

**EVALUACIÓN DE DOS TIPOS DE COMPOST ELABORADOS A PARTIR DE MATERIA  
ORGANICA VEGETAL Y ANIMAL PARA MEJORAMIENTO DE SUELOS AGRICOLAS,  
EN SANTO TOMAS (DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO)**

**JUAN JOSE CASTILLO RODRIGUEZ  
ALVARO FRANCISCO VENDRIES VARGAS**

**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA  
FACULTAD DE CIENCIAS BASICAS  
INSTITUTO DE POSGRADOS  
ESPECIALIZACIÓN EN CIENCIAS AMBIENTALES  
SANTA MARTA D.T. C.H.**

**2000**

**EVALUACIÓN DE DOS TIPOS DE COMPOST ELABORADOS A PARTIR DE MATERIA  
ORGANICA VEGETAL Y ANIMAL PARA MEJORAMIENTO DE SUELOS AGRICOLAS,  
EN SANTO TOMAS (DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO)**

**JUAN JOSE CASTILLO RODRIGUEZ  
ALVARO FRANCISCO VENDRIES VARGAS**

**Trabajo de grado para optar al título de  
Especialistas en Ciencias Ambientales**

**Director  
ARMANDO LACERA RUA  
Químico, UN  
Magíster Ciencias y Tecnologías de Alimentos**

**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA  
FACULTAD DE CIENCIAS BASICAS  
INSTITUTO DE POSGRADOS  
ESPECIALIZACIÓN EN CIENCIAS AMBIENTALES  
SANTA MARTA D.T. C.H.  
2000**

PCA  
00015  
Ej. 3

**Nota de aceptación**

---

Presidente del Jurado

---

Jurado

---

Jurado

Santa Marta, D.T. C.H. Diciembre 13 del 2000

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores expresan sus agradecimientos:

Al Doctor Luis Carlos Gutiérrez, decano de la facultad de ciencias Básicas de la Universidad del Magdalena, por su entereza en el desarrollo de la especialización, su mirada visionaria del hacer ambiental en el Caribe Colombiano y por sus gestos fraternos y amistosos durante todo el desarrollo de la actividad académica.

Al Doctor José Luis Duran de la Universidad Agraria de la Habana, por sus enseñanzas, conocimientos y calidez humana durante su permanencia en la Universidad,

Al Doctor Armando Lacera Rúa, por sus aportes en el desarrollo de la presente investigación, pero por sobre todo por sus enseñanzas de la pedagogía de la alegría y la positividad.

A Sandrita; la secretaria de postgrados, por su solidaridad, calidez y diligencia en todo el desarrollo de la especialización.

Gracias, gracias a todos nuestros compañeros, docentes, personal de la universidad y personas que nos permitieron compartir todos esos momentos agradables y llenos de nuevos aprendizajes y saberes. Gracias, gracias.

## **TABLA DE CONTENIDO**

0. INTRODUCCIÓN	1
0.1. DEFINICION DEL PROBLEMA	5
0.1.1 Ubicación y Localización:	5
0.1.2 Características de los suelos de la zona de estudio:	7
0.1.3 Descripción de la problemática.	9
0.1.4 Formulación del problema.	11
0.2. OBJETIVOS	12
0.2.1. Objetivo General	12
0.2.2. Objetivos específicos	12
0.3. JUSTIFICACION	14
0.4. MARCO REFERENCIAL	18
0.4.1. Marco Teórico	18
0.4.2. Marco Legal	20
0.4.3. Marco Histórico	23
0.5. DISEÑO METODOLOGICO	26
0.5.1. VARIABLES E INDICADORES	26
0.5.2. POBLACIÓN	27
0.5.3. INSTRUMENTOS	28
0.5.3.1. Tipo de Estudio	28
0.5.3.1. Fases de la investigación	29
0.5.3.2. Métodos	29
0.5.4. TÉCNICAS	30
0.5.4.1. Técnica Documental	30
0.6. MATERIALES	30
0.7. METODOS	31
0.8. PROCEDIMIENTO	32
0.9. INSTRUMENTOS DE TRABAJO	32
GLOSARIO	33
CAPITULO 1	46

1 CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS, SOCIALES Y DE SUELOS EN LA ZONA DE ESTUDIO.	46
1.1 LA ZONA DE ESTUDIO	46
1.1.1 LOCALIZACION	46
1.2. CARACTERÍSTICAS SOCIALES Y ECONOMICAS.	47
1.2.1. Economía	48
1.2.2. Producción Agrícola	49
1.2.3. Producción pecuaria	49
1.3. RELIEVE Y TOPOGRAFIA	49
1.4. HIDROCLIMATOLOGIA Y SEDIMENTOS.	50
1.4.1. Climatología.	50
1.4.2. Precipitación	51
1.4.3. Caudales	51
1.4.4. Recurso agua	52
1.4.5. Geología	52
1.5. CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS EN LA ZONA DE ESTUDIO	53
1.5.1. El perfil de los suelos	53
1.5.2. Suelos y erosión	53
1.5.3. Erosión	54
1.5.4. Sistemas y practicas de riego.	55
1.6. Resultados y discusión	55
1.6. INTERPRETACIÓN DEL ANALISIS FISICO QUIMICO DE LAS DOS MUESTRAS DE SUELO	55
1.7. Conclusiones	60
CAPITULO 2	61
2. ELABORACIÓN DE COMPOST A PARTIR DE MATERIALES ORGÁNICOS VEGETAL Y ANIMAL Y SUS CARACTERISDTICAS FÍSICAS Y FISICO-QUIMICAS.	61
2.1 Que es el Compost	61
2.2 FUNDAMENTOS BIOQUÍMICOS	62
2.2.1 Aspectos Microbiológicos	62

