad”.

Paralelo a esto la empresa está enmarcada en la formulación y ejecución de proyectos ambientales nacionales y binacionales que permiten un adecuado manejo del relleno sanitario, concientización ciudadana y empoderamiento por parte de la comunidad para el buen manejo de los residuos sólidos para lograr una Ipiales limpia y bonita.¹

En la actualidad se realiza la ejecución del programa de separación de residuos sólidos en la fuente que fue implementado hace dos años y su objetivo es “Concientizar y educar a la población de Ipiales, Nariño, en la separación y correcto manejo de los residuos sólidos domésticos, a través de acciones de responsabilidad ambiental ciudadana”², obteniendo grandes resultados.

A lo anterior la comunidad ha acudido de una manera positiva al proyecto, pero el crecimiento demográfico y urbano que está teniendo el municipio es muy grande y apresurado por tal razón la cantidad de residuos orgánicos e inorgánicos obtenidos de la recolección son bastantes, generando grandes volúmenes de estos compuestos de desecho.

Después de cursar la primera etapa de concientización a la comunidad Ipialeña, se pretende hilar una nueva etapa siendo la más importante, buscar el aprovechamiento de los residuos sólidos con el fin de disminuir el impacto ambiental que estos desechos producen y así generar un valor agregado aplicando la ingeniería agroindustrial.

Importante destacar que esta empresa está en la ejecución el programa Binacional de Residuos Sólidos entre los municipios de Ipiales por parte de

¹ Disponible en Internet: <http://ipiales-narino.gov.co/sitio.shtml?apc=o-e1--&x=1365232>

² ISERVI. Base de datos empresa. Pasto: 2013.

Colombia y el cantón Tulcán de la república Ecuatoriana, en la cual buscan una industrialización de estos desechos orgánicos e inorgánicos. Con el apoyo de la unión europea la cual inyecta recursos para que este Proyecto Binacional se materialice.

En este momento se está construyendo la planta industrial, esta se divide en dos partes, la primera la planta para la transformación de residuos sólidos en abonos orgánicos y la otra para el proceso de reciclaje de los residuos inorgánicos.

El actual trabajo pretende contribuir al desarrollo ambiental y socio económico aplicando técnicas agroindustriales, al mismo tiempo implementar una fórmula para transformar los residuos orgánicos en un fertilizante natural estandarizado para los suelos, de igual manera dotar de implementos y maquinaria para que esta industria se tecnifique y deje de ser una técnica artesanal.

Por otro lado ayudar a la creación de un manual de seguridad industrial para los operarios dentro de la zona de operación al estar en ejercicio de la transformación de estos materiales como por ejemplo la utilización de materiales mínimos para su protección como casco, guantes, tapabocas, carne de vacunación y overol etc. y así volver un requisito en los trabajadores este tipo de implementaría que busca preservar la salud del operador y cumplir con las normas de seguridad industrial. Así mismo adelantar la documentación pertinente ante los entes reguladores como el ICA (Instituto Colombiano Agropecuario) para que este producto cumpla con los resquitos como la certificación de la empresa comercializadora y solicitud de registro de empresa fabricantes y de venta del producto para su libre comercialización.

1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

ISERVI, busca una solución ambiental al manejo de los residuos sólidos desechados en el municipio de Ipiales, generando un sin número de programas positivos que contribuyen a este proceso, iniciando y colocando en marcha en octubre del 2010 el programa de separación en la fuente que consiste en separar y diferenciar los residuos orgánicos de los inorgánicos, implementando 3 macro rutas y 26 micro rutas diferenciadas para los diferentes barrios, llegando a tener una cobertura del 100% en el municipio de Ipiales. Además se implementó el programa de educación ambiental realizando diferentes campañas en sectores comerciales, residenciales y educativos con el ánimo de crear cultura ciudadana frente al manejo de los residuos.

Por esta razón Ipiales es uno de los pocos municipios a nivel nacional que realiza esta práctica de la separación en fuente, de tal manera que el programa continúa avanzando en otra etapa importante que es la reutilización y transformación del material orgánico para su posterior aprovechamiento.

Es así que después de varios intentos con entidades gubernamentales empezaron a desarrollar pruebas a escala para la transformación del material orgánico, encontrando un fallido proceso, resultante de estas pruebas la putrefacción de los residuos, llegando a la conclusión que la gran cantidad de microorganismos patógenos existentes en estos desechos alteran la transformación llegando a obtener una acción contraria, ya que se pensaba que con el aumento de temperatura estos patógenos se desactivarían y desaparecerían, pero no fue así primeramente por la tardía descomposición de estos residuos que hizo que se desarrollaran malos olores por acción de toxinas y por ende la proliferación de insectos y roedores, estableciendo un gran problema de cómo llegar a manejar controladamente toda esta cantidad de residuos orgánicos.

Actualmente los residuos orgánicos son desechados entre 60 a 80 toneladas día provenientes de las diferentes rutas selectivas de la ciudad, llegando a ser depositados al relleno sanitario sin ningún tratamiento previo u o aprovechamiento, por esta razón se busca seguir implementado diferentes métodos con el objetivo de llegar accionar una técnica en la producción de compostaje en el menor tiempo y a bajo costo para el manejo adecuado de los residuos sólidos, con el ánimo de obtener beneficios medio ambientales y sociales con un proceso autosostenible.

2. JUSTIFICACIÓN

Este proyecto se justifica por qué hace un año se dio inicio a la implementación y puesta en marcha del programa de separación en la fuente de los residuos sólidos con la capacitación y concientización de la comunidad para que de esta manera la fracción orgánica salga totalmente limpia al igual que la fracción reciclable y de esta forma se pueda realizar un proceso de recuperación de los diferentes materiales para que puedan ser incorporados nuevamente a la cadena productiva a través de diferentes procesos.

A esto se adiciona que la elaboración de composta, humus o cualquier tipo de bioabono requiere de altos estándares de calidad en la materia prima, con el fin de obtener un producto eximido de contaminantes, según lo establece el artículo 26 de la resolución 00375 de 2004 expedida por el Instituto Colombiano Agropecuario –ICA-. Coexiste entonces el hecho de educar a la población Ipialeña para que los residuos sólidos de origen orgánico sean seleccionados desde la fuente y estén libres de materiales contaminantes tales como metales pesados, vidrio, plástico, elementos metálicos, residuos peligrosos, etc., con el fin de obtener un bioabono de calidad que pueda ser utilizado no solo en la recuperación de suelos, sino también en labores agrícola de producción.³

Otro punto que se hace justificable es la unión de varias herramientas como es el caso de la biotecnología que es aplicada a la transformación de estos residuos orgánicos formando un proceso de compostaje, mediante insumos biológicos provenientes de nuestros campos.

Desde el punto de vista ambiental, el darle un manejo controlado a estos residuos desechados genera un gran impacto positivo ya que reduciría considerablemente los gases generados por la descomposición, afectando directamente a nuestro planeta.

Así mismo el llegar a obtener un nuevo producto de un material desechado y de excelente calidad generaría grandes beneficios a nuestro sector que se considerado netamente agrícola, contribuyendo alcanzar cosechas más limpias, disminuyendo el uso de insumo químico (abonos químicos) aplicado a las parcelas, ayudando a los agricultores a reducir sus gastos de producción que se ve reflejado en el costo del consumidor

A esto se adiciona que la materia prima principal que son los residuos orgánicos no tiene ningún costo y hace que si se llegaría a producir abono orgánico en grandes cantidades el costo del producto final sería muy bajo, por otra parte

³ Ibíd.

algunos materiales adicionales como excretas de animales también son desechados por algunas industrias esto hace que la producción de este producto sea viable.

Este proyecto también se justifica porque ayudara al desarrollo socioeconómico y cultural de nuestra región además generaría un desarrollo industrial que tanta falta hace al municipio, generando nuevas alternativas de industrialización.

En este particular se iniciara la construcción de una cadena productiva de abonos orgánicos a partir de los residuos orgánicos desechados por los pobladores del municipio, formando un ciclo de aprovechamiento y transformación en un producto fertilizante sumamente agrario para ser adicionado nuevamente a todas las parcelas del municipio. Conjuntamente a este proceso se ejecutaría la etapa de comercialización expandiendo un mercado no solo al municipio sino a toda la Exprovincia de Obando ya que nuestro departamento es uno de los lugares netamente primarios dedicado a la siembra de productos, donde la empresa ISERVI contribuiría no solo con el fertilizante orgánicos si no con la disminución del impacto ambiental que estos residuos producen.

De igual manera es muy bueno tomar estos ejemplos tan positivos de otros países desarrollados y aplicarlos en nuestro departamento ya que en este campo de la reutilización de desechos se presenta un atraso. Además son de las ideas más completas que ayuda a diferentes áreas como es el caso de que se logró conformar un acuerdo binacional entre COLOMBIA (municipio de Ipiales) y ECUADOR (cantón Tulcán) para el aprovechamiento de estos residuos con el objetivo de ayudar a nuevas fuentes de empleo, aumentar la vida útil de los rellenos sanitarios, controlar y mitigar la contaminación de las dos ciudades, y optimizar la operación y mantenimiento del sistema de aseo, mejorando la calidad de vida de la población fronteriza.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Implementar una alternativa en producción de compost a partir de residuos sólidos domiciliarios en el municipio de Ipiales, departamento de Nariño.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Desarrollar una alternativa de transformación de residuos sólidos a través del proceso de compostaje.
- ❖ Estandarizar el proceso de compostaje de residuos sólidos domiciliarios.
- ❖ Establecer la maquinaria adecuada para la tecnificación del compost
- ❖ Elaborar manual de seguridad industrial para los operarios.
- ❖ Efectuar análisis fisicoquímicos a los abonos orgánicos obtenidos.
- ❖ Gestionar la documentación pertinente ante el ente regulador ICA (Instituto Colombiano Agropecuario) para la comercialización del producto.

4. METODOLOGÍA

Frente al problema que se presenta en la ciudad de Ipiales, en primer lugar se ejecutó una investigación exhaustiva sobre la elaboración de abono orgánico, con el objetivo de que la alternativa de transformación sea la más eficaz.

Para poder determinar la efectividad del proceso se fundamenta en el artículo científico "INOCULANTE DE MICROORGANISMOS ENDÓGENOS PARA ACELERAR EL PROCESO DE COMPOSTAJE DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS"⁴, igualmente esta investigación se apoya en el MANUAL DE COMPOSTAJE PARA MUNICIPIOS"⁵

En esta etapa del proceso se elaboró cuatro tratamientos con el objeto de establecer cuál es la mejor fórmula para realizar el proceso de abono orgánico. En el tratamiento uno (T1A); se realizó el proceso solo con los residuos orgánicos y la aplicación de acelerantes (tricho - d y bacthom) y microorganismos EM con 2 frecuencias de inoculación durante todo el proceso.

Para el tratamiento dos (T2A); el proceso se plasmó solo con residuos orgánicos y la aplicación de acelerantes (tricho - d y bacthom) y microorganismos EM con 3 frecuencias de inoculación durante todo el proceso.

El tratamiento tres (T3A); el proceso se realizó con residuos orgánicos y la aplicación del componente nitrogenado (Melaza), acelerantes (tricho - d y bacthom) y microorganismos EM con 3 frecuencias de inoculación durante todo el proceso.

El tratamiento cuatro (T4A); se perpetró el proceso solo con residuos orgánicos y la aplicación del componente nitrogenado (Nitrógeno al 46%), acelerantes (tricho - d y bacthom) y microorganismos EM con 3 frecuencias de inoculación durante todo el proceso.

Es necesario que después de la implementación de la formula se empiece a observar cómo se está produciendo el abono orgánico para establecer parámetros de cantidad de material, temperatura, humedad, ph, tiempos de volteo, Reinoculaciones, tiempos de paso entre las etapas para que sean aplicadas en otros procesos continuos a este, para llegar a su respectiva estandarización.

⁴ CARIELLO, María Ester; CASTAÑEDA, Liliana y RIOBO, Inés. Inoculante de microorganismos endógenos para acelerar el proceso compostaje de residuos sólidos urbanos. Bogotá: R.C.Suelo Nutr. Veg, 7 (3) 2007 (26-37)

⁵ EVA, Roben., Manual de Compostaje para Municipios, 1 ed. Loja: DED/ Ilustre Municipalidad de Loja, 2002. p. 60.

Esta estandarización se la realizó durante ocho meses hasta llegar a conocer todo el proceso y tener una técnica programada para dichos procesos.

El diseño experimental que se efectuó es completamente al azar, se realizó 4 experimentos de compostaje, donde cada experimento tiene 8 pruebas.

El tiempo que tarda cada tratamiento es aproximadamente 30 a 40 días.

La unidad experimental a utilizar para cada tratamiento es de 1 tonelada.

Las variables constantes son: contenido de humedad, homogenización, armado de la pila, caldo de cultivo, mezcla de caldo de cultivo, volteos, adición de tricho - d y bacthom.

Las Variables no constantes son: la frecuencia de inoculaciones, fuente nitrogenada (melaza)

Cuadro 1. Variables del proceso

V. CONSTANTES		V. NO CONSTANTES
Unidad experimental 1 tonelada		
Humedad	50 -60 %	Inoculaciones (EM)
Homogenización	2 – 3 cm	
Armado de pila	1.5 mts (H)	
	1.5 mts (A)	Fuente nitrogenada (MELAZA)
	4 mts (L)	
Caldo de cultivo (EM)	2 litros / ton	
Fuente nitrogenada (MELAZA)	4 litros / ton	
Mezcla de caldo de cultivo	Agua	
Volteos	Pasado 1 día	
Adición Tricho – d	300 gr / ton	
Adición de Bacthom	1 litro / ton	

Fuente. Este estudio

Así mismo la variable no constante de inoculación se operó de la siguiente manera:

Para los tratamientos T1EM y T2EM, tres inoculaciones durante todo el proceso, para T3EM dos inoculaciones y T4EM solo una inoculación, aclarando que todas las inoculaciones tienen la misma cantidad de 2 litros / ton.

La siguiente variable no constante de fuente nitrogenada se operó de la siguiente manera:

Para los tratamientos T1N y T3N, tres inoculaciones, para T2N, dos inoculaciones y T4N, una sola inoculación, llegando a utilizar la misma cantidad para cada inoculación de 4 litros / ton. Con el propósito de llegar a determinar la cantidad necesaria del número de inoculaciones de EM y de la fuente nitrogenada (MELAZA) para la transformación de estos residuos ha compost

Cuadro 2. Diseño experimental

TRATAMIENTOS DE ESTANDARIZACIÓN										
AÑO	MES	TRATAMIEN TO	FRECUENCIA DE INOCULO				FRECUENCIA NITROGENADA			
			T1 EM	T2 EM	T3 EM	T4 EM	T1 N	T2 N	T3 N	T4 N
2012	Abril	1	3	3	2	1	3	2	3	1
	May	2	3	3	2	1	3	2	3	1
	Jun	3	3	3	2	1	3	2	3	1
	Jul	4	3	3	2	1	3	2	3	1
	Ago	5	3	3	2	1	3	2	3	1
2013	Sept	6	3	3	2	1	3	2	3	1
	Oct	7	3	3	2	1	3	2	3	1
	Nov	8	3	3	2	1	3	2	3	1
	Dic	9	3	3	2	1	3	2	3	1
	Ene	10	3	3	2	1	3	2	3	1

Fuente. Este estudio

4.1 VARIABLES DE RESPUESTA

La variable de respuesta son dos, una de ellas es el análisis fisicoquímico y microbiológico realizado a los experimentos, por motivos de costo se lo realizó al final de la pasantía, para así determinar composiciones nutricionales del producto, determinando que micro y macro nutrientes nos aporta los residuos orgánicos del municipio de Ipiales.

La otra variable de respuesta es el tiempo que tarda en la producción del abono, esta variable se analiza mediante la toma de temperatura diaria con la cual se determina la etapa que va cursando ya que el ciclo del abono orgánico se caracteriza por 4 diferentes etapas que son la mesofila, termófila, de enfriamiento y maduración, para así determinar cuál de los experimentos culmina en el menor tiempo, y así determinar cuál es el mejor tratamiento aplicado a esta investigación. Para que este proyecto se convierta en una empresa autosostenible es indispensable dotar de una serie de maquinaria con el objetivo de tecnificar procesos y aumentar su rendimiento; para así generar mayores ingresos, por tal

motivo se gestionara ante la Comunidad Andina de Naciones (CAN) y la Unión Europea (EU) la financiación de la maquinaria. Como segunda fase del proyecto, aclarando que estas entidades nombradas anteriormente fueron las gestoras y donantes del presupuesto para que la primera fase se llevara a cabo.

La segunda fase se denominó “CONSTRUCCIÓN Y EQUIPAMIENTO DE LA PLANTA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SOLIDOS” Este proyecto fue firmado y avalado por cada alcalde de cada municipio para ser presentado ante el comité de la unión Europea en el país de Perú.

