



INGEPROD

EMPRESA DE MANEJO ECOLÓGICO DE DESECHOS

Mérida, Venezuela.

2011



GERENTE GENERAL

Guillen Marysol

GERENTE DE PRODUCCIÓN Y FINANZAS

Jesús Moreno

GERENTE DE PUBLICIDAD Y MERCADEO

Romina Barreto

GERENTE DE RECURSOS HUMANOS

Génesis Becerra

GERENTE DE MANTENIMIENTO Y

SEGURIDAD INDUSTRIAL

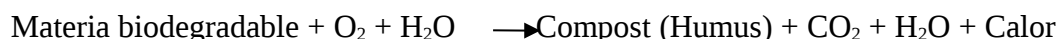
Jorge Hernández

SERVICIOS DE INGEPROD

- **Compostaje:** Diseñamos plantas de compostaje para tratamiento de todo tipo de residuos orgánicos, restos agrícolas, comidas, follajes, estiércoles, entre otros.
- **Biofiltros:** Diseñamos biofiltros para el tratamiento de aguas residuales de origen doméstico o urbano con baja influencia industrial, así como emanaciones industriales.
- **Jabón Ecológico:** Diseñamos plantas de procesamiento de aceites y grasas de cocinas para elaborar jabones.
- **Biogas:** Modelamos la producción y recuperación del Biogas en Vertederos Controlados de Residuos Sólidos Urbanos.
- **Reutilización De Vidrios:** Diagramamos plantas y procesos del reciclaje de envases de vidrio a través de la fundición.

COMPOSTAJE

El compostaje ha sido una técnica utilizada desde siempre por los agricultores como una manera de estabilizar los nutrientes del estiércol y otros residuos para su uso como fertilizante. El compostaje consiste en la descomposición biológica, en condiciones controladas, aerobias y termófilas, de residuos orgánicos.



La estabilización de la materia orgánica se consigue por la oxidación de las moléculas complejas que se transforman en otras más sencillas y estables. En este proceso se desarrolla calor que, al elevar la temperatura de la masa, produce su esterilización la eliminación de agentes patógenos y semillas. La fermentación de la materia orgánica comporta, de una parte, degradación o descomposición y, de otra, reajuste o síntesis de nuevos productos. Los materiales para transformar en compost pueden ser variados: césped cortado, cenizas de leña, estiércoles, plumas, hojas de árboles, periódicos y los desperdicios de cocina y del huerto.

La economía del estado Mérida está basada en la agricultura, la ganadería y el turismo. En las zonas altas del páramo emeritense se cosecha cerca del 100% de la producción de papa del país además de otras legumbres y vegetales. Los fertilizantes químicos de uso común son de alto costo, esto abre un gran mercado para un producto orgánico de bajo costo. INGEPROD, le ofrece una alternativa a los pequeños y grandes agricultores, “INGECOMPOST” un biofertilizante 100% orgánico.