2.3 ASPECTOS FÍSICO- QUÍMICOS	64
2.3.1 Relación Carbono- Nitrógeno	64
2.3.2 Composición	65
2.4 SISTEMAS DE COMPOSTAJE	66
2.4.1 Descripción de Diversos Sistemas de Compostaje.	66
2.4.1.1. Proceso Bangalore (INDORE)	67
2.4.1.2 Proceso Bioestabilizador DANO	67
2.4.1.3 Proceso Earp – Thomas	67
2.4.1.4 Proceso Triga	68
2.4.1.5 Proceso Metro	68
2.4.1.6 Proceso Prat	69
2.4.1.7 Proceso Beccari	70
2.4.1.8 Proceso Fairfield - Hardy	70
2.4.1.9 Proceso V.A.M.	70
2.5 CLASIFICACION POR PRESENCIA O AUSENCIA DE AIRE	72
2.5.1 SISTEMAS AL AIRE LIBRE	72
2.5.1.1 Apilamiento estático	72
2.5.1.2 Apilamiento con volteo	73
2.5.1.3 Apilamiento con volteo y aireación forzada	73
2.5.2 SISTEMAS CERRADOS	73
2.5.2.1 Reactor vertical	73
2.5.2.2 Torres multibacto:	74
2.5.2.3 Reactor horizontal	74
2.6 EL PROCESO DEL COMPOSTAJE	75
2.6.1. Descomposición en pilas	75
2.6.2. Volteado de las pilas y control de las condiciones ambientales del proceso:	75
2.6.3 Recogida de los lixiviados y de las aguas pluviales	76
2.6.4 Cribado del compost maduro	76
2.7 ETAPAS DEL COMPOSTAJE	76
2.7.1 Fase latente	76

2.7.2 Fase de calentamiento	77
2.7.3 Fase de la temperatura máxima	78
2.7.4 Fase de enfriamiento	78
2.7.5 Fase de maduración	79
2.7.6 Fase de estabilización	80
2.8 APLICACIONES Y BENEFICIOS DE LA PRODUCCIÓN DE COMPOST	81
2.9 SUSTANCIAS APROPIADAS PARA REALIZAR COMPOST	83
2.9.1. Rápida descomposición	83
2.9.2. Descomposición más lenta	84
2.9.3. Descomposición muy lenta	84
2.9.4. Otros materiales	84
2.9.5. Mejor Evitar	85
2.9.6. No utilizar	85
2.10. PARAMETROS QUE INFLUYEN EN EL COMPOSTAJE DE RESIDUOS	85
2.10.1 Tamaño de las partículas	86
2.10.2. Temperatura	86
2.10.3. Humedad	87
2.10.4. Aireación	88
2.10.5. Variables químicas y biológicas	90
2.10.6. EL pH	91
2.10.7. Relación Carbono Nitrógeno	92
2.10.8. Disposición de los residuos a fermentar	93
2.10.9. Naturaleza química del sustrato	93
2.10.10. Tiempo de compostación	94
2.11. EVALUACIÓN DE LA MADUREZ	94
2.11.1. Métodos de observación	94
2.11.2. Método basado en evoluciones de biomasa	95
2.11.3. Métodos de análisis químicos	95
2.12 METODOS BIOLÓGICOS	96
2.12.1. Microorganismos patógenos	96
2.12.2 Microorganismos implicados en el compostaje:	97

2.13. EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LOS COMPOST EN LA ZONA DE ESTUDIO.	98
2.13.1. El proceso Biológico	100
2.13.2. El proceso del Compostaje	100
2.13.3. El proceso de maduración	100
2.14. Discusión	101
CAPITULO 3	106
3. ENSAYO SOBRE PRODUCCIÓN DE TOMATE ( <i>LICOPERSICUM SCULEMTUM</i> ) CON APLICACION DE DOS TIPOS DE COMPOST EN LA EN LA ZONA DE ESTUDIO.	106
3.1. MATERIALES Y METODOS	106
3.2. VARIEDAD DE TOMATE	107
3.3. SEMILLERO	107
3.4. Preparación del Terreno	108
3.5. Fertilización	108
3.6. Labores Culturales	109
3.7.INTERPRETACIÓN DE LOS ANÁLISIS DE SUELOS DE LAS FINCAS LAS MERCEDES Y EL PELU EN EL MUNICIPIO DE SANTO TOMAS DEPARTAMENTO DEL ATLANTICO	110
3.7.1.1. TEXTURA	112
3.7.1.2. Ph	112
3.7.1.3. Conductividad Eléctrica.	112
3.7.1.4. Carbono Orgánico.	112
3.7.1.5. Materia Orgánica.	113
3.7.1.6. Nitrógeno Orgánico	113
3.7.1.7. Fósforo	114
3.7.1.8. Bases Intercambiables	114
3.8. ELEMENTOS MENORES	116
3.9. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS SOBRE LA PRODUCCIÓN DE TOMATE.	117
3.9.1. Diseño Experimental	117