El equipamiento consta de una maquina picadora, maquina tamizadora, termómetro digital, balanza electrónica, entre otros, así mismo para el manejo de los residuos inorgánicos se hace necesario de una prensa hidráulica, lavadora de plástico, molino de plástico etc.

De igual manera se elaboró un manual de seguridad para los operadores en planta, con la finalidad que indique las normas de seguridad básicas con la necesidad de la prevención de accidentes y enfermedades por el motivo que los residuos que se manejan son provenientes de los desechos de toda la ciudad y esto genera un alto riesgo de peligrosidad para los operarios, de esta manera se implementa el manual para la utilización de materiales de protección como casco, guantes, tapabocas, carne de vacunación y overol.

Así mismo quedo plasmado en este manual la señalización de seguridad como rampas, escaleras fijas, puertas de salidas normales y de emergencia, medidas de prevención de incendios, maquinaria, equipo, manejo de transporte y almacenamiento de materiales diversos.

En avance de los procesos se adelantó requisitos frente al ICA, en la unidad de regulación y control de fertilizantes y acondicionadores del suelo, con la finalidad de obtener primeramente el REGISTRO DEL PRODUCTO y REGISTRO VENTA. Los requerimientos para registro de producto encontramos contratos de arrendamiento de la planta, director técnico, matricula mercantil, facturas de pago por tarifa vigente y croquis de la planta. Igualmente información sobre la ubicación de la planta, diferenciación de área, materias primas personal técnico responsable y diagramas de flujo de cada proceso a manejar.

Después de ello se realiza a una supervisión exhaustiva por parte de la entidad pertinente para obtener el registro de producto, una vez obtenido este registro podría seguir cumpliendo con los siguientes requisitos de venta como toda la información técnica y de composición del compost entre ellos tipo de empaque, peso y estudio de eficiencia agronómica en algunos productos.

5. RESULTADOS OBTENIDOS

Parte principal del proyecto fue buscar una buena técnica para la transformación de los residuos sólidos, buscando que su transformación sea en el menor tiempo posible. Partiendo de esa variable se investigó diferentes formas de producción de abono orgánico encontrando dos alternativas, una de ellas era la elaboración de ABONO ORGÁNICO TIPO BOKASHI que se descartó porque en este sistema se requería de materiales como el carbón vegetal que no se encontraban con facilidad en el departamento y esto hacía que retardara un poco la iniciación del proyecto y aumentaba los costos de producción, entonces consideramos una nueva alternativa que tenía involucrada la biotecnología que era la producción de ABONOS ORGÁNICOS EM- COMPOST a partir de microorganismos eficientes(caldo de cultivo).

Esta nueva técnica nos proporciona y controla una transformación de desechos sólidos orgánicos por acción de microorganismos en presencia de oxígeno, reduciendo el tiempo de compostaje, la generación de olores ofensivos e insectos nocivos con el objetivo de incrementar la solubilización de nutrientes y generación de sustancias benéficas.

La tecnología EM (Microorganismos Eficaces) fue desarrollada por el Doctor Teruo Higa, Ph. D, profesor de la Horticultura de la Universidad Ryukyus en Okinawa, Japón, como una opción viable y sostenible para la producción agrícola y animal dentro de los parámetros orgánicos y biológicos, que procuran un manejo razonable de los recursos, para no afectar el medio ambiente, así como lograr productos de alta calidad con bajo costo.⁶

EMRO (EM Research Organization) otorgó a FUNDASES, Fundación de Asesorías para el Sector Rural, y que hace parte de la Organización Minuto de Dios, la exclusividad de la producción y el manejo de la tecnología EM para Colombia, la cual es nuestro proveedor directo de este producto.⁶

Antes de determinar el desarrollo de las cuatro alternativas se realizó una planeación en el cual se constituye de un diagrama de flujo que contenía fotos y fechas que conectan los puntos de inicio y de terminación. Con el fin de dar a conocer la metodología que se va a realizar en la transformación de los residuos para la obtención del abono orgánico

Anexo 1. Diagrama de flujo

⁶ Disponible en Internet: <http://www.ecotecnologias.com.ve/ima/pdf/PorciculturalI.pdf>

Continuo al diagrama de flujo se realizó una planeación aproximadamente de unos 30 a 40 días incluyendo domingos y festivos con el objetivo de determinar a diario lo que se tenía que realizar, esta Cuadro consta de la fecha, descripción del proceso, numero del personal a trabajar, duración de la operación, maquinaria y materiales que se va a utilizar cada día durante el proceso.

Anexo 2. Cuadro de planeación de abono orgánico

Otro punto importante fue la creación de una Cuadro que registraba la toma de temperatura ya que el monitoreo de las pilas debe ser diario registrando en esta planilla, el comportamiento de la temperatura tomada en tres puntos de la pila, dos en los extremos y una hacia el centro de la pila, colocando el termómetro inclinado hacia el centro de la misma

Imagen 1. Toma de temperatura



Fuente. Este estudio

La planilla está conformada por dos partes, en la primera se ubican los datos como fecha del armado de la pila, cosecha de la pila, peso de la pila y observaciones.

En la parte inferior encontramos 4 columnas donde la primera registra el día de la toma de temperatura y las columnas restantes indica la posición del abono de la siguiente manera, derecha, centro e izquierda, donde debajo de ellos escribimos la temperatura en grados centígrados.

Anexo 3. Cuadro de temperatura

Después de tener listo la planeación se pasó a la etapa más importante que fue la fabricación de las cuatro alternativas de abono orgánico, este procedimiento arrojó los siguientes resultados:

5.1 PICADO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS

Una vez llegado la muestra se procedió a su respectiva limpieza ya que de una u otra manera llego un poco contaminada estos residuos fueron de 945 kg, en los que encontramos ropa y textiles, plásticos, latas y cartones.

Luego se realizó la reducción de partículas donde fue de 3 a 6 cm esta se ejecutó esparciendo los residuos sobre toda la plataforma y usando una picadora manual, ya que se careció de una maquina picadora.

Concluyendo que la homogenización de las partículas no fue la adecuada ya que estas partículas fueron demasiado grandes, presentando una desventaja en aumento de la superficie para la descomposición microbiológica y aumentando el tiempo de descomposición, llegando al final del producto con algunos componentes orgánicos sin descomponer como fue el caso de residuos de coco y cañas, que en este caso la superficie de contacto entre el microorganismo y los desechos fue pobre, por el carácter osmótrofo de la gran mayoría de las bacterias.

Imagen 2. Picado del producto



Fuente. Este estudio

5.2 ARMADO DE LA PILA

Se procedió con el armado de las pilas en el cual se combinaban en capas, como es el caso del T1A y T2A que se colocó una capa de residuos orgánicos y su inoculación con los microorganismos EM y los acelerantes bacthon, tricoberma, y en el caso T3A y T4A también se combinó con una capa de residuos orgánicos, mas su inoculación con microorganismos EM y acelerantes y otra capa del insumo que remplaza al compuesto nitrogenado, como en el caso de T3A la adición de melaza y en T4A nitrógeno de 46% y así sucesivamente se realiza la inoculación.

Concluyendo que el armado de la pila se lo realizó adecuadamente y el mismo para los cuatro tratamientos, el sistema que se utilizo fue el sistema de parvas o pilas móviles en el cual consiste en darles la misma morfología y dimensiones determinadas a los sistemas donde se procesa el material.

Esta fue una variable constante en la cual es muy precisa en este proceso ya que es la que nos ayudó a determinar los compuestos adicionar para luego mirar sus componentes nutricionales y así poder determinar cuál de ellos es la mejor alternativa de producción.

Imagen 3. Armado de pila



Fuente. Este estudio

5.3 MEDICIÓN VOLUMEN / ÁREA DE ABONO ORGÁNICO

Para ello se requiere de un decámetro y las formulas determinadas por la A.D.S y la E.P.A de volumen/área para poder determinar su peso a cada tratamiento.

Primero se utilizó una fórmula que se asemejaba a la forma del armado de la pila para determinar su volumen. Esta fue la fórmula de el volumen de un prisma (triangulo alargado).

$$V= \frac{1}{2} A*H*L \text{ (ft}^3\text{)}$$

Dónde:

- A = base
- H = altura
- L = largo

Cabe resaltar que su resultado debe estar en medida de pies cúbicos, entonces las medidas calculadas que fueron en metros fueron convertidas a pies cúbicos. Luego se utiliza la formula volumen/área para determinar su peso total de cada tratamiento que fue la siguiente:

$$py = (x) \text{ ft}^3 * \left(\frac{800 \text{ lb} / \text{yd}^3}{27 \text{ ft}^3 / \text{yd}^3} \right)$$

Dónde:

- PY = peso equivalente en libras de putrescibles mezclados con residuos de patios
- x = volumen en pies cúbicos.

Anteriormente en la formula no se denota el $800 \text{ ft}^3 / \text{yd}^3$ ni el $27 \text{ ft}^3 / \text{yd}^3$,

estos son parte de una relación, donde:

- Cuando inicialmente se mide un volumen en pies cúbicos (ft³) y se quiere saber el volumen en yardas cúbicas (yd³) se utiliza la relación:

$$27 \text{ ft}^3 = 1 \text{ yd}^3 \text{ (Relación 1)}$$

- 1yd³ de materiales putrescibles pesa alrededor de 800 a 1000 lbs.

•

$$\text{(Promedio 800 lbs.). (Relación 2)}$$

Estas relaciones se deben a que los materiales usados son parte de un mezclan de residuos de cocina con residuos putrescibles de industria, donde la densidad de los materiales putrescibles disminuye un poco.

Después de justificar las formulas empleadas para el cálculo, se pasa a la medición de las cuatro alternativas de tratamiento para determinar cuál es el mejor calculo

Cuadro 3. Medición de volumen / área de abono orgánico

	T1A		T2A		T3A		T4A	
	(m)	(ft ³)						
BASE (A)	1.5	4.92	1.4	4.59	1	3.28	1.6	5.25
ALTURA (H)	1	3.28	1	3.28	1	3.28	1	3.28
LARGO (L)	2.8	9.18	3.3	10.82	3.7	12.13	3.5	11.48

Fuente. Este estudio

Cuadro 4. Medición del peso total de los residuos orgánicos

TRATAMIENTOS	KILOGRAMOS
T1A	1097
T2A	1208
T3A	966
T4A	1464
TOTAL	4735

Fuente. Este estudio

Concluyendo que la medición de los cuatro tratamiento no es igual pero si es similar obteniendo el tratamiento cuatro el mayor peso con 1464 kg, de igual manera el tratamiento que logró el menor peso fue el tratamiento tres con 966 kg, pese a que esta era una variable constante no fue muy desfasada de lo que se propuso como fue que cada muestra de los tratamientos pesara 1000 kg, además realizando un promedio de los tratamientos se logró obtener un peso de 1185 kg, entonces se puede decir que la medición de la pila fue favorable y que los kg sobrantes de la muestra asignada no altera para nada el comportamiento de la descomposición ni tampoco el aumento de los microorganismos ni acelerantes.

5.4 MONITOREO TEMPERATURA POR SECTORES

El monitoreo de las pilas se lo realizó a diario registrando en la panilla la toma de temperatura en tres puntos de cada tratamiento, derecha, centro e izquierda. En la cual nos ayuda a determinar la etapa que va trascurriendo cada tratamiento.

Ya que el proceso de descomposición aeróbica requiere de condiciones controladas, particularmente de humedad y aireación, en el cual participan bacterias, hongos y actinomicetos. Dichas poblaciones y actividad microbiana varían en función de los cambios de temperatura, que en el proceso pueden oscilar desde 30-40 °C (fase mesofílica) hasta 70-75 °C (fase termofílica), indicando las etapas pasaríamos a mostrar las gráficas del control de temperatura.

5.4.1 Tratamiento uno (T1A)

CUADRO DE TEMPERATURA							
FECHA DE ARMADO:							
COSECHA DE LA PILA:				PESO DE LA PILA: 1097 kg			
OBSERVACIONES: Residuos orgánicos + Acelerantes + Microorganismos + 2 Inoculaciones							
DÍA	DER	CEN	IZQ	DÍA	DER	CEN	IZQ
1	35	39	33	18	72	70	71
2	35	33	34	19	75	72	68
3	37	35	36	20	68	65	65
4	39	33	31	21	53	59	65
5	37	35	36	22	52	65	58
6	45	35	29	23	57	65	53
7	30	31	45	24	53	58	50
8	36	38	38	25	51	55	48
9	47	49	38	26	45	52	44
10	39	39	34	27	41	51	41
11	45	46	38	28	35	45	36
12	47	48	46	29	29	38	28
13	59	53	55	30	20	25	23
14	52	55	58	31	17	19	18
15	57	56	57	32	18	20	19
16	65	63	66	33	16	17	16
17	67	68	65	34			

Después de la Cuadro encontramos las gráficas de temperatura por sectores.

Grafica 1. Toma de temperatura sector derecho



Fuente. Este estudio

Grafica 2. Toma de temperatura sector centro



Fuente. Este estudio

Grafica 3. Toma de temperatura sector izquierdo



Fuente. Este estudio

En el primer tratamiento se observa que el aumento de temperatura en los diferentes sectores izquierda, derecha, y centro son muy similares evidenciando los primeros 11 días donde la temperatura se conserva entre un rango de 35 y 40 °C, el tope máximo de temperatura fue a los 19 días del proceso con un promedio de 70 a 73 °C, la etapa de enfriamiento fue diferente ya que el descenso de temperatura en el sector central se mantiene una temperatura de 20 a 24 °C a diferencia de los extremos esto se produjo porque el volteo no fue homogéneo, al final del proceso en el 31 día, la temperatura se equilibra .

5.4.2 Tratamiento dos (T2A)

CUADRO DE TEMPERATURA							
FECHA DE ARMADO:							
COSECHA DE LA PILA:				PESO DE LA PILA: 1208 kg			
OBSERVACIONES: Residuos orgánicos + Acelerantes + Microorganismos + 3 Inoculaciones							
DÍA	DER	CEN	IZQ	DÍA	DER	CEN	IZQ
1	32	28	34	18	72	73	72
2	35	33	34	19	69	72	70
3	33	34	34	20	64	59	68
4	34	36	36	21	62	61	66
5	35	38	35	22	46	55	45
6	36	38	34	23	41	50	56
7	34	45	33	24	32	55	35
8	46	49	33	25	34	46	33
9	50	43	47	26	33	44	38
10	40	43	49	27	28	43	42
11	44	45	48	28	29	35	25
12	40	47	47	29	24	27	22
13	42	50	49	30	22	23	20
14	48	48	43	31	18	19	19
15	53	55	57	32	19	18	19
16	66	69	68	33	16	15	17
17	69	69	71	34			

Grafica 4. Toma de temperatura sector derecho



Fuente. Este estudio

Grafica 5. Toma de temperatura sector centro



Fuente. Este estudio

Grafica 6. Toma de temperatura sector izquierdo



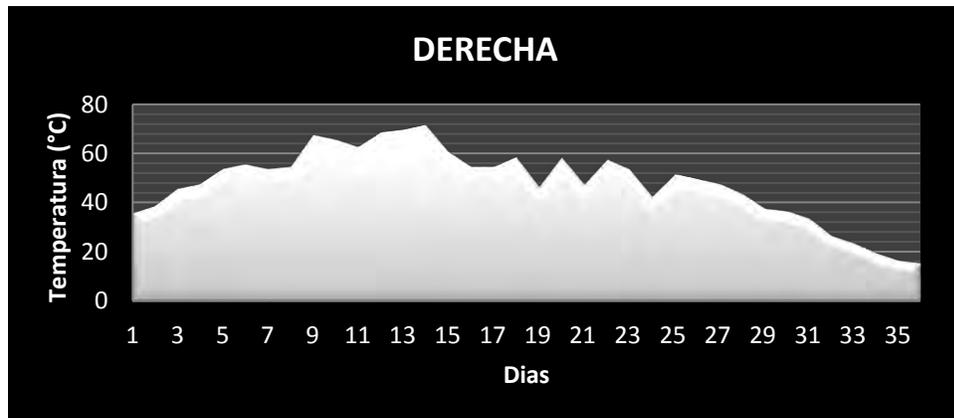
Fuente. Este estudio

El tratamiento dos (T2A) mantiene una temperatura similar entre un rango de 29 a 36 °C durante los primeros 8 días, este proceso es muy similar con respecto al primer tratamiento (T1A) porque el tope de temperatura es al 19 día con una temperatura del 71 °C, el descenso de temperatura tiene un diferencia de temperatura en el sector central, los últimos tres días la temperatura se equilibra por debajo de los 20 °C.