RESUMEN

La necesidad de resolver los problemas de residuos derivados del crecimiento de las ciudades y asentamientos urbanos, obligan a desarrollar sistemas de recolección, ubicación, reutilización y reciclaje de residuos domiciliarios e industriales que sean compatibles con el medio ambiente y eficientes en costo. Las opciones de manejo de residuos, deben ser adecuadas técnicamente a las características locales, viables económicamente y sustentables ecológicamente. La economía del estado Mérida está basada en la agricultura, la ganadería y el turismo. En las zonas altas del páramo emeritense se cosecha cerca del 100% de la producción de papa del país además de otras legumbres y vegetales. Los fertilizantes químicos de uso común son de alto costo, esto abre un gran mercado para un producto orgánico de bajo costo como lo sería el abono producto del compostaje. El compostaje es un proceso de descomposición oxidativa de los constituyentes orgánicos de los materiales de desecho, que se lleva a cabo bajo condiciones controladas sobre sustratos sólidos orgánicos heterogéneos, originando un producto que representa grandes beneficios cuando es adicionado al suelo. INGEPROD, realizó un estudio de factibilidad y análisis de calidad del compost obtenido de los desechos orgánicos del mercado de Soto Rosa. Este trabajo consistió en el diseño y construcción de una micro planta de compostaje, realizar pruebas para el análisis de las propiedades químicas del compost obtenido, efectuar pruebas para el análisis de la efectividad del compost implementando semilleros y finalmente plantear de un diseño a mayor escala de la planta de compostaje. Del compostador cilíndrico se obtuvo 0,0057 m³ de compost a partir de 0,0250 m³ de desechos orgánicos, este compost fue sometido a diversas pruebas de laboratorios los cuales arrojaron valores altos en parámetros como: pH, fósforo, nitrógeno, carbono y potasio. Los ensayos biológicos mostraron que el compost mejora el crecimiento en las plantas de *Phaseolus vulgaris* utilizadas en el té. El registro de las cantidades de desechos orgánicos mensual producido en el mercado Soto Rosa, permitió el desarrollo de el esquema de una planta de compostaje que consta de 7 secciones entre las que figura lombricario, recepción, área de trituración, compostaje, empaquetado y almacenamiento.

INDICE GENERAL

Página

SERVICIOS DE INGEPROD

COMPOSTAJE

RESUMEN

INTRODUCCIÓN.....1

JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....3

MARCO TEÓRICO

1.	Conceptos Básicos.....	5
	El compostaje.....	5
	Abonos.....	7
	Características del compost.....	7
2.	Propiedades del Compost.....	8
	2.1. Acondicionamiento del suelo.....	8
	2.2. Mejora el manejo de estiércoles	10
	2.3. Mejora la aplicación al suelo.....	10
	2.4. Disminuye los riesgos de contaminación y malos olores.....	10
	2.5. Destrucción de agentes patógenos.....	10
	2.6. Producto rentable.....	11
3.	Proceso de compostaje.....	12
4.	Descomposición Aeróbica.....	12
	4.1. Fases de Descomposición Aeróbica.....	14
	4.1.1. Etapa de latencia.....	14
	4.1.2. Etapa mesotérmica 1.....	14
	4.1.3. Etapa termogénica.....	14
	4.1.4. Etapa mesotérmica 2.....	15
5.	Descomposición Anaerobia.....	16
	5.1. Fases de Descomposición Anaeróbica.....	16
		5.1.1. Etapa de
	Hidrólisis.....	16
		5.1.2. Etapa de
	Acidogénesis.....	16
		5.1.3. Etapa de
	Metanogénesis.....	17

	5.1.3.1. Metanogénesis acetoclástica.....	17
	5.1.3.2. Metanogénesis hidrogenófila.....	17
6.	Compostador.....	19
7.	Sistemas de Compostaje.....	20
	7.1. Sistemas Abiertos.....	20
	7.1.1. Sistemas de Pilas Dinámicas (con volteo).....	20
	7.1.2. Sistemas de Pilas Estáticas.....	20
	7.2. Sistemas Cerrados.....	21
	7.2.1. Reactores de flujo vertical.....	21
	7.2.2. Reactores de flujo horizontal (o inclinado)	23
	7.2.2.1. Tambores giratorios:	23
	7.2.2.2. Contenedores agitados.....	23
	7.2.2.3. Contenedores con lecho de sólidos estático.....	24
	7.3. Sistemas Sin Flujo.....	25
8.	Métodos para el estudio de la materia orgánica humificada del compost.....	26
	8.1. Test de tipo químico.....	26
	8.1.1. Relación C/N (en fase sólida)	27
	8.1.2. Relación C/N orgánico en extracto acuoso.....	27
	8.1.3. Determinación de la DQO del compost.....	28