<b>3.9.2. Análisis de Varianza.</b>	<b>121</b>
<b>3.9.3. Resultados de Interpretación Estadística.</b>	<b>122</b>
<b>CAPITULO 4</b>	<b>124</b>
<b>4.1. CONCLUSIONES</b>	<b>124</b>
<b>4.2. RECOMENDACIONES</b>	<b>126</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>133</b>

## LISTA DE TABLAS

TABLA 1 COMPOSICION DE LA TENENCIA DE LA TIERRA EN LA VEREDA DE LAS MERCEDES, MUNICIPIO DE SANTO TOMAS.	6
TABLA 2 PRODUCCION Y PRODUCTIVIDAD EL TOMATE, EN EL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO 1999.	10
TABLA 3 PREDIO, TAMAÑO Y PROMEDIO HECTÁREAS EN LA VEREDA DE LAS MERCEDES	47
TABLA 4 RESULTADOS DE ANÁLISIS FISICO Y FISICO QUÍMICOS EN DOS MUESTRAS DE SUELOS DE LA SERIE MALAMBO.	63
TABLA 5 COMPARACION DE PROCESOS DE INACTIVACION DE ALGUNOS MICROORGANISMOS EN EL PROCESO DE COMPOSTAJE.	98
TABLA 6 ANALISIS FISICO, FISICO-QUIMICO DE DOS MUESTRAS DE COMPOST.	101
TABLA 7 ANALISIS COMPARATIVO DE DOS MUESTRAS DE SUELO, ANTES Y DESPUÉS DE APLICARLE COMPOST.	110
TABLA 8 SIGNIFICANCIA DE LA SALINIDAD SEGÚN LOS NIVELES DE CONDUCTIVIDAD ELECTRICA, (millimohos/cm).	112
TABLA 9 ESTIMATIVO PORCENTUAL DE MATERIA ORGANICA EN SUELOS CON BASE EN EL CLIMA CORRESPONDIENTE.	113
TABLA 10 ESTIMATIVO CONCEPTUAL DE LAS BASES EN EL SUELO.	115
TABLA 11 NIVELES CRITICOS GENERALES PARA ELEMENTOS MENORES DE ACUERDO EL CRITERIO DEL ICA.	117
TABLA 12 INFORMACION CORRESPONDIENTE AL NUMERO DE PLANTAS, TRATAMIENTOS Y RENDIMIENTOS QUE SE UTILIZARON EL DISEÑO EXPERIMENTAL	119
TABLA 13 INFORMACION ORDENADA EN TRES COLUMNAS PARA SISTEMATIZAR LA INFORMACIÓN Y APLICAR EL PROGRAMA.	120

TABLA 14 ANALISIS DE VARIANZA DEL COMPORTAMIENTO DE LOS TRATAMIENTOS  
Y BLOQUES DEL EXPERIMENTO DEL COMPOST EN TOMATE.

121

## LISTA DE FIGURAS

MAPA 1 DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO	4
MAPA 2 MUNICIPIO DE SANTO TOMAS	5
MAPA 3 SUELOS DE LA SERIE MALAMBO	8
FIGURA 1 EL COMPOST	61
FIGURA 2 LAS ETAPAS DEL COMPOST	81
FIGURA 3 COMPOSTERAS CASERAS	83
FIGURA 4 ELABORACION DE COMPOST MIXTO	88
FIGURA 5 ELABORACION DE COMPOST DE HOJARASCA Y MANTILLO DE BOSQUE	89 107
FIGURA 6 VARIEDAD DE TOMATE CHONTO RIOGRANDE	
FIGURA 7 CULTIVO DE TOMATE ABONADO CON COMPOST MIXTO	109
FIGURA 8 CULTIVO DE TOMATE ABONADO CON COMPOST DE HOJARASCA	109
FIGURA 9 CULTIVO DE TOMATE SIN ABONO (TESTIGO)	109
FIGURA 10 COSECHA DE TOMATE	120

## **0 INTRODUCCIÓN**

La degradación de suelos es como una crisis silenciosa que viene avanzando con tanta rapidez en América Latina (AL) que pocos países tienen la esperanza de alcanzar una agricultura sostenible en el futuro próximo. Es un problema que, a pesar de estar amenazando la subsistencia de millones de personas en la región, tiende a ser ignorado por los gobiernos y la población en general.