5.4.3 Tratamiento tres (T3A)

CUADRO DE TEMPERATURA							
FECHA DE ARMADO:							
COSECHA DE LA PILA:				PESO DE LA PILA: 966 kg			
OBSERVACIONES: Residuos orgánicos + Acelerantes + Microorganismos + 3 Inoculaciones + Melaza							
DÍA	DER	CEN	IZQ	DÍA	DER	CEN	IZQ
1	36	34	36	19	47	57	43
2	39	40	38	20	59	59	40
3	46	43	42	21	48	49	40
4	48	45	46	22	58	61	55
5	54	49	49	23	54	60	53
6	56	48	53	24	43	58	46
7	54	55	51	25	52	58	56
8	55	53	55	26	50	55	50
9	68	61	62	27	48	50	47
10	66	65	64	28	44	48	45
11	63	69	70	29	38	41	36
12	69	71	69	30	37	38	31
13	70	75	70	31	34	35	30
14	72	73	74	32	27	27	25
15	61	64	60	33	24	23	21
16	55	61	55	34	20	19	17
17	55	64	50	35	17	17	16
18	59	65	48	36	16	15	15

Grafica 7. Toma de temperatura sector derecho



Fuente. Este estudio

Grafica 8. Toma de temperatura sector centro



Fuente. Este estudio

Grafica 9. Toma de temperatura sector izquierdo



Fuente. Este estudio

Cabe recordar que en este tratamiento tres (T3A) se complementa con una fuente nitrogenada, MELAZA, encontrando que los primeros 9 días se obtiene una temperatura más alta de 52 a 55 °C, con una diferencia de 15 °C con respecto a los anteriores tratamientos, al igual que el tope máximo fue en menos días y se encuentra entre el 13 al 15 días con una temperatura de 71 °C, después de transcurrir 25 días del proceso inicia el descenso de temperatura siendo homogénea en los tres sectores, entre el 33 a 35 días la temperatura se mantiene por debajo de los 20 °C.

5.4.4 Tratamiento cuatro (T4A)

CUADRO DE TEMPERATURA							
FECHA DE ARMADO:							
COSECHA DE LA PILA:				PESO DE LA PILA: 1464 kg			
OBSERVACIONES: Residuos orgánicos + Acelerantes + Microorganismos + 3 Inoculaciones + Nitrógeno de 46%							
DÍA	DER	CEN	IZQ	DÍA	DER	CEN	IZQ
1	59	46	49	20	73	74	75
2	55	41	45	21	68	72	73
3	40	38	47	22	65	66	68
4	60	55	52	23	65	64	64
5	45	50	50	24	59	63	57
6	45	52	58	25	53	62	53
7	43	46	50	26	55	62	52
8	38	48	43	27	47	54	53
9	40	41	44	28	47	52	52
10	36	42	41	29	44	45	46
11	42	48	43	30	39	40	41
12	40	46	42	31	35	36	36
13	46	47	47	32	33	30	31
14	47	45	46	33	26	25	27
15	50	49	52	34	22	20	23
16	57	55	58	35	17	17	18
17	60	61	65	36	16	15	16
18	66	65	65	37	15	14	14
19	71	70	69	38			

Grafica 10. Toma de temperatura sector derecho



Fuente. Este estudio

Grafica 11. Toma de temperatura sector centro



Fuente. Este estudio

Grafica 12. Toma de temperatura sector izquierdo



Fuente. Este estudio

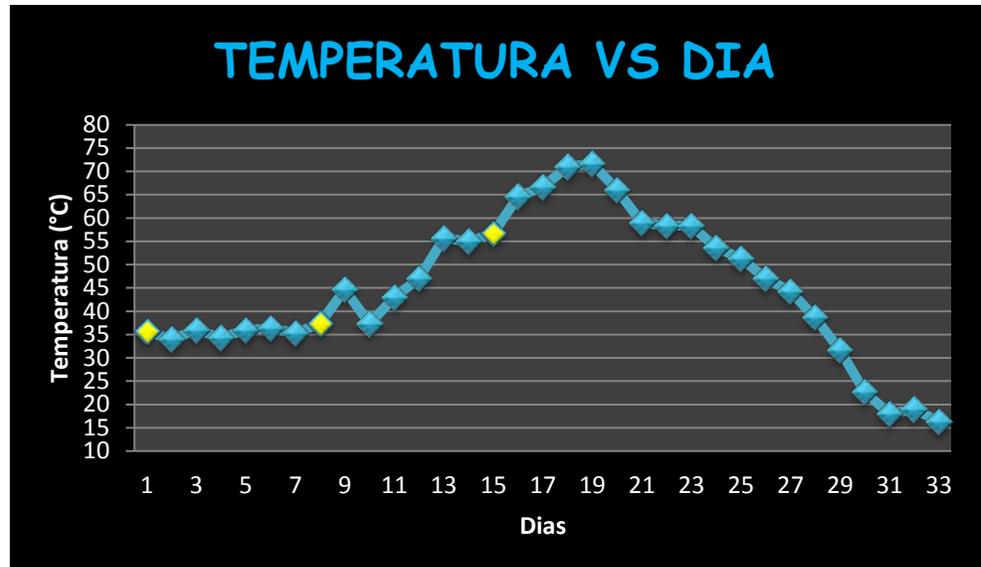
En este último tratamiento (T4A) se complementa en los residuos sólidos el componente nitrogenado de 46% químico, donde esta fuente de energía es supremamente alta, en la cual los primeros 7 días se obtuvo un rango de temperatura de 50 a 59 °C siendo uniforme en los tres sectores, los siguientes 8 días se obtuvo una disminución de temperatura de 10 a 13 °C, hasta llegar a su punto máximo al 21 días de 74 °C, el descenso de temperatura fue muy similar pero al 33 días la temperatura se mantenía en 26 °C, durante el 35 día la temperatura estuvo por debajo de los 20 °C

5.5 MONITOREO DE TEMPERATURA GLOBAL

La evaluación y análisis de la temperatura global a cada tratamiento se la realizó con el objetivo de establecer cuál de los cuatro métodos tienen el menor tiempo de descomposición y transformación en abono orgánico.

5.5.1 Tratamiento uno (T1A):

Grafica 13. Tratamiento uno (T1A):



Fuente. Este estudio

En este tratamiento, se identificó una ruta catabólica generadora de energía o ruta degradativa en la cual dentro del proceso se realizan dos pasos importantes la fermentación y la respiración que ayudaron a la descomposición del material orgánico, tratándose 33 días en su transformación a compost.

que los primeros 7 días mantiene una fase de latencia, debido a que los microorganismos estaban en etapa de adecuación y en un retraso por encontrar en estos residuos orgánicos sustancias inhibitoras, lo que hace que los microorganismos benéficos se disputen el lugar por el alimento encontrado allí, no obstante esta materia orgánica no recibió una esterilización previa al proceso entonces se concluye que el material inhibitor al comienzo eran demasiados y por eso no había un crecimiento exponencial de los microorganismos benéficos.

Al noveno día se hizo la primera reinoculación iniciando un crecimiento exponencial de microorganismos benéficos gracias a que encuentran una habitad adecuada para el crecimiento y multiplicación de células, esto se debe a los factores como humedad, temperatura y aeración, hasta aquí se van fermentando o degradando los componentes simples en su cadena como es el caso de los azucares.

Cabe resaltar que al aumentar la temperatura por cierto lapso de tiempo los microorganismos patógenos mueren y hacen que los microorganismos benéficos se reproduzcan, es aquí donde se está realizando el proceso de esterilización.

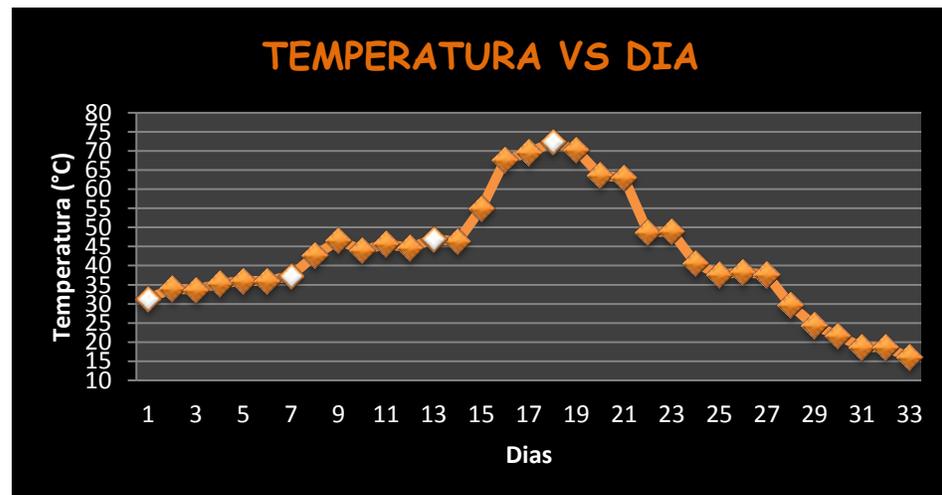
Al 16 día se realizó la segunda inoculación, en la cual la temperatura va aumentando cada día más encontrando la fermentación de productos más complejos como aminoácidos, en la cual esta descomposición las realizan las bacterias (*clostridium*), obteniendo de aquí una acidificación del medio porque los productos finales fermentados son ácidos orgánicos.

Pasando al 19 día se encuentra la fase estacionaria máxima asea la temperatura más alta, de aquí en adelante empiezan la velocidad de crecimiento a decrecer paulatinamente debido a la escasas de nutrientes.

Estos últimos 13 días la temperatura decrece al igual que los microorganismos, hasta llegar a una temperatura igual a la del medio ambiente y a una velocidad de crecimiento de los microorganismos a cero.

5.5.2 Tratamiento dos (T2A)

Grafica 14. Tratamiento dos (T2A)



Fuente. Este estudio

Este proceso es casi similar al anterior tratamiento en su forma de transformación, encontrando también que es una ruta catabólica generadora de energía, tratándose 33 días en su transformación en abono orgánico.

Hallando los primeros 7 días una fase de latencia, debido a que los microorganismos estaban en etapa de adecuación, encontrando allí sustancias inhibitoras que hace que el proceso se retrase, por este motivo el crecimiento exponencial no es constante .

Al 7 día se realizó la primera reinoculación iniciando un crecimiento exponencial de microorganismos benéficos, este crecimiento de microorganismos es muy lento durante los 8 días siguientes, debido a que apenas están en proceso de adaptación del medio en la cual al comparar con el primer tratamiento este lo realizo en la primera semana y no como el segundo tratamiento que lo realizo a la segunda semana ya que se demoraron en desarrollar una habitad adecuada para su reproducción, encontrando una degradación de materiales simples.

Cabe resaltar que el aumento de temperatura por un periodo de tiempo hace que los microorganismos patógenos mueren y que los microorganismos benéficos se reproduzcan, es aquí donde se está realizando el proceso de esterilización.

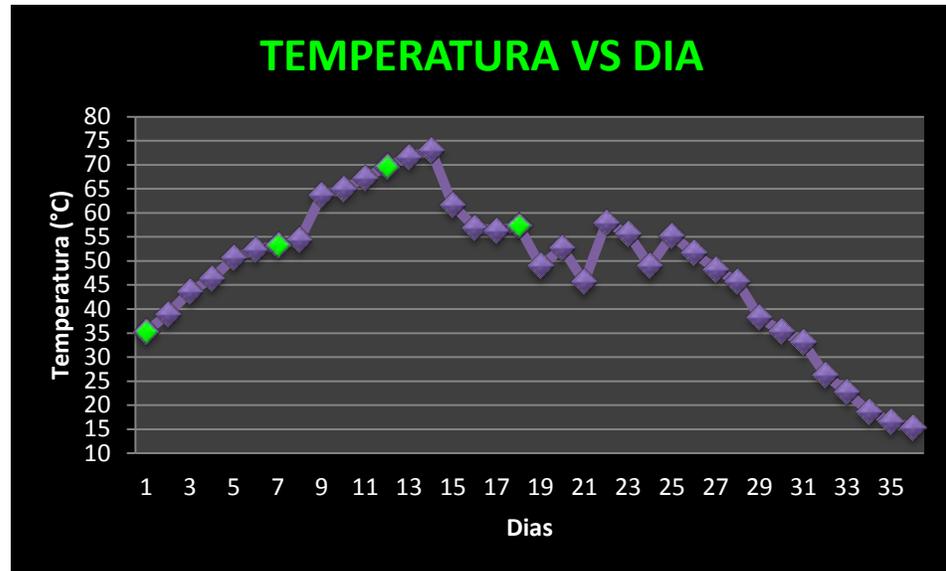
Al 13 día se cumplió con la segunda inoculación, presentando un alza de temperatura y por consiguiente la fermentación de productos más complejos como aminoácidos, en la cual esta descomposición las realizan las bacterias (*clostridium*), obteniendo de aquí una acidificación del medio.

Al 18 día se llega a la fase estacionaria máxima y al mismo tiempo se reinoculo por tercera vez concluyendo que hay escases de nutrientes y que los microorganismos empiezan a morir es por eso que se da el descenso de temperatura.

Estos últimos 10 días la temperatura decrece al igual que los microorganismos, hasta llegar a una temperatura igual a la del medio ambiente y a una velocidad de crecimiento de los microorganismos a cero.

5.5.3 Tratamiento tres (T3A)

Grafica 15. Tratamiento tres (T3A)



Fuente. Este estudio

En este tratamiento se adiciono una fuente nitrogenada de energía (melaza), tratándose 36 días el proceso de transformación en abono orgánico, 3 días más que los anteriores métodos

En este proceso no se encontró fase de latencia por el motivo que la fuente de energía (melaza) es muy alta y por lo tanto el aumento de temperatura fue mayor y muy rápido donde empiezan la descomposición de carbohidratos en los 3 primeros días, para luego descomponer material más estructurado.

Se observó que los 7 primeros días la fase de crecimiento exponencial de microorganismos benéficos se encuentran en una habitad adecuada para el crecimiento y multiplicación de los microorganismos, así mismo para el comienzo de la degradación de compuestos simples como azucares.

Con referencia a los anteriores tratamientos este inicia con un alza de temperatura muy rápida alcanzando los 53°C en la primera semana y reproduciendo el doble de microorganismos.

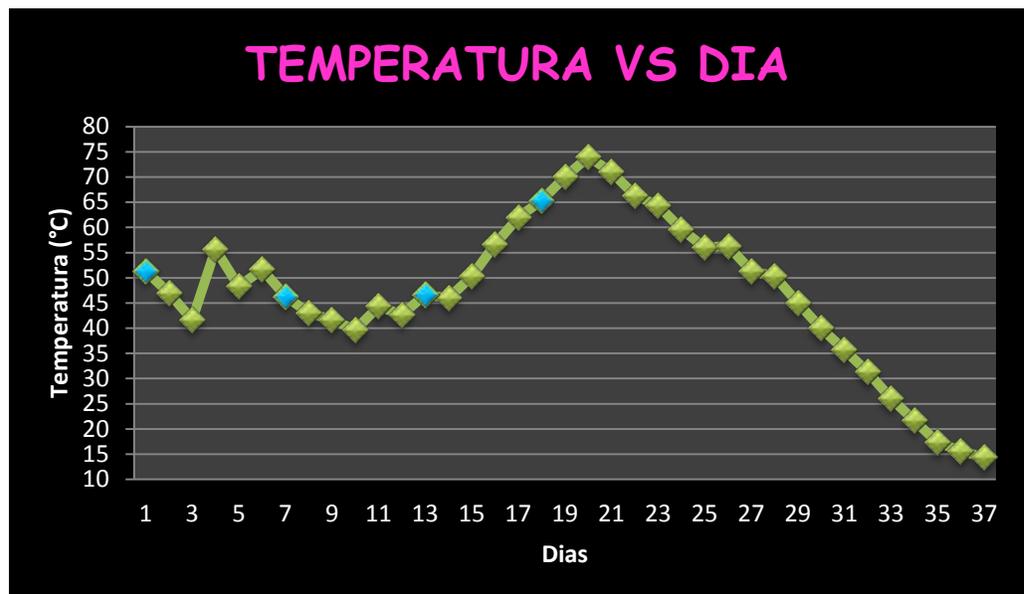
El 8 día se realizó la primera reinoculación generando una alza continua de temperatura aquí hay gran degradación de materiales complejos como aminoácidos y vitaminas llegando a los 70 °C en la segunda semana.

Al 12 día se realizó la segunda reinoculación aumentando la temperatura a 73°C encontrado la fase estacionaria máxima asea la temperatura más alta, de aquí en adelante empiezan la velocidad de crecimiento a decrecer paulatinamente debido a la escases de nutrientes hasta llegar a una temperatura de 56°C, aquí al 18 día se cumplió con la tercera reinoculación encontrando un aumento y al mismo tiempo un descenso de temperatura durante los 8 días siguientes, en la cual los microorganismos están decreciendo.

En los últimos 13 días la temperatura decrece al igual que los microorganismos, hasta llegar a una temperatura igual a la del medio ambiente y a una velocidad de crecimiento de los microorganismos a cero.

5.5.4 Tratamiento cuatro (T4A):

Grafica 16. Tratamiento cuatro (T4A)



Fuente. Este estudio

En este tratamiento se adicione una fuente nitrogenada de energía como es nitrógeno de 46%, tratándose 37 días en su transformación a compost.

Inició con un aumento de temperatura de 53 °C pero a los 3 días siguientes hubo un decrecimiento de microorganismos, por el motivo de que este nitrógeno es un compuesto ya procesado y hace que los microorganismos se demoren en adoptar este tipo de energía, en la cual fue indispensable que al 7 día se realice la primera reinoculación para empezar con la fermentación de los microorganismos.