	8.1.4.	pH...	28
	8.1.5.	Capacidad de cambio catiónico (CIC)	28
	8.1.6.	Conductividad eléctrica.....	28
8.2.	Test de tipo biológico.....		29
9.	El Lombricompostaje		29
9.1.	La lombriz roja californiana.....		30
	9.1.1.	Clasificación zoológica.....	30
	9.1.2.	Características.....	30
	9.1.3.	Los excrementos de la lombriz contienen.....	30
	9.1.4.	Anatomía	31
9.2	Tecnología recomendada para la crianza de la lombriz de tierra.....		32
	9.2.	Colocación de alimento y lombrices en el criadero.....	32
	9.3.	Los cuidados que deben proporcionarse a un lombricario.....	32
10.	Especie analizar en Semilleros.....		33
10.1.	Caractas Negras.....		33
	10.1.1.	Características.....	33
		Importancia Alimenticia.....	34
OBJETIVOS DEL PROYECTO.....			35
PARTE EXPERIMENTAL			
A.	Construcción del Compostador.....		36
A.1.	Materiales.....		36
A.2.	Materia Prima.....		36
A.3.	Procedimiento.....		36
A.4.	Cuidados.....		36

B.	Construcción del Semilleros.....	38
B.1.	Materiales.....	38
B.2.	Procedimiento.....	38
B.3.	Cuidados.....	38
C.	Análisis Físico Químico del Suelo.....	39
C.1.	Recolección de la muestra de suelo.....	39
C.2.	Preparación de la muestra de suelo en el laboratorio.....	41
C.2.1.	Materiales.....	41
C.2.2.	Procedimiento.....	41
C.3.	Determinación de la textura del suelo.....	41
C.3.1.	Método empleado para determinar la textura. Bouyoucos Modificado	42
C.3.2.	Materiales y Equipos.....	42
C.3.3.	Reactivos.....	42
C.3.4.	Procedimiento.....	42
C.4.	Determinación de la reacción de suelo en una solución acuosa relación 1:243	
C.4.1.	Técnicas para medir el pH en Laboratorio. Potenciómetro.....	43
C.4.2.	Material y equipo.....	43
C.4.3.	Reactivos.....	43
C.4.4.	Procedimiento.....	44
C.5.	Determinación de las Bases Cambiables. Capacidad de Intercambio Catiónico.....	44
C.5.1.	Métodos. Para bases cambiables. Para la capacidad de intercambio Catiónico.....	44
C.5.2.	Materiales y Equipo.....	45
C.5.3.	Reactivos.....	45
C.5.4.	Procedimiento.....	45
C.6.	Determinación Nitrógeno total.....	46
C.6.1.	Método para determinar el contenido de nitrógeno. Micro – Kjeldahl.	46
C.6.2.	Materiales y Equipo.....	46
C.6.3.	Reactivos.....	47
C.6.4.	Procedimiento.....	47
C.7.	Determinación de Materia Orgánica.....	47
C.7.1.	Método para determinar el contenido de materia orgánica. El método Walkley-Black.....	48

C.7.2. Materiales y equipos.....	48
C.7.3. Reactivos.....	48
C.7.4. Procedimiento.....	49
C.8. Determinación Fósforo Asimilable.....	49
C.8.1. Métodos para Determinar el Fósforo Asimilable. El método de extracción Kurt – Bray.....	49
C.8.2. Materiales y Equipo.....	50
C.8.3. Reactivos.....	50
C.8.4. Procedimiento.....	50
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
A. Compostador.....	51
A.1. Cálculos.....	51
A.2. Resultados.....	51
B. Semilleros. Evaluación de Crecimiento.....	53
C. Análisis Físico Químico del Suelo y Humus.....	58
C.1. Determinación de la textura del suelo.....	58
C.1.1. Expresión de los resultados.....	59
C.2. Determinación de la reacción de suelo en una solución acuosa 1:2.....	59
C.2.1. Interpretación de los resultados.....	60
C.3. Determinación de las Bases Cambiables. Capacidad de Intercambio Catiónico.....	60
C.3.1. Expresión de Resultados.....	60
C.3.2. Interpretación de Resultados.....	61
C.4. Determinación Nitrógeno total.....	61
C.4.1. Expresión de los resultados.....	61
C.4.2. Interpretación de Resultados.....	62
C.5. Determinación de Materia Orgánica.....	62
C.5.1. Expresión de los resultados.....	62
C.5.2. Interpretación de los resultados.....	63
C.6. Determinación fósforo asimilable.....	63
C.6.1. Expresión de los resultados.....	63
C.6.2. Interpretación de Resultados.....	64
C.7. Resultados de Análisis de Suelo.....	65
C.8. Resultados de Análisis del Humus.....	66