Aunque existe una creciente preocupación sobre el problema de la degradación de tierras en AL por parte de varias organizaciones internacionales de investigación, agencias de planificación agrícola y desarrollo (Conservation Foundation, FAO, 1954a, b, c; CEPAL, 1989; UNEP, 1990; FAO, 1991; Oldeman et al., ISRIC/UNEP, 1991) la solución del problema depende, sin embargo, de los gobiernos específicos.

Los Gobiernos nacionales, regionales y locales tienen la responsabilidad urgente de crear una mayor conciencia en la población acerca del deterioro de los recursos de tierras y de su efecto negativo sobre la producción agrícola y la economía de sus países.

Las causas de la degradación de suelos tienen su origen en factores socioeconómicos, en la sobre-explotación de la capacidad de uso de las tierras y en prácticas de manejo de suelo y agua inadecuadas.

El suelo es el sostén de la producción agropecuaria, actividad generadora principalmente de alimentos, fibras de uso textil y maderas de usos múltiples. Todos estos productos son imprescindibles para la vida humana y para el caso particular de Colombia, y en especial para el Caribe Colombiano, la actividad agropecuaria es una de las principales fuentes de ingresos y seguridad alimentaria. Esta actividad ha sido una de las principales fuentes de divisas para financiar el desarrollo del país. Nadie ignora en el país la importancia que ha tenido y tiene el sector agropecuario en su economía y seguridad social; sin embargo, el sostén de la actividad, que es el suelo, no recibe suficientes cuidados.

La ocupación y el uso de la tierra por el hombre siempre originan cambios, generalmente negativos, para la cubierta vegetal y el suelo, al alterar las condiciones en que se desenvuelven los procesos naturales. Estos por lo general se desequilibran y generan fenómenos que perturban aun más el ambiente.

Uno de los procesos que de alguna manera provocan en forma real o potencial una disminución de la capacidad productiva del suelo se denomina proceso de desertificación, asociado con la destrucción de la materia orgánica (FAO-UNESCO, 1975).

El fundamento para garantizar la producción agropecuaria sostenible, radica en el mantenimiento permanente de la cantidad y calidad del suelo. La cantidad y calidad del suelo están en función de la cantidad y calidad de la materia orgánica, la cual puede deteriorarse en pocos años, como resultado del manejo de los agroecosistemas y de las prácticas agrícolas que reducen el ingreso de formas de carbono o aceleran la mineralización del humus. La agricultura convencional llamada de "Revolución Verde", con sus prácticas de monocultivo y uso de productos sintéticos, ha contribuido aceleradamente con la destrucción de los suelos.

La materia orgánica del suelo está constituida en gran parte por restos de plantas, animales y microorganismos (visibles solo en microscopio) en distintas etapas de su descomposición.

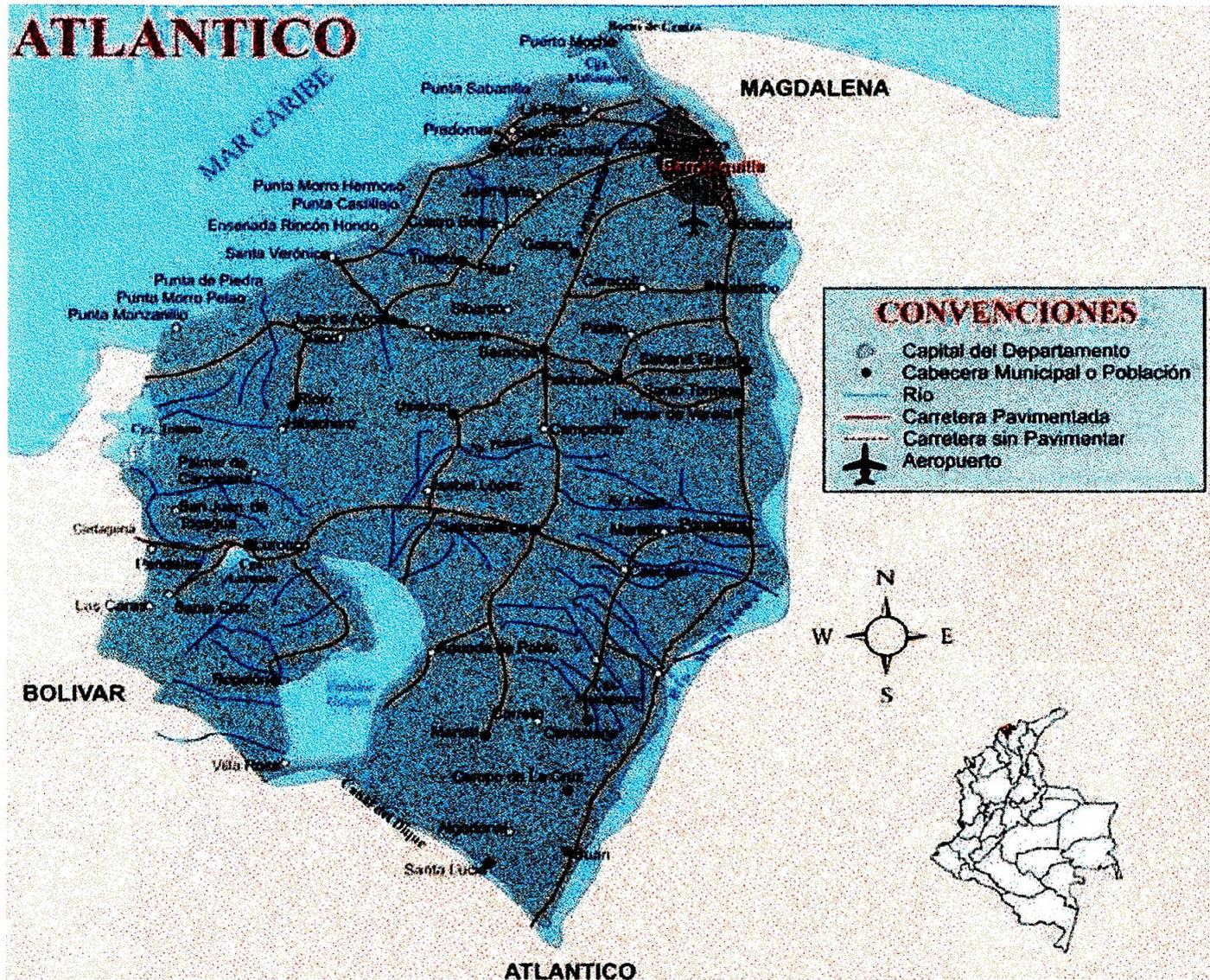
Algunos de esos microorganismos, en especial bacterias y hongos, descomponen la porción orgánica y la transforman en un material negro llamado humus, de gran valor nutritivo para las plantas y que favorece la penetración y asimilación del agua.