La segunda semana empezó la fase de latencia, encontrando que al 13 día se realizó la segunda reinoculación manteniendo una temperatura de 47 °C.

En los 6 días siguientes se encontró la fase de crecimiento exponencial llegando a un aumento de temperatura del 65 °C y empezando una degradación de los macro elementos simples y complejos.

Después de tres días se llegó a la fase estacionaria máxima con una temperatura de 74 °C, de aquí los días siguientes la velocidad de crecimiento empieza a decrecer por falta de nutrientes.

En los últimos 17 días la temperatura decrece de manera constante al igual que los microorganismos, hasta llegar a una temperatura igual a la del medio ambiente.

En conclusión los métodos expuestos anteriormente tienen diferente forma de desarrollarse pese a que la materia prima es la misma, el tiempo de transformación del producto es aproximadamente de un mes y una semana lo que significa que estos procesos deben ser perfeccionados y volverlos más eficientes. El proceso que mejor desarrolla el crecimiento y el ciclo de los microorganismos es el tratamiento tres, encontrando la máxima temperatura en los primeros 13 días lo que significa que el consumo de los compuestos orgánicos se los realizó muy rápidamente, llegando a concluir que el compuesto nitrogenado es una muy fuente de energía adoptada por los microorganismos.

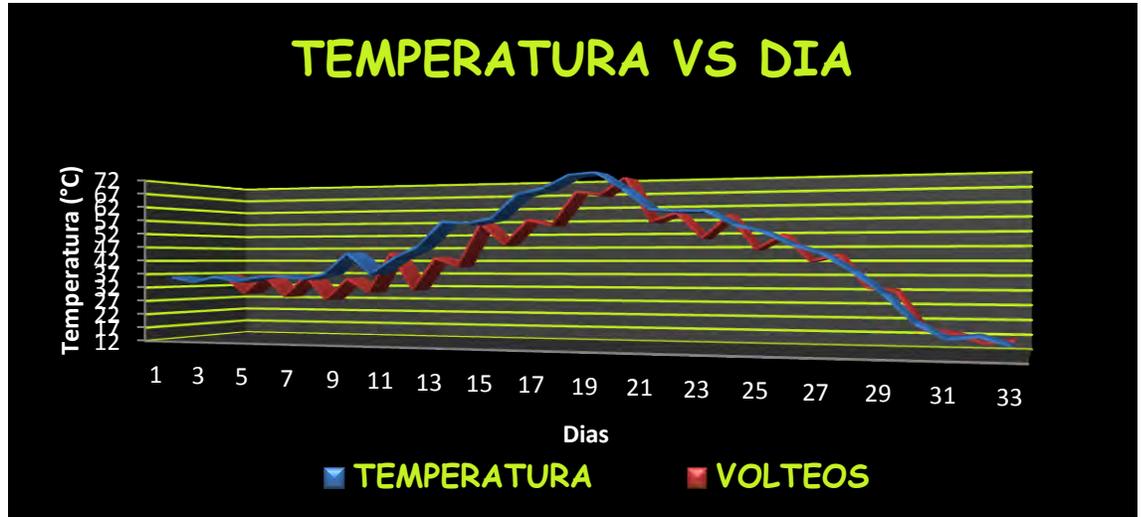
Es importante recalcar que el compuesto nitrogenado es muy fácil de adquirir y a un bajo costo lo que hace que el proceso sea muy rentable.

5.6 SISTEMA DE VOLTEO

Los volteos son denominados como la aeración ósea la presencia de oxígeno dentro de la mezcla, que es necesaria para la fermentación aeróbica del abono. Se calcula que dentro de la mezcla la concentración de oxígeno debe ser de 6 a 10 % de oxígeno de no ser así, habría un exceso de humedad y se obtendría un producto de mala calidad.

5.6.1 Tratamiento uno (T1A):

Grafica 17. Tratamiento uno (T1A)



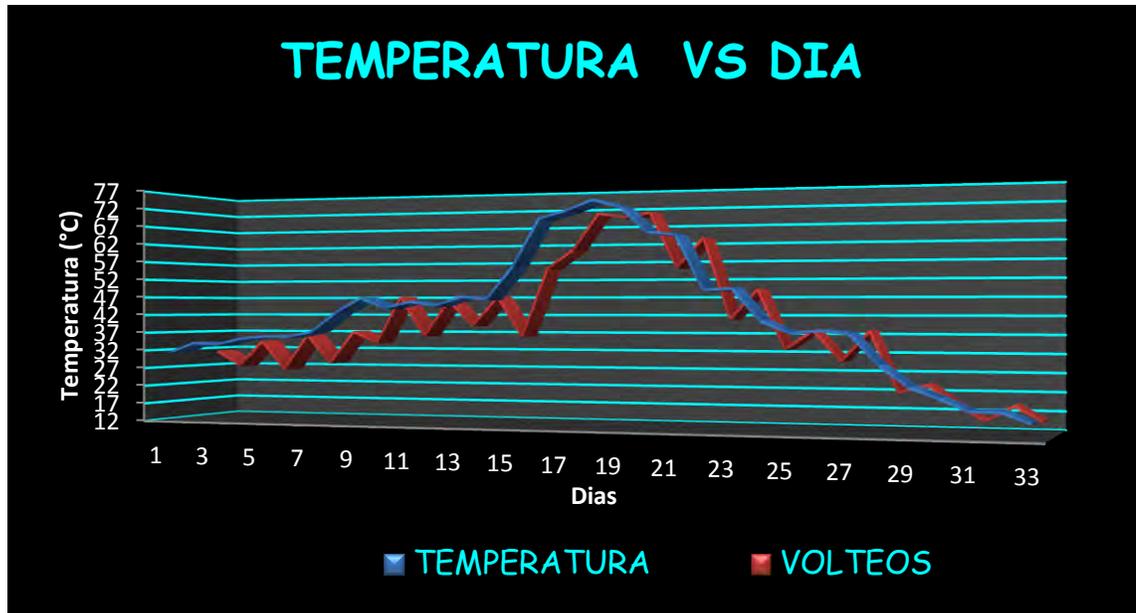
Fuente. Este estudio

Se determina que el sistema de volteo es una variable constante para todos los cuatro tratamientos originada pasando un día.

Los primeros 18 días este volteo acelera la oxidación de los compuestos acelerando la descomposición de los residuos orgánicos, y los días restantes hacen que el enfriamiento del compost sea constante. Además la humedad se mantiene durante toda la transformación

5.6.2 Tratamiento dos (T2A)

Grafica 18. Tratamiento dos (T2A)



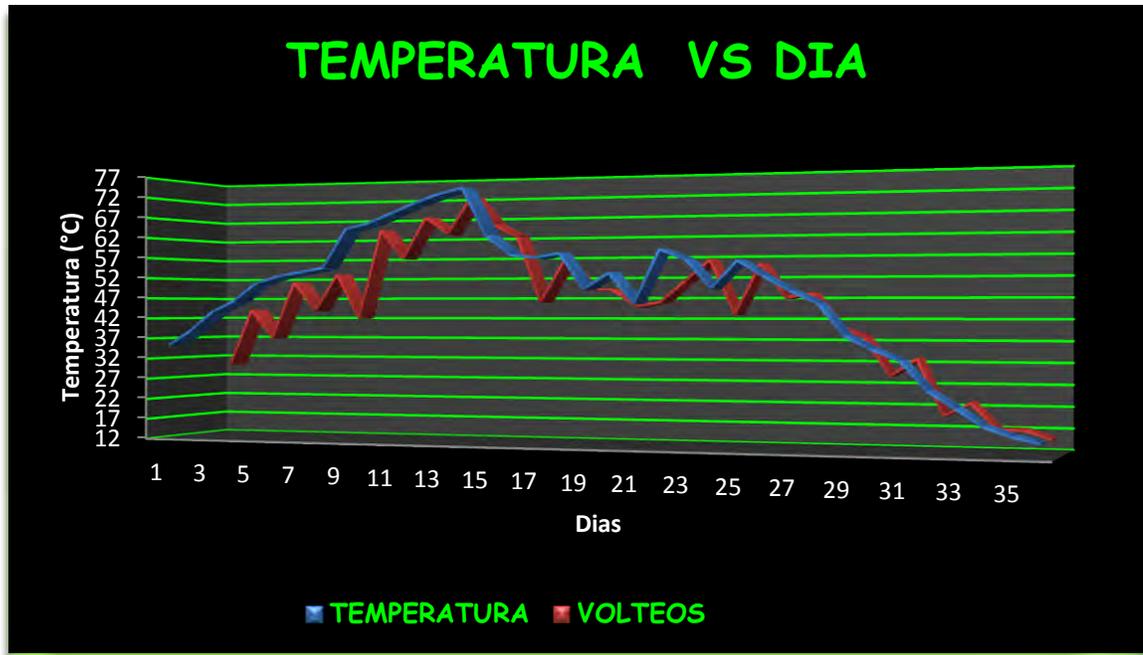
Fuente. Este estudio

Se concluye que los 13 primeros días ayuda al crecimiento de los microorganismos y por ende a la fermentación, los 7 días siguientes el sistema de volteo acelera la oxidación observando que el aumento de temperatura es constante hasta llegar al punto máximo.

El descenso de temperatura no es muy constante pero el sistema de volteo ayuda que la temperatura descienda lo más rápido posible.

5.6.3 Tratamiento tres (T3A):

Grafico 19. Tratamiento tres (T3A)



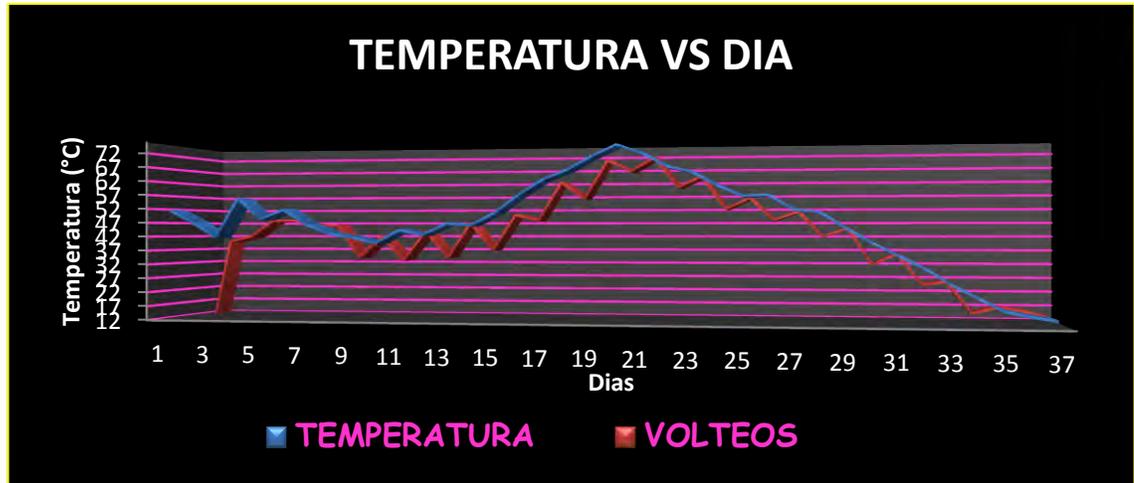
Fuente. Este estudio

Se concluye que los primeros 15 días el sistema de volteo acelera la oxidación de los residuos generando una buena fermentación observando un aumento de temperatura acelerado y constante, después de un decrecimiento muy lento durante los 6 días siguientes, empieza el descenso de temperatura en forma constante y muy rápida.

La inyección de oxígeno al producto fue favorable.

5.6.4 Tratamiento cuatro (T4A)

Grafica 20. Tratamiento cuatro (T4A)



Fuente. Este estudio

Los primeros 3 días el sistema de volteo acelera la oxidación de los residuos, después de los 11 días hasta los 10 días siguientes la aceleración de oxidación es constante y se da un incremento acelerado de temperatura, los días continuos a estos presenta un descenso de temperatura en forma constante y muy rápida determinando que el sistema de volteo aplicado fue favorable.

5.7 LIXIVIADOS

Para los cuatro tratamientos los lixiviados no fueron un problema ya que la cantidad de líquidos producidos por la deshidratación de los residuos fue mínima, de igual manera los lixiviados no presentaron ningún olor putrefacto impidiendo así la proliferación de moscos o algún tipo de roedores.

Imagen 4. Líquidos lixiviados



Fuente. Este estudio

5.8 REFINADO

No todo el material que entró al sistema de compostaje se degradó con la misma velocidad. Muchos materiales requieren por su estructura física y composición química mayores tiempos para perder su morfología inicial. Por esta razón, conjuntamente con el compost, se presentan restos de materiales en distintas etapas de biodegradación o que contenga aún componentes inorgánicos.

5.9 GRANULOMETRÍA DEL ABONO

Este abono presentó una granulometría homogénea adecuada, libre de compuestos orgánicos e inorgánicos ya que se lo sometió a proceso de cribado (granulométrica).

5.10 RENDIMIENTO

En términos generales, durante el proceso de compostaje se produce una pérdida del orden del 20 al 25 % del volumen inicial de residuos, debido a los procesos bioquímicos y a la manipulación del material. A esta pérdida, se le debe adicionar la producida por los procesos de refinación, que en este caso es del 25 al 30 % ya que se opera con residuos sólidos urbanos ósea fracciones orgánicas recuperadas. Lo cual no se lo considero como pérdida por que se lo ingresa nuevamente al sistema de compostaje. Obteniendo un 40 a 45 % de abono orgánico sólido que en términos de peso de los cuatro tratamientos fue de 1895 kg

5.11 ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE COMPOSTAJE

Los residuos manejados en el proceso son de la ruta de Molinos San Fernando. Esta macro ruta se la cumple los días lunes y jueves de 6:30 am hasta 12:30 am, en su ruta selectiva de residuos orgánicos.

Comprendiendo los siguientes barrios:

Vivienda cristiana, Carrera 8ª, Barrio el Centro, Villa real del sur, Villanueva, Paseo Real, Limedec, La Frontera, San Carlos, Puenes, Nueva Esperanza, Puenes Obando, Portal de la Aurora, Villa Marina, Recta de Puenes, Trigales, Barrio el Centro, Bavaria, Casas Fiscales Álamos Norte.

Imagen 5. Ruta molinos san Fernando.



Fuente. Este estudio

Imagen 6. Llegada de muestra



Fuente. Este estudio

Imagen 7. Zona de descarga



Fuente. Este estudio

5.12 PICADO DE PARTÍCULAS

Cuadro 5. Dimensión de partículas:

TRATAMIENTO	T1	T2	T3	T4
% de contaminación	35%	30%	30%	30%
Tamaño de partículas (cm)	6-8 cm	5-8 cm	5 -7 cm	6 – 8 cm

Fuente. Este estudio

El tamaño de particular apropiado es de 3 a 4 cm, por lo tanto se concluye que la homogenización de los residuos no es apropiada, por consiguiente se encuentran partículas muy grandes, presentando una desventaja en el aumento de la superficie para la descomposición microbiológica.