D. Diseño de Planta de Compostaje Semi-Industrial para el manejo de los desechos orgánicos del Mercado “Soto Rosa” de Merida.....	66
D.1. Materia prima.....	71
D.1.1. Cálculo de volumen de desechos acumulado.....	72
D.1.2. Formulas.....	72
D.1.3. Resultados.....	72
1.2. Finanzas Requeridas.....	73
1.3. Plano de la Planta	74
1.4. Venta y Presentación Del Producto.....	74
D.5. Publicidad.....	75
CONCLUSIONES.....	76
RECOMENDACIONES.....	77
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	78
GRAFICAS	
Gráfica 1. Semana 1.....	54
Gráfica 2. Semana 2.....	54
Gráfica 3. Semana 3.....	55
Gráfica 4. Semana 4.....	55
Gráfica 5. Semana 5.....	56
Gráfica 6. Longitud de raíces.....	58
TABLAS	
Tabla 1. Efectos más destacados de la materia orgánica en los suelos cultivados.....	9
Tabla 2. Temperatura y tiempo de exposición necesario para la destrucción de los parásitos y patógenos más comunes.....	11
Tabla 3. Condiciones ideales para el desarrollo del compostaje.....	18
Tabla 4. Compostares caseros más utilizados y materiales requeridos para su construcción.....	19
Tabla 5 .Datos del compostador elaborado.....	51
Tabla 6. Datos de diámetro y altura de las plantas.....	53
Tabla 7. Datos de longitud de raíces y cantidad.....	56
Tabla 8. Corrección de las temperaturas.....	58
Tabla 9. Interpretación de los rangos de pH.....	59

Tabla 10. Interpretación de las bases cambiables.....	60
Tabla 11. Interpretación Intercambio Catiónico.....	60
Tabla 12. Interpretación de porcentaje de saturación de bases.....	61
Tabla 14. Contenido de carbono y materia orgánica en la muestra.....	61
Tabla 15 .Interpretación de fósforo, extraído por el Método Olsen.....	63
Tabla 16. Interpretación de fósforo, extraído por el Método Bray	67
Tabla 17. Semanalmente se obtiene una acumulación de residuos.....	71

FIGURAS

Figura 1. Representación general del proceso de compostación.....	6
Figura 2. Disminución de peso y volumen de los residuos orgánicos durante el compostaje.....	6
Figura 3. Proceso de compostaje.....	12
Figura 4. Etapas de la digestión anaeróbica.....	18
Figura 5. Esquema de un sistema de pilas estáticas con aireación inducida.....	21
Figura 6. Reactor de lecho empaquetado.....	22
Figura 7. Reactor de flujo vertical, lecho empaquetado, pero con periódica transferencia de sólidos.....	22
Figura 8. Tambor giratorio.....	23
Figura 9. Reactor circular con agitación continua.....	24
Figura 10. Reactor tipo túnel.....	25
Figura 11. Reactor sin agitación, provisto de suelo móvil	25
Figura 12. Lombriz roja californiana.....	30
Figura 13. Caraotas.....	33
Figura 14. Medición de Humedad.....	37
Figura 15. Diseño de plantación.....	38
Figura 16. Puntos en el muestreo aleatorio.....	40
Figura 17. Extracción de la muestra.....	40
Figura 18. Muestra lista para enviar al laboratorio.....	40
Figura 19. Diagrama del proceso de compostaje.....	52
Figura 20. Triangulo textual de Bouyoucos.....	59
Figura 21. Diagrama Secuencial del proceso de compostaje.....	68