Estos microorganismos al ser expuestos a la radiación solar y a la aplicación de agroquímicos se van eliminando, cortando así el ciclo de la cadena de nutrientes.

Este trabajo tiene por finalidad evaluar la producción de dos tipos de compost a partir de materias orgánicas vegetales y animales, teniendo en cuenta que los residuos orgánicos vegetales y animales generados en los mercados, la agroindustria y las fincas que se pierden, volviéndose en muchos casos agentes contaminantes.

**Además se busca contribuir con el mejoramiento de la materia orgánica de los suelos de textura arenosa en el municipio de Santo Tomás, en la Región Oriental del Departamento del Atlántico (ver mapa 1).**

**MAPA 1 DEPARTAMENTO DEL ATLANTICO**



## **0.1 DEFINICION DEL PROBLEMA**

### **0.1.1 Ubicación y Localización:**

El área de estudio de la presente investigación se halla localizada en la zona de influencia del proyecto del Distrito de Riego del Uvito, en la vereda las mercedes, en la finca del mismo nombre del municipio de Santo Tomás, Departamento del Atlántico. Este municipio tiene una extensión de 67 Kilómetros y una altitud de 8 m.s.n.m. (ver mapa 2).

Esta vereda se halla ubicada en la Latitud 10°46'N Longitud 74°55'O, a una altura sobre el nivel del mar de aproximadamente 10 mts, distante a 8 Kms de Santo Tomás y 30 Kms de Barranquilla por la vía Oriental.

Su área es de 8.6 Kms<sup>2</sup> y su población proyectada para el 2000 es de 190 habitantes.

La zona tiene una densidad media de población rural (22 hab/km<sup>2</sup>) y existe poca retención de población rural que refleja las características de la estructura productiva del área. La población presenta una estructura con amplia base de población adulta y la población mayor de 55 años es del 27.3%. Estas características y cifras

**Mapa 2 MUNICIPIO DE SANTO TOMAS  
(DEPARTAMENTO DEL ATLANTICO)**



permiten inferir la escasa fuente de trabajo actual por lo que la gente joven ha emigrado hacia los centros como Barranquilla. En la zona predomina la ganadería extensiva y algo de agricultura comercial no tecnificada, practicada la primera por terratenientes con predios mayores de 45 has y la segunda por campesinos con predios inferiores a 5 has, con una distribución por superficie y números de predios como se presentan en la tabla No 1.

**TABLA 1 DISTRIBUCION DE LA TENENCIA DE LA TIERRA EN EL VEREDA DE LAS MERCEDES MUNICIPIO DE SANTO TOMAS (ATLÁNTICO)**

TAMAÑO (Has)	PREDIOS		TAMAÑO PROMEDIO	AREA NETA
	Numero	Ha.	Ha.	Ha.
T<1	7.5	2.7	0.36	16.0
1-5	18	55.98	3.11	236.0
5-15	22.35	192.21	8.60	1242.5
15-45	8.5	274.97	32.35	1514.0
45-75	2.55	340	133.50	1481.5

**FUENTE : CATASTRO MUNICIPAL, SANTO TOMAS, 1999.**

La oferta de mano de obra se orienta hacia los dos sectores dentro de la zona de estudio.