5.13 MEDICIÓN VOLUMEN / ÁREA DE ABONO ORGÁNICO

Cuadro 6. Medición del volumen (T1)

TRATAMIENTO UNO	T1		T2		T3		T4	
	(m)	(ft ³)						
BASE (A)	1.3	4.26	1.2	3.93	1.3	4.26	1.3	4.26
ALTURA (H)	1	3.28	1	3.28	1	3.28	1	3.28
LARGO (L)	2.9	9.51	3.0	9.84	3.0	9.84	3.0	9.84

	T5		T6		T7		T8	
	(m)	(ft ³)						
BASE (A)	1.3	4.26	1.3	4.26	1.3	4.26	1.3	4.26
ALTURA (H)	1	3.28	1	3.28	1	3.28	1	3.28
LARGO (L)	3.0	9.84	3.2	10.49	3.0	9.84	3.0	9.84

Fuente. Este estudio

Cuadro 7. Medición del volumen (T2)

TRATAMIENTO DOS	T1		T2		T3		T4	
	(m)	(ft ³)						
BASE (A)	1	3.28	1.2	3.93	1.2	3.93	1.3	4.26
ALTURA (H)	1	3.28	1.2	3.93	1	3.28	1	3.28
LARGO (L)	3.5	11.48	3.0	9.84	2.9	9.51	3.0	9.84

	T5		T6		T7		T8	
	(m)	(ft ³)						
BASE (A)	1.3	4.26	1.3	4.26	1.3	4.26	1.3	4.26
ALTURA (H)	1	3.28	1	3.28	1	3.28	1	3.28
LARGO (L)	3.0	9.84	3.0	9.84	3.0	9.84	3.0	9.84

Fuente. Este estudio

Cuadro 8. Medición del volumen (T3)

TRATAMIENTO TRES	T1		T2		T3		T4	
	(m)	(ft ³)						
BASE (A)	1	3.28	1.2	3.93	1.2	3.93	1.3	4.26
ALTURA (H)	1	3.28	1	3.28	1	3.28	1.2	3.93
LARGO (L)	2.9	9.51	3.0	9.84	3.0	9.84	3.0	9.84

	T5		T6		T7		T8	
	(m)	(ft ³)						
BASE (A)	1.3	4.26	1.3	4.26	1.3	4.26	1.3	4.26
ALTURA (H)	1.2	3.93	1	3.28	1.2	3.93	1	3.28
LARGO (L)	3.0	9.84	3.0	9.84	2.9	9.51	3.0	9.84

Fuente. Este estudio

Cuadro 9. Medición del volumen (T4)

TRATAMIENTO CUATRO	T1		T2		T3		T4	
	(m)	(ft ³)						
BASE (A)	1.2	3.93	1.2	3.93	1.2	3.93	1.2	3.93
ALTURA (H)	1	3.28	1	3.28	1	3.28	1	3.28
LARGO (L)	3.0	9.84	3.0	9.84	3.0	9.84	3.0	9.84

	T5		T6		T7		T8	
	(m)	(ft ³)						
BASE (A)	1.3	4.26	1.2	3.93	1.2	3.93	1.2	3.93
ALTURA (H)	1	3.28	1	3.28	1	3.28	1	3.28
LARGO (L)	3.0	9.84	3.0	9.84	3.0	9.84	3.0	9.84

Fuente. Este estudio

Cuadro 10. Peso total de cada tratamiento

PESO PROMEDIO DE LOS TRATAMIENTO				
Prueba	T1	T2	T3	T4
1	985	914	757	939
2	939	1125	939	939
3	1018	908	939	939
4	1018	1018	1220	939
5	1018	1018	1220	1018
6	1085	1018	1018	939
7	1018	1018	1179	939
8	1018	1018	1018	939
Total	8099	8037	8290	7591
Promedio	1012 Kg	1004 Kg	1036 Kg	950 Kg

Fuente. Este estudio

Se concluye que el promedio en kilogramos de cada prueba es de 1000 kg lo que quiere decir que las dimensiones para armar una pila de compost es:

BASE: 1.3 mts
 ALTURA: 1 mts
 LARGO: 3.0 mts

Esta dimensión establecida esta proporcional a la cantidad de inoculantes, acelerantes y compuesto nitrogenado a utilizar.

Imagen 8. Armado de la pila e ingreso de residuos



Fuente. Este estudio



Fuente. Este estudio

5.14. TIEMPO DE PROCESAMIENTO

El tiempo que tarda el proceso de transformación de residuos sólidos en compost es el siguiente.

5.14.1 Tratamientos, tiempo de procesamiento:

TRATAMIENTO UNO					
PRUEBA	TIEMPO DE PROCESO (DÍAS)				
	DÍAS DE PROCESO	FASE LATENCIA	FASE DE CRECIMIENTO	FASE ESTACIONARIA	FASE DE MUERTE
1	35	2 días	14 días	3 días	16 días
2	34	2	13	3	16
3	34	2	14	2	16
4	33	2	14	3	14
5	30	1	13	3	13
6	30	1	13	3	13
7	30	1	13	3	13
8	30	1	13	3	13

TRATAMIENTO DOS					
PRUEBA	TIEMPO DE PROCESO (DÍAS)				
	DÍAS DE PROCESO	FASE LATENCIA	FASE DE CRECIMIENTO	FASE ESTACIONARIA	FASE DE MUERTE
1	37	2 días	16 días	3 días	16 días
2	35	2	15	2	16
3	34	2	15	2	16
4	33	1	15	3	14
5	33	1	16	2	14
6	34	1	16	3	14
7	33	1	16	2	14
8	35	2	16	2	15

TRATAMIENTO TRES					
PRUEBA	TIEMPO DE PROCESO (DÍAS)				
	DÍAS DE PROCESO	FASE LATENCIA	FASE DE CRECIMIENTO	FASE ESTACIONARIA	FASE DE MUERTE
1	37	1 días	17 días	3 días	16 días
2	36	1	16	2	16
3	37	1	17	2	17
4	36	1	19	2	14
5	37	2	18	2	15
6	37	1	19	3	14
7	37	1	18	3	15
8	36	2	17	2	15

TRATAMIENTO CUATRO					
PRUEBA	TIEMPO DE PROCESO (DÍAS)				
	DÍAS DE PROCESO	FASE LATENCIA	FASE DE CRECIMIENTO	FASE ESTACIONARIA	FASE DE MUERTE
1	46	1 días	23 días	2 días	20 días
2	45	1	23	2	19
3	47	1	24	2	20
4	43	1	21	2	19
5	48	1	25	2	20
6	47	1	24	2	20
7	47	1	24	2	20
8	46	1	24	2	19

5.15 FORMA DE INOCULACIÓN

TRATAMIENTO UNO			
	COMPUESTO INOCULANTE	COMPUESTO NITROGENADO	DÍA DE INOCULACIÓN
primera inoculación	2 lts	4 lts	1 día
segunda inoculación	2 lts	4 lts	5 día
tercera inoculación	2 lts	4 lts	12 día

TRATAMIENTO DOS			
	COMPUESTO INOCULANTE	COMPUESTO NITROGENADO	DÍA DE INOCULACIÓN
primera inoculación	2 lts	4 lts	1 día
segunda inoculación	2 lts	4 lts	5 día
tercera inoculación	2 lts		12 día

TRATAMIENTO TRES			
	COMPUESTO INOCULANTE	COMPUESTO NITROGENADO	DÍA DE INOCULACIÓN
primera inoculación	2 lts	4 lts	1 día
segunda inoculación	2 lts	4 lts	5 día
tercera inoculación		4 lts	12 día

TRATAMIENTO CUATRO			
	COMPUESTO INOCULANTE	COMPUESTO NITROGENADO	DÍA DE INOCULACIÓN
primera inoculación	2 lts	4 lts	1 día
segunda inoculación			
tercera inoculación			

Fuente. Este estudio

Imagen 9. Inoculación del compost



Fuente. Este estudio

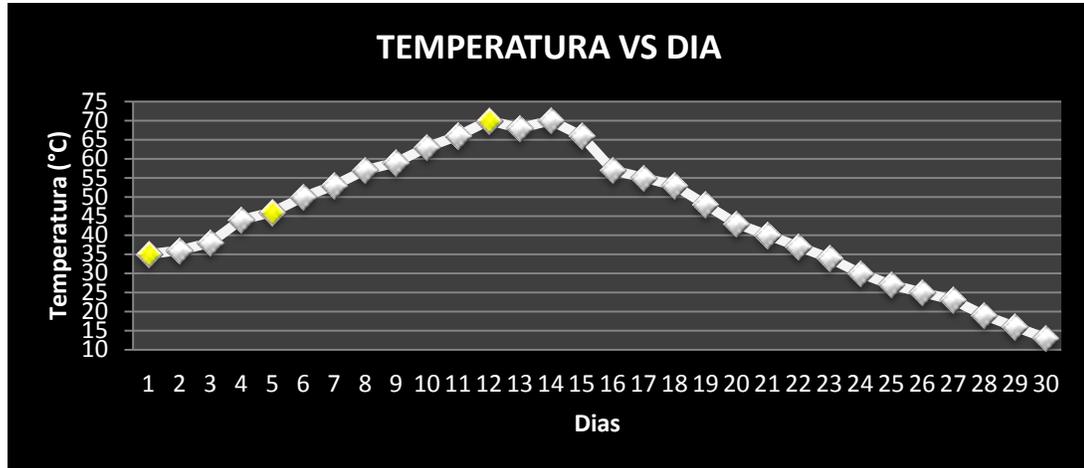
Imagen 10. Reinoculación de bacterias



Fuente. Este estudio

5.16 MONITOREO DE TEMPERATURA

Grafica 21. Tratamiento uno (T1EM – T1N)

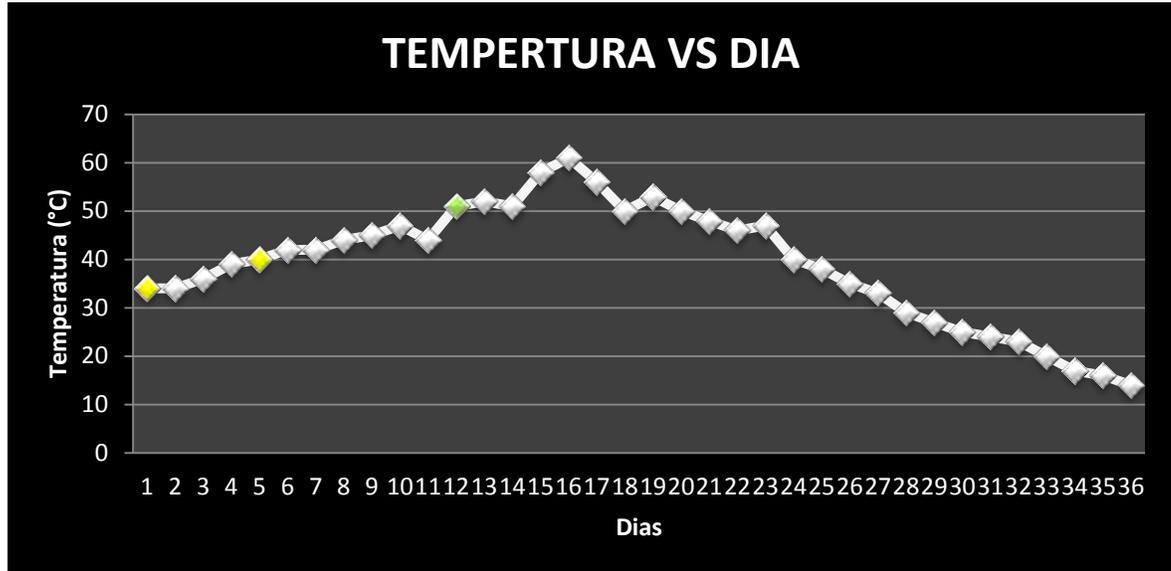


TRATAMIENTO UNO			
PRUEBA	TEMPERATURA (°C)		
	FASE LATENCIA	FASE ESTACIONARIA	FASE DE MUERTE
1	34	65	14
2	35	69	13
3	34	67	14
4	33	65	12
5	35	70	13
6	35	69	13
7	35	70	13
8	35	69	13

Fuente. Este estudio

Se logró determinar en el tratamiento uno, que la adición de microorganismos eficientes y la fuente nitrogenada (melaza) en la misma cantidad hace que equilibren el proceso de transformación de estos residuos, generando calor por acción de su trabajo lo cual se mira reflejada en el aumento de temperatura manejando una temperatura adecuada en la fase de latencia de un promedio de 35 °C y una temperatura máxima de 68 a 69 °C, llegando a concluir una adecuada descomposición, deshidratación y eliminación de microorganismos patógenos volviendo un producto inocuo, hasta su posterior enfriamiento en 30 días.

Grafico 22. Tratamiento dos (T2EM – T2N)

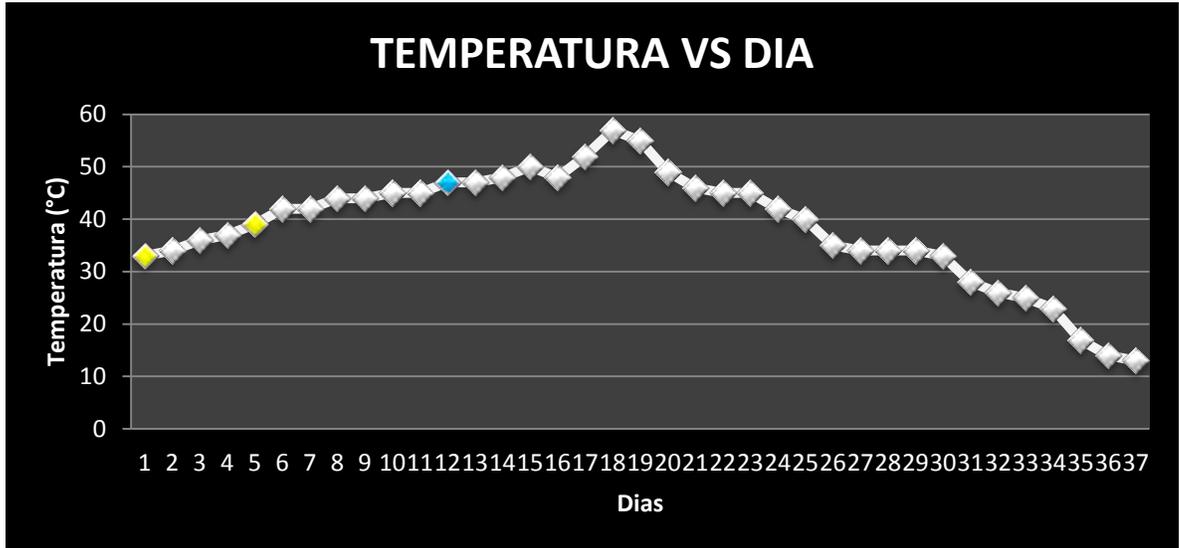


TRATAMIENTO DOS			
PRUEBA	TEMPERATURA (°C)		
	FASE LATENCIA	FASE ESTACIONARIA	FASE DE MUERTE
1	35	64	14
2	34	56	15
3	33	63	13
4	34	59	13
5	35	62	14
6	34	60	14
7	35	64	13
8	35	63	14

Fuente. Este estudio

El tratamiento dos presenta una duración del proceso de 36 días lo que se llevó a concluir que el proceso tiene las mismas tres aplicaciones del inoculante (EM) pero la falta de fuente nitrogenada hace que los microorganismos carezcan de energía en el consumo y transformación de los residuos por esta razón no generan mayor trabajo y el aumento de temperatura máxima disminuye a un promedio de 60 °C lo que su eliminación de patógenos no es óptima, así mismo existe la presencia de azúcares y elemento de alto peso molecular que no fueron transformados por esta razón el proceso tarda 6 días más.

Grafico 23. Tratamiento tres (T3EM – T3N)

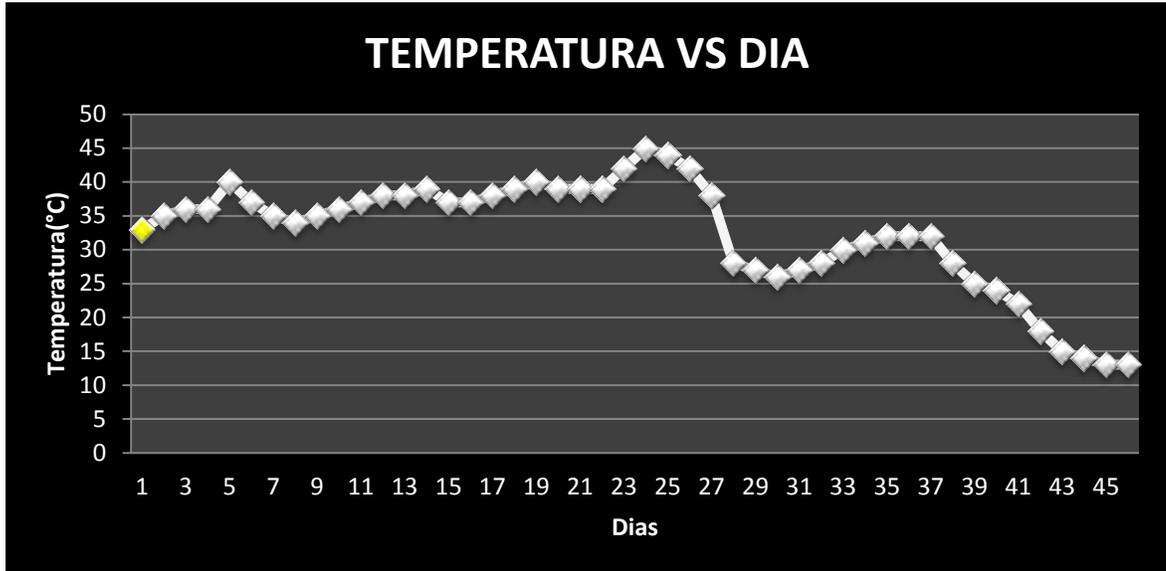


TRATAMIENTO TRES			
PRUEBA	TEMPERATURA (°C)		
	FASE LATENCIA	FASE ESTACIONARIA	FASE DE MUERTE
1	33	59	13
2	34	57	14
3	33	58	13
4	32	56	12
5	33	58	14
6	34	57	13
7	33	57	14
8	34	57	13

Fuente. Este estudio

Se llegó a la conclusión que en el tratamiento 3 con el método aplicado de dos inoculaciones (EM) y tres concentraciones de fuente de energía el tratamiento tiene un tiempo de transformación de 37 días llegando a obtener el tope máxima de temperatura al 18 día de 58 °C, observando que la diferencia de fase de latencia a estacionaria es de 15 °C lo que conlleva a precisar que el proceso no es inocuo y que los componentes nutricionales no se llegaron a degradar por acción de los microorganismos.

Grafico 24. Tratamiento cuatro (T4EM – T4N)



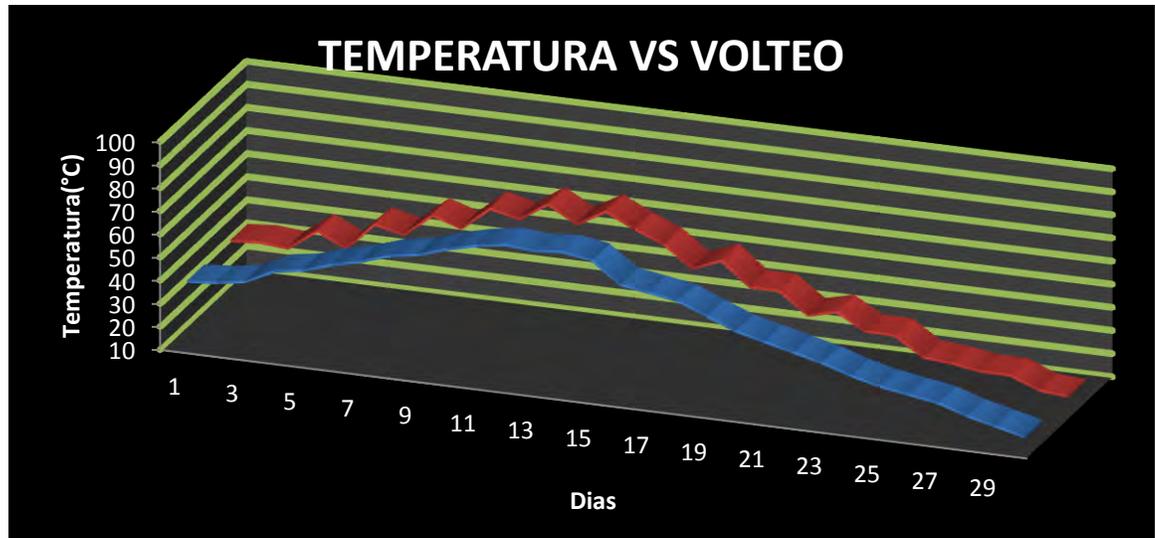
TRATAMIENTO CUATRO			
PRUEBA	TEMPERATURA (°C)		
	FASE LATENCIA	FASE ESTACIONARIA	FASE DE MUERTE
1	33	48	13
2	33	47	13
3	34	43	14
4	33	40	13
5	33	44	13
6	32	46	14
7	34	46	13
8	33	47	13

Fuente. Este estudio

Se determinó que el tratamiento cuatro es el método más diferente a los demás procesos concluyendo que la falta de inoculante y fuente de energía hace que el proceso no alcance una temperatura adecuada para la eliminación y transformación de nutrientes encontrando que este proceso permaneció en fase de latencia, el proceso de transformación obtuvo un tiempo de 47 días.

5.17. SISTEMA DE VOLTEO

Grafico 25. Tratamiento uno (T1EM –T1N)

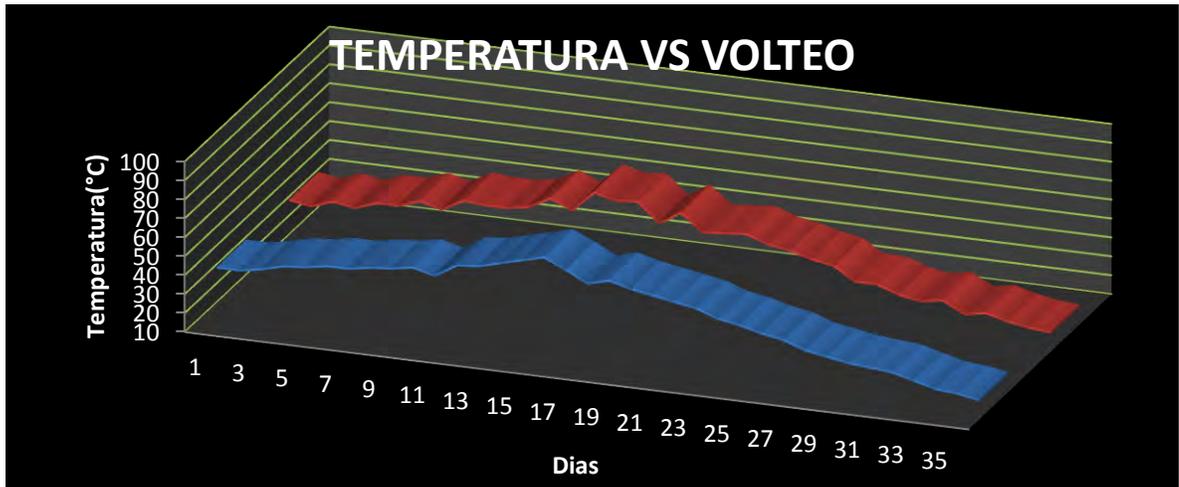


Fuente. Este estudio

Se concluye que los primeros 15 días la aeración aplicada dentro de los 30 días de proceso de transformación fue pasando un día, en donde si se acelera la oxidación de los residuos generando una buena fermentación observando un aumento de temperatura acelerado y constante durante los primeros 12 días, que posteriormente a esto sufre un decrecimiento muy constante y rápida durante los 14 días restantes.

La inyección de oxígeno al producto fue favorable.

Grafico 26. Tratamiento dos (T2EM –T2N)

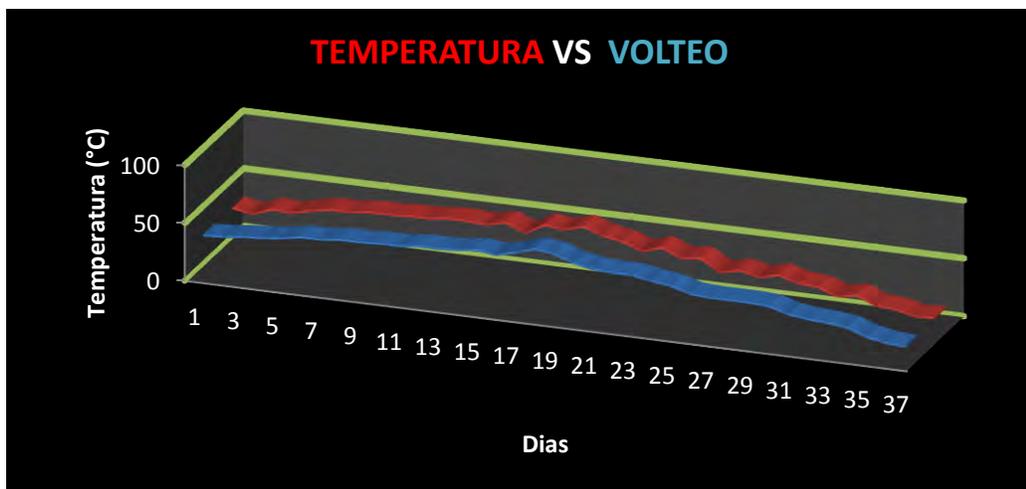


Fuente. Este estudio

Se concluye que los primeros 15 días la aeración aplicada dentro de los 33 días de proceso de transformación fue pasando un día, en donde se acelera la oxidación de los residuos, generando una buena fermentación observando un aumento de temperatura acelerado y constante durante los primeros 17 días, que posteriormente a esto sufre un decrecimiento muy constante y rápida durante los 16 días restantes.

La inyección de oxígeno al producto fue favorable.

Grafico 27. Tratamiento tres (T3EM –T3N)

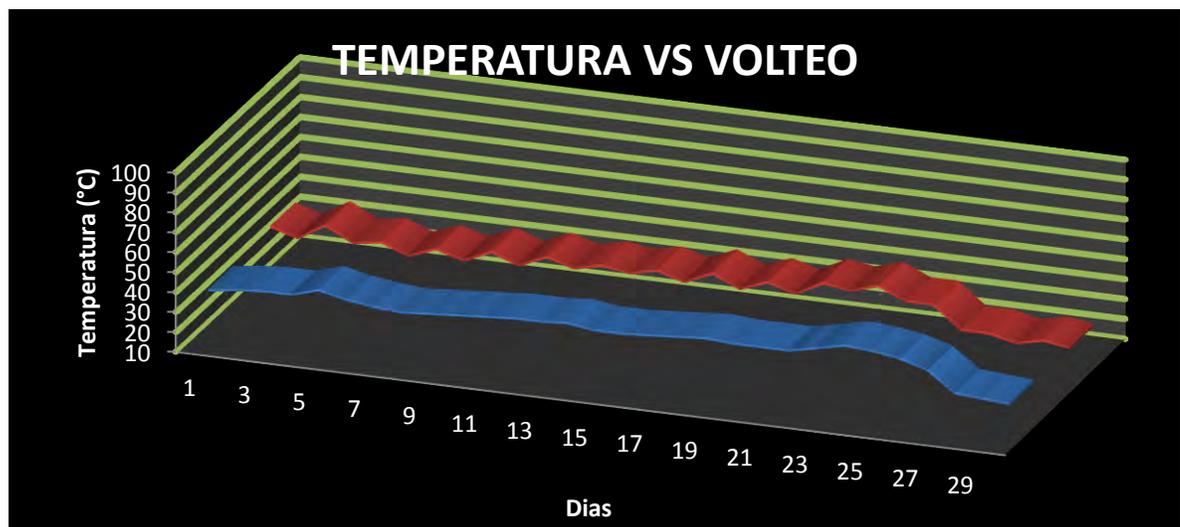


Fuente. Este estudio

Se concluye que los primeros 15 días la aeración aplicada dentro de los 37 días de proceso de transformación fue pasando un día, en donde se acelera la oxidación de los residuos generando una buena fermentación observando un aumento de temperatura acelerado y constante durante los primeros 19 días, que posteriormente a esto sufre un decrecimiento muy constante y rápida durante los 18 días restantes.

La inyección de oxígeno al producto fue favorable

Grafico 28. Tratamiento cuatro (T4EM –T4N)



Fuente. Este estudio

Se concluye que los primeros 15 días la aeración aplicada dentro de los 30 días de proceso de transformación fue pasando un día, en donde la oxidación de los residuos genera una buena fermentación los primeros días. Después de la primera semana se realiza una putrefacción en los residuos generando malos olores

5.18 RENDIMIENTO DE ABONO ORGÁNICO

El rendimiento de abono orgánico por tonelada transformada de residuos orgánicos es muy bajo aproximadamente del 40 a 45 % lo cual el restante se pierde en el proceso de deshidratación y de material graso que queda sin descomponerse, Encontrando un 25 a 30 %, la cual dicho materia puede ser reutilizado en otro proceso de transformación, igualmente encontramos una pérdida del 20 al 25 % en el proceso de deshidratación, evaporación de gases y líquido percolado.

Anexo 4. Diagrama, balance de materia y energía

Imagen 11. Tamizado



Fuente. Este estudio

Imagen 12. Sobrante del compostaje



Fuente. Este estudio

Imagen 13. Abono orgánico tamizado



Fuente. Este estudio

Imagen 14. Abono orgánico, y control de plagas



Fuente. Este estudio

Imagen 15. Empacado de abono orgánico



Fuente. Este estudio

5.18 GESTIÓN DE MAQUINARIA PARA LA TECNIFICACIÓN DEL COMPOST

En la actualidad la planta de residuos sólidos del municipio de Ipiales está generando 30 toneladas semanales de abonos orgánicos incrementando Su producción a partir de los desechos orgánicos producidos por parte de la comunidad.

Buscando implementar la misma tecnología en el municipio de Tulcán, el proceso de transformación en aquellos momentos se lo efectuaría en dos fases, la primera que consta de 15 días en el cantón Tulcán cumpliendo controles de calidad como temperatura, estudios fisicoquímicos y microbiológicos para posteriormente hacer su traslado al municipio de Ipiales a terminar la segunda etapa de su tratamiento. De lo anterior el concepto emitido por la agencia ecuatoriana de aseguramiento de la calidad del agro (AGROCALIDAD) desde el punto de vista ético, técnico, sanitario y de bioseguridad, recomiendan que todos los desechos producidos sean tratados en situ para que no exista riesgos de diseminación de enfermedades que afecten tanto a la población humana como animal poniendo en riesgo sanitario, social y económico al país que se encuentren. De esta manera la propuesta no fue aceptada y la declaran no factible.

Por consiguiente el CTBGIRS ha resuelto contribuir con el desarrollo económico de los dos países y no alterar la seguridad alimentaria de estos, implementando toda la tecnología de compostaje en la planta de transferencia de Tulcán, por esta razón se crea la necesidad de realizar la construcción de una nueva área de 5000 metros cuadrados dentro de la planta de transferencia para la

implementación de un invernadero hacia la ejecución del proceso de compostaje, al mismo tiempo dotar de maquinaria específica tales como tamizadoras mecánicas y picadoras de residuos con el objetivo de buscar una tecnificación de los procesos y aumentar el rendimiento de nuestra producción.

La metodología a seguir en primer lugar es realizar la localización y replanteo de 5000 m² del área a construir la planta, posteriormente a esto se efectuara el descapotaje de toda la materia vegetal con el objetivo de buscar una nivelación del terreno ya sea de excavación o adición de tierra.

De los 5000 m² de terreno listo, se dividiría en tres partes iguales de una dimensión de 80 metros de largo por 20 metros de anchos en una área de 1600 m² la cual cada celda abarcaría 72 toneladas de residuos orgánicos producidos del cantón Tulcán, en total las tres invernaderos tienen la capacidad de almacenar 216 toneladas / mes de residuos.

Después de tener listo el terreno se empezaría a diseñar el invernadero con sistemas de ensamblaje de forma tal que las estructuras pueden ser fácilmente desarmadas y transportadas de un lugar a otro. Los laterales de las estructuras será modificados a los diferentes materiales según requerimiento, como: dar sombra, mantener el equilibrio de ventilación y temperatura y así mismo evita la entrada de plagas.

Uno de los factores que más influye en el costo final de un invernadero es la durabilidad del polietileno que es mayor ya que este va protegido de la fatiga. La fatiga del polietileno es causada por el clima y la contaminación ambiental.

Imagen 16. Adecuación de terreno y construcción de invernadero



Fuente. Este estudio

Este diseño es apropiado para el clima frío donde las temperaturas varían entre 12 °C y 20°C, ya que en este diseño se mantiene una burbuja de aire caliente que recoge durante el día para que en la noche el frío no afecte el proceso.

Su estructura es lo suficientemente resistente para soportar condiciones climáticas extremas, con ráfagas de viento de hasta 150 km/h hasta 30 kg/ m², sin necesidad de estructuras adicionales.

Imagen 17. Modelo de diseño de construcción de invernadero



Fuente. Este estudio

Cabe resaltar que el municipio de Tulcán está recolectando 35 ton/día, en la cual estos residuos entran a la planta de aprovechamiento tres veces a la semana. Una vez construido el sistema de invernadero se da paso al proceso de transformación en abono orgánico en un periodo de (1) mes utilizando sistemas aeróbico fermentativo con inoculantes biotecnológicos en condiciones controladas y con sistemas de volteo con una maquina cargadora.

Imagen 18. Proceso compostaje y producto terminado



Fuente. Este estudio

Posteriormente se buscara el equipamiento de maquinaria con el objeto de tecnificar procesos en la transformación de residuos sólidos e incrementar su rendimiento.

El equipamiento que se gestiona frente a la comunidad andina es una maquinaria picadora para desmenuzar los trozos más grandes que podrían acelerar el proceso de biodegradación. La trituración de trozos grandes especialmente importante para desechos groseros de huertos y plazas de mercado.

La meta de trozar los desechos es de aumentar la superficie específica y por consecuencia la capacidad de retener aire y agua para facilitar el proceso de biodegradación realizado por los microorganismos. Además ayudaría a disminuir los costos y facilitar la operación, por esta razón el rendimiento pasaría de un 60% a un 95 % de material a transformar.

ANEXO 5. Especificación técnica de la maquina

Imagen 19. Maquina picadora



Fuente. Este estudio

La tecnificación y el disminuir el tiempo de operación es tan importante que se ven reflejado en los costó de operación por esta razón se encuentra la necesidad de adquirir una maquina tamizadora para que nuestro producto final tenga las mejores condiciones de calidad, encontrando una homogeneidad del producto libre de contaminantes inorgánicos.

En esta investigación el proceso de tamizaje se lo realizó con un cedazo manual lo que conlleva a tardar dos días realizar este etapa, generando un costo muy alto así mismo el producto final no tienen una homogeneidad por el hecho de que la separación en la fuente de los residuos orgánicos tienen una efectividad del 70 % encontrando partículas de residuos inorgánicos muy pequeñas que afectan la calidad del producto.

Para el manejo de residuos inorgánicos hace necesario una prensa hidráulica para compactar cartón, plásticos, periódico, fibras, pet. Por el motivo que reduce costos del manejo de desperdicios y facilita el proceso de prensado, pesado y de transporte

Imagen 20. Maquina tamizadora



Fuente. Este estudio

ANEXO 6. Especificaciones técnicas de maquina prensadora

Imagen 21. Maquina prensadora



Fuente. Este estudio

De igual manera hace necesario industrializar el proceso para la transformación en madera plástica, para este proceso hace necesario una extrusora para homogenizar el plástico, un molino de piezas plásticas para

recuperar plásticos rígidos y una aglutinadora que forma el material plástico.