La ganadería es el renglón que absorbe mano de obra, ya que la agricultura que existe es campesina.

La necesidad de nuevas fuentes de empleo es la preocupación principal como también el incremento del poder adquisitivo de las personas localizadas en la zona.

Esta preocupación hace que existan grandes expectativas frente al mejoramiento de la productividad de los suelos.

Es notoria la desigualdad en el monto de los ingresos medios recibidos por los distintos tipos de unidades agrícolas familiares (UAF), en relación con el tamaño de los predios.

Sus ingresos brutos anuales varían en \$1'200.000 para unidades agrícolas familiares a 5 has hasta \$3'360.000 en unidades de mas de 30 has. La actividad pecuaria genera la mayor proporción de ingreso familiar, sin embargo, su nivel insuficiente especialmente en predios inferiores a 10 has, ha llevado a los campesinos a mecanismos de ingreso tales como la venta de mano de obra.

La superficie del suelo de la vereda dedicada a la agricultura equivale al 18%, el 80% a bosques y rastrojos y el 22% restante a la ganadería extensiva.

Los suelos de la zona presentan bajos niveles de utilización por sus bajos niveles de productividad.

#### **0.1.2 Características de los suelos de la zona de estudio:**

Los suelos de la zona de estudio corresponden a la Asociación MALAMBO en el Departamento del Atlántico. Los suelos ubicados en esta unidad cartográfica ocupan una extensión de 2050 hectáreas y se encuentran en los alrededores del municipio

de Campo de la Cruz e inmediaciones de Santo Tomás y Palmar de Varela. Se caracterizan por tener altos contenidos de sales y sodio, cuyo origen se debe posiblemente a la desecación por evaporación de antiguas ciénagas salobres. Presentan paisajes con características semidesérticas donde se aprecian amplias calveras y vegetación muy rala, consistente principalmente de cactus y trupillo (prosapis y trupillo).

La asociación tiene suelos evolucionados y está compuesta por los conjuntos Santo Tomás (Typic Halaquepts) en un 50%, Campo de la Cruz (Typic Calcicorthis), en un 35% e inclusiones de otros suelos clasificados como Fuventic Ustropepts en un 15%<sup>1</sup> (ver mapa 3).

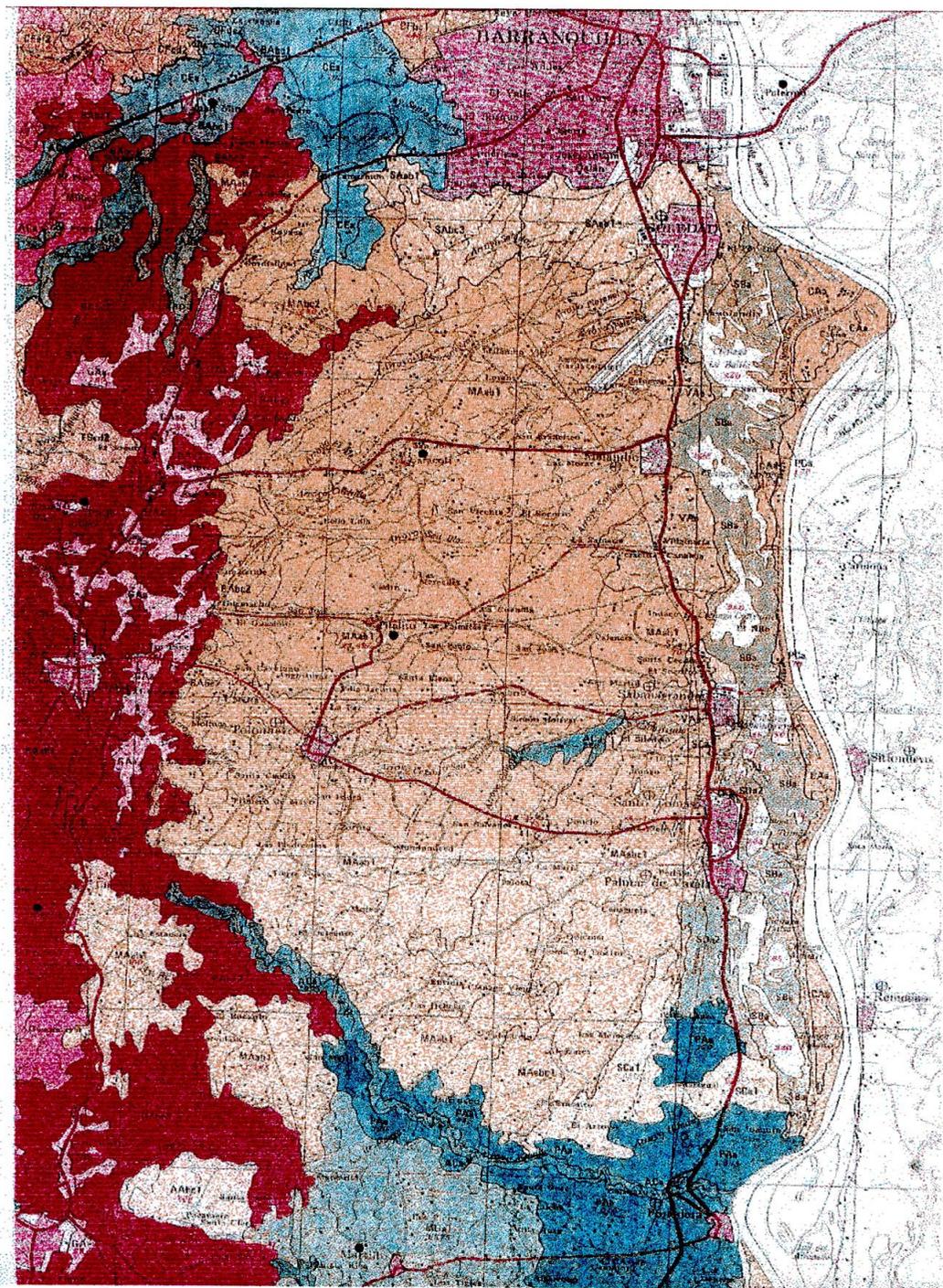
Los suelos de la zona de estudio conjunto Santo Tomás son salinos-sódicos, con saturación de bases muy alta y dominancia del catión magnesio sobre el calcio; los pH varían desde casi neutros a alcalinos y los contenidos de fósforo varían de medios a bajos; el drenaje es pobre y las texturas son desde finas a moderadamente finas. En la superficie de esos suelos se aprecian algunas costras negras formadas por la dispersión de materia orgánicas por sodio.