Imagen 22. Maquina extrusora



Fuente. Este estudio

Imagen 23. Maquina aglutinadora





Fuente. Este estudio

Así mismo hace necesario para el proceso de transformación en la planta de transferencia de Tulcán dotar de materiales como picas, palas, bombas de aspersión, carretilla, termómetro, pinchos. Etc. De igual manera insumos para las respectivas inoculaciones como es el caso de TRICHO –D, BACTHOM, EM, MALAZA, ARRIERO con el propósito de realizar un adecuado manejo a los residuos sólidos.

Estos productos biotecnológicos aplicados a los residuos orgánicos hace que la fracción orgánica se incorpore a un ciclo de producción agrícola a través de procesos de compostaje sin generación de malos olores ya que la acción de los microorganismos presentes en el EM (caldo de cultivo), BACTHOM y TRICHO –D, evita los procesos de putrefacción que se puedan generar.

EM: La tecnología EM, 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.

BACTHON: es un Bio-Fertilizante que contiene microorganismos benéficos del suelo en estado latente que actúan como Bio-Transformadores de materiales orgánicos y minerales (subproductos orgánicos, abonos orgánicos, fertilizantes químicos) para convertirlos en nutrientes para las plantas, bioactivando su crecimiento, balanceando la nutrición y mejorando la producción.

TRICHODERMA SP: es un hongo saprofito, antagonista de patógenos vegetales que se encuentra presente en la mayoría de los suelos. Activa el crecimiento radicular de las plantas, es capaz de colonizar y crecer en las raíces a medida que

éstas se desarrollan y aumenta la resistencia del cultivo frente al ataque de posibles patógenos.

De esta manera se entrega una copia del proyecto a las respectivas cancillerías de cada país que por Colombia es la canciller MARIA ANGELA OLGIN y por Ecuador RICARDO PATIÑO que son los cargados de gestionar ante la comunidad andina de naciones frente la secretaria del SGANII los recursos para el equipamiento de las plantas de aprovechamiento, este proyecto fue radicado por los alcaldes de cada municipio.

ANEXO 7. Acta de entrega a cancillería colombiana.

5.19 MANUAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

Según la resolución 2400 de 1979 emanada por el ministerios de trabajo y seguridad social que establece algunas disposiciones sobre vivienda y seguridad en los establecimientos de trabajo, en la que se enmarcan: campo de aplicación, obligaciones de los jefes, obligaciones de los trabajadores, inmuebles destinados a los establecimientos de trabajo (edificios y locales, servicios de higiene, higiene en los lugares de trabajo orden y limpieza, evacuación de residuos o desechos, campamentos de los trabajadores), y las normas generales sobre riesgos físicos, químicos y biológicos en los establecimientos de trabajo.

A lo anterior hace necesario implementar un manual seguridad industrial en las diferentes empresas con el objetivo de salvaguardar y prevenir la salud del operador o empleado.

Es así donde se crea el manual de seguridad industrial para la empresa ISERVI E.S.P en el área de aprovechamiento en la planta de compostaje de residuos sólidos, buscando con este manual un bienestar adecuado al personal operativo, y formado un ambiente de trabajo idóneo para el desarrollo de sus diferentes operaciones.

En este manual se implementa un marco legal como lo exige nuestra leyes colombianas la cual nos orientan, administran y nos regulan frente a las diferentes acciones que se pueden presentar, de igual manera se maneja unos conceptos claros con el objetivó de ayudar al lector a entender más fácil este manual.

En el manual de seguridad se traza los riesgos y medidas preventivas que se utilizaran en la planta de aprovechamiento para minimizar y prevenir accidentes, dentro de estos riesgos y medidas preventivas se encuentra las operaciones de descarga de residuos, carga del compost final, caída de personas a distinto nivel, caída de objetos desprendidos y pisadas sobre objetos.

De igual manera se contempla las medidas de seguridad acerca de explosión a sustancias nocivas o tóxicas, atropellos o golpes con vehículos, exposición a agentes biológicos, operaciones de selección manual de elementos voluminosos, operaciones de trituración de la fracción y mezclado de la fracción vegetal, operaciones de toma de muestra, operaciones con pala cargadora volteadora y atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos.

Así mismo se plasma las normas de seguridad diferenciadas por colores y su significado como las obligaciones, advertencias, peligro y la señalización de auxilio.

Se inicia con la señalización de prohibición, restringiendo el paso a personas no autorizadas, fumar, ingreso de comidas, animales, estacionar vehículos, encender fuego, así como las señales de incendio como el matafuego y el hidratante.

Las señales de advertencia, de color amarillo esta señalización indica la precaución de riesgo tóxico, atención a vehículos industriales, alta tensión, auto elevador, muros o esquinas salientes, salida y entrada de vehículos.

La señal de obligación está determinada por el color amarillo y representa la obligación de usar dichos implementos como el caso de botas, tapa bocas, guantes, casco, protector ocular, protector lumbar, ropa de trabajo (overol enterizo) y protectores auditivos, que son indispensables para la prevención y protección del operario en el desarrollo de sus funciones.

La señalización de salvamiento o de socorro está representada por el color verde la cual determina salidas de socorro y emergencia, primeros auxilios, dirección de salidas, ducha de emergencia ojos y camilla de emergencia.

Además hace parte del contenido de este manual el etiquetado, con su información sobre la peligrosidad y riesgo de los insumos utilizados para el proceso de compostaje, se caracteriza por manejar un código de colores como el rojo (extremadamente tóxico), amarillo altamente tóxico), azul (medianamente tóxico) y verde (ligeramente tóxico). En la cual se muestra cada ficha del producto indicando la composición, medidas preventivas, descripción de riesgo (color), responsables de comercialización y la identificación del producto.

Al final del manual se observa las medidas de primeros auxilios ante un eventual accidente en caso de molestias generales, inhalación, contacto con la piel, ojos e ingestión, de tal modo que se equipa con un botiquín de primeros auxilios encontrado elementos como desinfectantes y elementos de curación, medicamentos para intoxicación por químicos, antitérmicos, analgésicos, antialérgicos, antiácidos y antiespasmódicos con refuerzo de los números telefónicos de emergencia y más cercanos a la planta binacional.

Anexo 8. Manual de seguridad industrial

5.20 ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

Cuadro 11. Parametros fisicoquimico para muestra de abono organico

PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA
Humedad	Secado estufa	Gavimetria	g / 100 g
Materia seca	Secado estufa	Gavimetria	g / 100 g
Ceniza	Inceneracion mufla	Gavimetria	g / 100 g
Perdidas por volatilizacion	Inceneracion mufla	Gavimetria	g / 100 g
Carbono organico	Walkley black	Espectrofotometria	g / 100 g
Nitrogeno	Kjeldahl	volumetria	g / 100 g
Relacion C/N	Calculo matematico	calculo matematico	-
Calcio	Oxidacion humedad	Espectrofotometria	g / 100 g
Fosforo	Oxidacion humedad	Espectrofotometria	g / 100 g
Magnesio	Oxidacion humedad	Espectrofotometria	g / 100 g
Potasio	Oxidacion humedad	Espectrofotometria	g / 100 g
Azufre	Oxidacion humedad	Espectrofotometria	g / 100 g
Heirro	Oxidacion humedad	Espectrofotometria	g / 100 g
Manganeso	Oxidacion humedad	Espectrofotometria	mg / kg
Zinc	Oxidacion humedad	Espectrofotometria	mg /kg
Cobre	Oxidacion humedad	Espectrofotometria	mg /kg
Residuo insoluble acido	NTC 5167	Gravimetria	g / 100 g
Densidad aparente	NTC 5167	Gravimetria	g / ml
Capacidad de retencion de agua	NTC 5167	Gravimetria	g / 100 g
ph	NTC 5167	Electrometria	-
Conductividad (25°C)	NTC 5167	Electrometria	ds /m
CaO	Oxidacion humedad	Espectrofotometrica	g / 100 g
P ₂ O ₅	Oxidacion humedad	Espectrofotometrica	g / 100 g
MgO	Oxidacion humedad	Espectrofotometrica	g / 100 g
K ₂ O	Oxidacion humedad	Espectrofotometrica	g / 100 g

Fuente. Este estudio

Cuadro 12. Resultado fisicoquimico

PARAMETRO	T1	T2	T3	T4
Humedad	16.3	14.7	10.1	5.89
Materia seca	83.7	85.3	89.9	94.1
Ceniza	54.4	65.4	70.5	71.7
Perdidas por volatilizacion	29.3	19.9	19.4	22.4
Carbono organico	7.60	7.42	5.68	6.59
nitrogeno	1.12	1.02	0.80	1.01
Relacion C/N	6.79	7.24	7.09	6.51
Calcio	2.57	1.40	2.97	3.32
Fosforo	0.61	0.40	0.32	0.30
Magnesio	0.42	0.29	0.28	0.27
Potasio	1.56	1.52	1.28	1.27
Azufre	0.26	0.14	0.12	0.11
Heirro	0.66	0.99	1.01	1.04
Manganeso	61.6	43.9	34.2	33.7
Zinc	232	140	122	116
Cobre	73.5	72.3	26.9	25.7
Residuo insoluble acido	51.8	57.7	63.8	65.9
Densidad aparente	0.57	0.65	0.73	0.70
Capacidad de retencion de agua	75.7	60.3	67.9	70.3
ph	8.85	8.34	8.85	8.82
Conductividad (25°C)	26.0	24.8	17.7	21.0
CaO	3.60	1.97	4.15	4.65
P ₂ O ₅	1.40	0.91	0.73	0.68
MgO	0.70	0.48	0.46	0.44
K ₂ O	1.88	1.84	1.55	1.53

Fuente. Este estudio

Cuadro 13. Resultado microbiológicos

PARÁMETRO	T1	T2	T3	T4
Número más probable de coliformes totales	23	23	120	>=2400
Número más probable de coliformes fecales	< 3	<3	4	1.100
Recuento de bacterias aerobias mesófitas UFC	120.000	1.920.000	560.000	880.000
Recuento total de hongos y levaduras	100.000	200.000	120.000	180.000
Salmonella	negativo	negativo	negativo	Negativo

Fuente. Este estudio

5.21 ADELANTO DE LA DOCUMENTACIÓN ANTE EL SISTEMA REGULADOR ICA PARA LA COMERCIALIZACIÓN DEL PRODUCTO

El último objetivo hace parte de adelantar los requisitos establecidos por el instituto colombiano agropecuario ICA con el objetivo de obtener el registro producto y venta, para la comercialización del producto.

5.21.1 Registro de producto. El formato de registro de producto establece los siguientes requisitos, como la información sobre ubicación de la empresa, instalaciones de la planta, equipos utilizados en la fabricación, técnicos responsables del proyecto, materias primas utilizadas, medidas de higiene y seguridad y diagrama de flujo anexando contratos de arrendamiento o propietarios de la planta, director técnico, fabricación, formulación, envasado, empaque y control de calidad , factura de pago por la tarifa vigente, y croquis de la planta.

Anexo 9. Formulario de registro de producto, contratos

5.21.2 Registro de venta. El registro de venta establece los siguientes requisitos, como el diligenciamiento del formulario en la información general solicitando el registro de venta de fertilizantes y acondicionadores del suelo, origen de materias primas, información del producto, mezclas, propiedades del producto que las dictaminan el análisis físico químico y balance de materias primas, con adjunto del certificado de existencia y representación legal, Contrato suscrito con un laboratorio de control de calidad registrado ante el ICA para los análisis de la muestras, Certificado de análisis físico químicos o microbiológico realizados por los laboratorios registrados en el ICA, Hoja de Seguridad del Producto, Soporte de las recomendaciones de uso, Proyecto de etiquetado, por duplicado de acuerdo a

la Norma Técnica Colombiana N° 40, Métodos de Control de Calidad, Certificado de libre venta del país de origen, Fichas Técnicas de las materias primas, ficha técnica del producto y Comprobante de pago por la tarifa establecida para este servicio.

Anexo 10. Formulario de registro de venta.

En primer lugar se debe obtener el registro de producto el cual los datos del formulario se encuentran totalmente diligenciados con sus respectivos diagramas de flujo al igual que los contratos de propiedad (escrituras) y contrato del técnico encargado del proceso que en este caso es el mismo para formulación, envasado, empaque, control de calidad y el croquis de la planta. Faltando por realizar la factura de pago por la tarifa vigente.

Es importante recalcar que a pesar que los requisitos ya están listos para la certificación del producto no puede ser radicado ante el instituto colombiano agropecuario ICA, porque al entregar el contrato de fabricante, formulador, envasado y empaque exigen tarjeta profesional la cual carezco de ella.

Para avanzar a obtener el registro de venta. Los requisitos adelantados fue el diligenciamiento de todo el formato con datos adjuntados de los certificados de existencia del representante legal, el certificado de análisis de laboratorios físicos químicos y microbiológicos realizados por la universidad de Nariño y ficha técnica del producto con eficacia agronómica, este último requisito debe cumplir con dos eficiencias, una de ellas se realizó el estudio durante 4 meses en la producción de papa amarilla (*Solanum gonicalyx*) y el segundo estudio se lo realizara en pastos y forrajes.

El contrato suscrito con laboratorios para estudio de control de calidad durante un año no se lo realiza por falta de presupuesto.

5.22 ESTUDIO DE EFICACIA AGRONÓMICA EN LA PRODUCCIÓN DE PAPA AMARILLA (*Solanum Gonicalyx*) A PARTIR DE ABONO ORGÁNICO ISERVI

El estudio de eficacia agronómica está dividido en varios segmentos el cual inicia con la elección y preparación del suelo.

5.22.1 Elección y preparación del suelo. Escoger terrenos donde antes se cultivaron maíz, cereales y leguminosas, que estén libres de plagas (insectos, nematodos y patógenos) y que en lo posible no sean propensos a sequías, heladas y granizadas, a fin que el agricultor pueda tener seguridad en el desarrollo del cultivo.

Que sean terrenos descansados profundos (50 cm de profundidad) y sueltos (franco arenosos)

Que sean terrenos sometidos al proceso de rotación de cultivos cuya finalidad es mantener un elevado nivel de producción a la vez que se mejora la estructura del suelo

5.22.2 Preparación del suelo. Se realizó cuando la luna se encontraba en el el tercer día de la fase menguante y el tercer día de la fase nueva (noche oscura) pues ello contribuye a evitar la presencia de insectos plaga y enfermedades

5.22.3 Arado. Consistió en realizar una labor de arado del suelo (25 – 30 cm), la misma que se ejecutó hace tres meses de anticipación para poder enterrar el rastrojo al suelo y lograr que este se descomponga y así mismo permitir que los controladores naturales bióticos eliminen las plagas del suelo

5.22.4 Rastrillada y nivelada. Los pases del rastrillo se hicieron de forma espaciada y de manera cruzada, esta labor se realizó a una profundidad de 20 cm.

5.22.5 Drenajes. Se realizó zanjas para drenar los excesos de agua que pueden hacer daño al cultivo

5.22.6 Elaboración de surcos. Se efectuó zanjas de tal manera que al caer la lluvia o hacer el riego, el agua se deslice lentamente, para evitar la erosión del suelo

5.23.7 Preparación del cultivo. El terreno se sometió a una adecuada preparación consistió en dos aradas y una rastrillada de acuerdo con el sistema tradicional del agricultor. Se trazaron zanjas con azadón a una distancia de 1.10 mts.

5.22.8 Siembra. Se inició con la inspección visual del tubérculo y así emplear los más vigorosos para obtener una buena y resistente germinación, lo cual trae como consecuencia excelentes rendimientos.

En el ensayo se sembraron 22 bultos de papa amarilla (*Solanum Gonicalyx spp*)

5.22.9 Fertilización. Se aplicó un total de 22 bultos de abono orgánico ISERVI, distribuidos así: 11 bultos al momento de la siembra en banda a un lado de la semilla y otros 11 bultos de igual manera en el momento del aporte (deshierbe)

5.22.10 Control de malezas y aporque. El control de malezas se realizó con azadón a los 50 días después de la siembra y el aporque fue hecho a los 40 días de la desyerba.

5.22.11 Control de plagas y enfermedades. Para el control de plagas del follaje se utilizó el insecticida CURACRON en dosis de 15 cc de pc/bomba de 20 litros. El control preventivo y curativo de la gota de la papa se realizó con las aplicaciones del fungicida CURZATE en dosis de 500 gr de pc/ 200 litros de agua.

5.22.12 Cosecha. La cosecha se generó a los 120 días después de la siembra teniendo en cuenta la madurez fisiológica del cultivo, obteniéndose una producción total de 240 bultos/ ha; discriminados en 180 bultos de papa gruesa, 30 bultos de papa pareja y 30 bultos de papa mura o ripio. Lo cual nos representa un promedio de 10 bultos la cosecha por un bulto de siembra.

5.22.13 Comparación. Se realiza un ensayo de cultivo con un fertilizante químico 13-26-6 OBTENIENDO un rendimiento de 15 bultos por cosecha por un bulto de siembra

6. BENEFICIOS A LA COMUNIDAD DEL MUNICIPIO DE IPIALES.

El beneficio brindado a la empresa ISERVI por parte de la universidad de Nariño con su estudiante pasante es muy grande ya que no solo sale avante en las metas propuestas con el objetivo de dar continuidad al Proyecto de Gestión de Residuos Sólidos si no que se genera una responsabilidad social con la comunidad de Ipiales la cual en la parte de transformación de residuos sólidos se firma un acuerdo entre el sindicato de pirotécnicos de la ciudad de Ipiales en asamblea general con el gerente de ese entonces el doctor Mauricio Cisneros gerente y representante del instituto de servicios varios de Ipiales ISERVI E.S.P, con el objetivo de vincularlos laboralmente al proyecto de comercialización de abono orgánico, producido por la empresa ISERVI, con el fin de que ellos lleven a cabo su venta, los clientes y rutas de agricultores, la misma planta de producción los determinara, entidad que organizara la venta por cuadrantes y se encargara del transporte del producto y de las personas que lo van a comercializar hacia otros lugares fuera de la ciudad.

Esta vinculación se la realizara durante cuatro años con la proyección a prolongarse por más tiempo. De igual manera se cumplirá con una etapa de capacitación a través de la entidad SENA en instalaciones de la escuela de artes y oficios del barrio la laguna, sobre temas del reconocimiento del mercado del producto, comercialización, contabilidad básica y atención al cliente.

ISERVI, propone al sindicato que le proporcionará un precio de costo de \$ 12.000 pesos los 40 Kg de abono orgánico y estos los venderá a un costo de \$ 20.000 pesos.

Esta propuesta es avalada por EL ALCALDE MUNICIPAL DE IPIALES DOCTOR DARÍO VELA DE LOS RÍOS, la cual genera una nueva propuesta de trabajo con el fin de desvincularlos del trabajo tan peligroso que ellos realizaban con fuegos pirotécnicos que no solo exponen a su familia sino a toda la comunidad del sector. Así mismo las 31 personas del sindicato de pirotécnicos de Ipiales aceptan la propuesta y agradecen por la valiosa colaboración e interés social con la comunidad.

Por otra parte dentro del marco binacional de residuos sólidos en la parte de residuos inorgánicos se realiza una reconversión laboral de 30 recicladores que manipulan todo desechos recuperables dentro de la celda del relleno sanitario. Cabe resaltar que este trabajo es informal, estas personas no cuentan con un salario fijo ni tampoco con seguridad social.

Las condiciones de seguridad industrial dentro del relleno sanitario no eran actas, por la razón de que ellos no estaban vinculados a la empresa, sino que pertenecían a una fundación .

Por consiguiente se brinda una solución al manejo de residuos sólidos inorgánicos del municipio con la creación de un nuevo diseño en el sistema de aprovechamiento, contando con personal capacitado con un empleo formalizado y seguro siendo un ejemplo de una empresa sostenible, que colabora con el medio ambiente.

Para el desarrollo de esta reconversión, la Empresa Soluciones Ambientales de Nariño implementa la selección, clasificación, transformación, comercialización del material inorgánico.

Esta planta estará dotada con dos bandas transportadoras, mini cargadora, prensadora y aglutinadora.

Este proyecto cuenta con el aval del DOCTOR DARÍO VELA DE LOS RÍOS, Alcalde de nuestro municipio para ser ejecutado.

ANEXO 11. Periódico. Diario del Sur, reconversión laboral

Dentro del proyecto Binacional la empresa ISERVI es la encargada de manejar este proyecto en la zona de Ipiales por parte de Colombia, arrojando grandes resultados con estudios en la descomposición de residuos sólidos, estandarización y comercialización, creando una cadena productiva a partir de material renovable desechado por parte de la comunidad.

Más sin embargo encontramos que el trabajo no solo fue de investigación y aplicación de saberes técnicos sino también de crear a todos los habitantes del municipio la concientización del programa separación en la fuente y crear en cada uno de ellos una cultura ciudadana.

Es así que de forma positiva, a través del programa de separación en fuente, los hábitos de manejo de residuos sólidos en las familias, comercio e industria, se corrigen dando cumplimiento al nuevo modelo de gestión de manejo de residuos sólidos Ipiales - Tulcán.

La educación ambiental implementada en nuestra ciudad como componente primario, es decir, a todos los ciudadanos se sostiene en cuatro pilares importantes: comunicación, educación, lúdica y cultura ciudadana, para lograr desarrollar actitudes positivas de relación entre la sociedad y el medio ambiente hacia el desarrollo sostenible, reduciendo los impactos ambientales negativos que se producen.

De las estrategias y acciones implementadas en este proceso generan más compromiso por parte de la comunidad generando conciencia y cultura ciudadana sobre el manejo de residuos sólidos domiciliarios. Abarcando aspectos sociales,

económicos y ambientales que permitan conocer las problemáticas reales y la manera que este problema amenaza el futuro.

En la estrategia del programa se capacita a 40 instituciones educativas entre públicas y privadas en el casco urbano y 5 de instituciones rurales, aproximadamente 26 mil estudiantes fueron ilustrados frente al hábito de la separación, de los cuales 14.000 fueron nombrados como CIUDADANOS DEL ASEO los cuales deben cumplir unos compromisos claros frente al fenómeno residual individual y colectivo, así mismo se conformaron 5 grupos denominados Escuadrón de Ciudadanos del Aseo encargados de capacitar puerta a puerta a los habitantes del municipio de Ipiales. De igual manera se enlaza al sector empresarial capacitando 50 empresas y a 84 juntas de acción comunal, logrando difundir este proceso en toda la ciudad mediante cuñas radiales, entrevistas, comerciales y pendones.

6.1 SEPARACIÓN EN LA FUENTE

El Programa de Separación en la Fuente es el punto de partida sobre el cual la población responde a la clasificación de los residuos sólidos ejecutándose de una manera excelente, Volviéndose un programa permanente que hasta nuestros días sigue implementando; consiguiendo un efecto multiplicador, donde las pequeñas acciones forman grandes resultados.

Creando 3 macro rutas, que comprenden cada una de ellas 78, 115 y 54 sectores, junto con ello se adiciona 26 micro rutas beneficiándose 473 sectores, cumpliendo con rutas recolección y transporte, con una cobertura del 100 %, de 169 barrios y sectores en el municipio de Ipiales.

Con una frecuencia diferente para cada barrio diferenciando los días de recolección en orgánicos e inorgánicos. De igual manera se aumenta el parque automotor de la empresa ISERVI con dos vehículos compactadores con el fin de dar cumplimiento al programa de separación en la fuente en el sistema de recolección y ampliar la cobertura de recolección en la ciudad de Ipiales.

6.2 FORTALECIMIENTO

Seguimos en el fortalecimiento de la campaña en la entrega de una muestra de abono orgánico en los sitios públicos como parques y a más de 122 barrios de nuestro municipio invitándolos a que contribuyan y hagan parte de este proceso entregando más de 14 mil unidades de abono orgánico para el uso en su ornamentación dentro de sus hogares.

Imagen 24. Entrega de abono a la comunidad



Fuente. Este estudio

El apoyo de la empresa de aseo, ISERVI juega un papel importante en el estado permanente del programa realizando el acompañamiento en ruta diariamente con personal administrativo durante 10 meses observando las fortalezas y debilidades efectuando un mejoramiento continuo al programa de separación en la fuente.

Ampliando el sistema de barrido y limpieza de vías a 169 sectores urbanos y 3 sectores rurales.

7. COSTOS DE OPERACIÓN

Cuadro 14. Costos de insumos

DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	VALOR
Inversión insumos	Em	300 litros	1.200.000
	Tricho -d	7.500 g	2.400.000
	Bacthom	32 litros	2.880.000
	Arriero	32 Kg	160.000
	Nitrógeno total	80 KG	100.000
	Melaza	400 KG	500.000
	Insecticidas	300 litros	500.000
	Otros		400.000
TOTAL			8.140.000

Fuente. Este estudio

Cuadro 15. Costos de materiales

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR
Palas	4	80.000
Picas	4	60.000
Bombas fumigadoras	2	300.000
Termómetro de mercurio	3	70.000
Recipientes de plástico	5	20.000
Cuadros de madera madera	5	20.000
Malla	2	20.000
Soga de amarre	2	15.000
Bascula	1	50.000
Costales	100	40.000
Carretas	1	150.000
Machetes	2	15.000
Equipo de protección	5	300.000
TOTAL		\$ 1.140.000

Fuente. Este estudio

Cuadro 16. Costos operacionales anuales

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR
Operarios	2	28.800.000
Retro cargadora	1	14.400.000
Volqueta	1	14.400.000
TOTAL		57.600.000

Fuente. Este estudio

Cuadro 17. Costos indirectos

DESCRIPCIÓN	VALOR	
Inversión general	Transporte	300.000
	Fotocopias	100.000
	Internet	200.000
	Otros	400.000
TOTAL	1.000.000	

Fuente. Este estudio

Cuadro 18. Total costos de inversión

DESCRIPCIÓN	VALOR
COSTO DE INSUMOS	8.140.000
COSTO DE MATERIALES	1.140.000
COSTOS OPERACIONALES	57.600.000
COSTOS INDIRECTOS	1.000.000
TOTAL	\$ 67.880.000

Fuente. Este estudio

8. CONCLUSIONES

8.1 FORMULA DEL ABONO ORGÁNICO

Se puede concluir que en efectos de tiempo en los tratamientos oscilan entre 33 a 37 días lo cual para nuestro proceso es muy largo, lo que se buscaría en primer lugar es reducir el tiempo máximo de transformación que es directamente proporcional al costo por la razón de usar mano de obra para efectos de volteo e insumos.

El tiempo máximo en alcanzar su máxima temperatura es el tratamiento tres llegando a 70 ° C en doce días lo que significa que se encontró una adecuada adaptación de los microorganismos eficientes en el proceso realizado.

El proceso de adaptación en la fase de latencia es el mismo para los tres tratamientos ya que conservan un promedio de 30 a 35° C al inicio del proceso. A diferencia del primer tratamiento que se mantienen a una temperatura de 35° C durante 7 días lo que lo hace un tratamiento descartable para nuestra próxima investigación.

El proceso que mejor asimila a la curva de ascenso y descenso de temperatura es el tratamiento tres con fuente nitrogenada por tal razón se busca seguir con la investigación para efectuar una estandarización de esta fórmula para la transformación de residuos en abono orgánico.

Para ello se hace necesario saber que la fuente de nitrógeno (melaza) es una de los mejores componente energéticos de bajo costo que se puede encontrar con facilidad que beneficia a nuestro desarrollo de la investigación, por tal motivo se emplea como variable no constante para la realización de nuestro siguiente experimento con el objetivo de encontrar el proporción exacta para producir compost de la mejor calidad.

8.2 ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO

Después de determinar cuál de los cuatro tratamientos es el mejor se llega a la conclusión de que en el proceso de estandarización durante 8 meses para cada tratamiento fue muy diferente para las cuatro pruebas,

Una de las variables de respuesta es el tiempo que tarda cada tratamiento,

Iniciando que en la fase de latencia la temperatura máxima se mantiene en 35° C obtenida por el tratamiento uno y cuatro durante el primer día y la temperatura más baja fue el tratamiento tres con 33° C

La fase exponencial de crecimiento de microorganismos es muy rápida para el primer tratamiento aproximadamente de 12 días, a diferencia de del tratamiento 2 de 15 seguido del tratamiento tres de 19 y por ultimo del tratamiento cuatro de 22 días.

La fase estacionaria y de más grados de temperatura es el primer tratamiento que llega manejar 70 ° C por tres días que en referencia a los demás tratamientos tiene una diferencia de 10 a 25 ° C, esta fase tiene una duración de dos a un día

La fase de enfriamiento y maduración se mantienen de 16 días para el primer tratamiento, seguido del segundo y el cuarto tratamiento con 20 días y el tercer tratamiento con 19 días.

Por tal razón el tratamiento que mejor respondió en tiempo y en proceso fue el tratamiento uno estandarizando el proceso de compostaje en 30 días con tres inoculaciones de microorganismos eficientes cada una de 2 litros / tonelada y de material nitrogenado con tres inoculaciones durante todo el proceso cada una de 4 litros toneladas, realizando las inoculaciones el primero, el quinto y el décimo segundo día, con volteos pasando un día.

8.3 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS

Después de observar Las Cuadros de la composición de abono orgánico realizaremos la comparación con un abono orgánico que ya está en el mercado llamado ABONO ORGÁNICO FUQUENE, es un abono solido que vienen en presentación de bolsa de 1 kg con su respectiva ficha técnica que le permite al cliente conocer la composición de los diferentes nutrientes y sus respectivas concentraciones.

Contenido de humedad según la NTC 5167 es máxima de 35% en la cual nuestro abono orgánico ISERVI mantiene su humedad en 16% y FUQUENE sobrepasa la humedad en 3 % obteniendo en sus estudios de un 38%.

El contenido de ceniza según la NTC 5167 es máximo de 60% en el cual ISERVI mantienen un 54 % y FUQUENE maneja un 43% manteniéndose los dos productos dentro del rango.

El contenido de carbono orgánico oxidable según la norma es como mínimo del 15 %, la cual ISERVI tiene el 8% al igual que el FUQUENE, faltando el 7 %. El contenido de K₂O, CaO, MgO, P₂O₅, según la norma se debe declarar mayor que 1%, en la cual en el mismo orden el compost ISERVI obtiene los siguientes resultados 1.88%, 3.60%, 0.70% el cual no se lo declara y P₂O₅ es de 1.40%, el compost de FUQUENE tiene un solo elemento representativo, K₂O con 1.08 % y los demás compuestos mantienen un porcentaje de 0.99%, 0.48 %, 0,47 %.

La relación C/N para el compost ISERVI es de 7 % lo cual es bajo referencia al compost en comparación ya que FUQUENE obtiene 12 %.

La capacidad de retención de humedad la norma señala que es su propio peso, la cual el compost ISERVI mantiene 75 g / 100 gr, y de FUQUENE mantiene el 54 g / 100 gr.

El Ph dice la norma que debe ir mayor de 4 y menor de 9, la cual ISERVI tiene un Ph de 8.8 y FUQUENE mantiene un Ph de 7.

La densidad máxima de las NTC es de 0.6 g /cm³, donde ISERVI es de 0.57 g / cm³, y FUNEQUE mantiene 0.77 g / cm³.

8.4 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

La norma NTC indica ausencia de *salmonella* al igual que el compost ISERVI y FUQUENE.

Al igual que la norma indica que si el producto contiene microorganismos benéficos declara el recuento de mesofilos aerobios, mohos y levaduras, lo cual nuestro producto indica los mesofilos aerobios en 120.000 UFC / Gr, mohos y levaduras en 100.000 UFC / Gr.

Los coliformes fecales corresponden a < 3 al igual que la norma el compost ISERVI maneja el mismo estándar, al igual que los coliformes totales manejan un parámetro de 23 que según la norma es aceptable.

En conclusión podemos determinar que nuestro abono orgánico ISERVI si cumple con los parámetro exigidos por la norma Técnica Colombiana 5167 editada el 2004 de 15 de junio con el objeto de establecer los requisitos que deben cumplir y a los ensayos que deben ser sometidos los productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y como enmiendas de suelo, pasa ser utilizados en el mercado. Previamente obteniendo el certificado ICA para su libre comercialización.

8.5 EFICIENCIA DE ABONO ORGÁNICO

El mayor rendimiento lo ofrece la aplicación del fertilizante químico, pero los costos de producción por la unidad sembrada se incrementan por que la fórmula comercial aplicada por el agricultor es de 12 bultos de abono por hectárea, que en términos económicos representa para el agricultor \$ 840.000/ ha, a un costo de \$

70.000 / bulto/ ha. En cambio con el abono orgánico ISERVI se aplica 22 bultos a un costos de \$246.000, a un costo de \$ 12.000/bulto.

Generalmente en términos económicos son más rentables la utilización de este abono orgánico ISERVI ya que se observa una diferencia económica de \$ 576.000/ ha.

Las ventajas de la aplicación del abono ISERVI son muy grandes que ayudara a la sostenibilidad del terreno y la de sus cosechas.

BIBLIOGRAFÍA

CARIELLO, María Ester; CASTAÑEDA, Liliana y RIOBO, Inés. Inoculante de microorganismos endógenos para acelerar el proceso compostaje de residuos sólidos urbanos. Bogotá: R.C.Suelo Nutr. Veg, 7 (3) 2007 (26-37)

EVA, Roben., Manual de Compostaje para Municipios, 1 ed. Loja: DED/ Ilustre Municipalidad de Loja, 2002. p. 60.

ICONTEC. Norma 1486. Bogotá: Leyer, 2013.

ISERVI. Base de datos empresa. Pasto: s.n. 2013.