Los suelos de la zona de estudio pertenecen a la planicie eólica, son suelos que han evolucionado a partir de materiales gruesos transportados por el viento y que han dado origen a las dunas.

---

<sup>1</sup> Los suelos en el atlántico. IGAC Caracterización de los suelos de la región caribe Bogotá 1982.

### MAPA 3 SUELOS DE LA SERIE MALAMBO



El uso de los suelos esta limitado a una ganadería extensiva con las explotaciones de pasto mejorados y naturales, aunque en sectores se practica alguna agricultura de pancoger, consistente principalmente en cultivos de tomate, yuca, maíz, patilla, fríjol, frutales, etc.

### **0.1.3 Descripción de la problemática.**

La producción agrícola de la zona la realizan, esencialmente, pequeños productores campesinos, en predios con una UAF no mayor de 10 hectáreas.

Los principales productos son tomate, yuca, plátano, arroz, hortalizas, frutales, leguminosas y especies menores (cerdos y aves de corral). Las técnicas de producción actual se basan en el monocultivo.

La ganadería extensiva es la otra actividad productiva existente en la zona, manejado por medianos productores con extensiones mayores a 30 ha.

Las practicas convencionales son la quema, limpia y siembra, se utiliza los pesticidas para controlar enfermedades y ataque de insectos

En la zona agrícola, sé viene llevando a cabo la rehabilitación del distrito de "El Uvito".

El uso de riego asociado a las prácticas agrícolas del monocultivo ganadería extensiva ha provocado un acelerado proceso de deterioro de los suelos, que según las

características antes anotadas, son de origen salino – lacustre; esto a su vez ha determinado una crisis de productividad y rentabilidad que incide negativamente en la calidad de vida de las familias campesinas.

El tomate es uno de los productos que más siembran en la zona y con muy bajos resultados económicos, como se presenta en la tabla 2.

**TABLA 2 PRODUCCION Y PRODUCTIVIDAD DEL TOMATE,  
DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO 1999**

DEPARTAMENTO : ATLANTICO				
CULTIVO TOMATE SEGUNDO SEMESTRE DE 1999 (SEMESTRE B/99) - AREA, PRODUCCION Y RENDIMIENTO.				
VARIEDAD: CHONTO RIO GRANDE				
MUNICIPIO	AREA (Ha.)		PRODUCCION	RENDIMIENTO
	SEMBRADA	COSECHADA	A OBTENER	AREA COSECHADA
			(Ton.)	(Kg./Ha.)
<b>CAMPO DE LA CRUZ</b>	3	3	30	10000,00
<b>CANDELARIA</b>	4	4	50	12500,00
<b>PONEDERA</b>	2	2	23	11500,00
<b>SANTO TOMAS</b>	10	10	70	7000,00
<b>SABANAGRANDE</b>	12	12	180	15000,00
<b>TOTALES</b>	31,00	31,00	353,00	11387,10

**FUENTE: UMATA'S-SECRETARIA DE AGRICULTURA-URPA GOBERNACIÓN DEL ATLÁNTICO, 1999**

El futuro inmediato del paisaje rural de Santo Tomás y la seguridad alimentaría de la población que lo habita están ligados a lo que ocurra con el proceso de degradación de los suelos, recurso fundamental para la sobre vivencia campesina.

Los pequeños y medianos productores de esta localidad, a partir de lo que ocurre con la producción y de su situación económica, han empezado a tener conciencia de la

situación. No obstante, cuentan con poca información y formación sobre alternativas de manejo de suelos, especialmente en el proceso de la elaboración del compost, técnicas estas ya probadas, que les permitan realizar labores adecuadas de recuperación y/o mejoramiento de los suelos.

#### **0.1.4 Formulación del problema.**

¿Cuál es la situación actual de los suelos agrícolas en la vereda de las Mercedes del Municipio de Santo Tomás, en correspondencia a sus características físicas y químicas, qué tipo de compost debería ser utilizado como práctica adecuada para manejo, recuperación y/ o mejoramiento de estos?

## **0.2. OBJETIVOS**

### **0.2.1 Objetivo General**

Estudiar los procedimientos y técnicas del proceso de producción de dos tipos de compost elaborados a partir de materia orgánica vegetal y animal, para establecer sus características Físico-Químicas y evaluar las ventajas de su aplicación en el mejoramiento de suelos en fincas de pequeños productores agropecuarios en el Municipios de Santo Tomás, Departamento del Atlántico.

### **0.2.2 Objetivos específicos**

Establecer las características geográficas y sociales de la zona de estudio, como las características de sus suelos.

Determinar los materiales, procesos y procedimientos para la elaboración de compost y establecer las características Físico-Químicas de dos de ellos a partir del uso de material orgánico vegetal y otro a partir de materia orgánica animal.

Realizar ensayos con aplicaciones de los dos tipos de compost en la producción de Tomate, en la zona de estudio.

Formular recomendaciones técnicas de producción y uso de los compost para los productores agropecuarios de la zona de estudio.

### **0.3 JUSTIFICACION**

Los residuos agropecuarios generados en las unidades de producción o fincas en la zona de estudio, van a parar a los cuerpos de agua o a las quemas que realizan los productores agropecuarios finalizado el proceso productivo del cultivo.

Con este tipo de practica se corta el proceso de reciclaje de nutrientes, eliminando las posibilidades al suelo de recuperar carbono para su proceso de renovación de la materia orgánica.

La zona de estudio produce gran cantidad de residuos, tales como: estiércoles de bovinos, gallinaza, porcinaza, pulpa de frutos, cáscaras, vástago de musáceas, vainas de leguminosas, desechos de frutas y hortalizas, fibra de coco, residuos de maíz y sorgo y otros cultivos. En los cuerpos de agua se originan buchones de agua, algas filamentosas, carbonilla, tierra de capote, etc.

Para mantener la actividad biológica de los suelos y, con eso, mantener la producción agrícola en los suelos en la zona de estudio, es esencial reponer las reservas de carbono.

De esa manera, la estrategia es aprovechar todas las posibilidades de obtener y reciclar residuos orgánicos. Eso incluye el uso de pajas y restos de labranzas. Más allá de diversificar las ganancias de la propiedad, se lograría alcanzar el estado de economía cíclica, con el aprovechamiento de desechos reciclados de la ganadería como insumos de la actividad agrícola.

Las practicas de compostaje contribuyen a garantizar la actividad biológica propia en los suelos, fundamental para la estabilidad de los agregados (terrones de tierra) y para la regulación de la dinámica de las aguas en el suelo, factores importantes en la resistencia a la erosión. La vida del suelo es directamente responsable de la disponibilidad de nutrientes para las plantas y otros procesos.

La importancia de la materia orgánica en el suelo es un hecho indiscutible que ha sido comprobado a través de los años por varios investigadores en el mundo.

En la agricultura ecológica se ha comprobado que es posible obtener rendimientos económicos adecuados y estabilidad de producción a través del tiempo (Kolmans y Vásquez, 1995)<sup>2</sup>, contrario a lo que ocurre en la agricultura convencional en donde por el uso excesivo de fertilizantes se observan problemas de salinidad y toxicidad en el suelo.

---

<sup>2</sup> BASCONES, I. y J. LOPEZ R

La materia orgánica, mejora la labranza, fertilidad y productividad del suelo, a través del efecto favorable que ejerce sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Gross, 1986)<sup>3</sup>.

Por muchos años, el argumento de los agricultores convencionales y promotores del uso de fertilizantes químicos, ha sido el menor costo y cantidad de fertilizantes químicos, en comparación con los abonos orgánicos. Sin embargo, la incorporación de materia orgánica, aporta nutrientes y microorganismos mejorando las condiciones del suelo para las plantas.

El fundamento de toda la agricultura está en el suelo, un manejo adecuado del mismo incluye la aplicación práctica de los principios edafológicos con relación a su naturaleza y propiedades (Buckman & Brady, 1977)<sup>4</sup>.

La incorporación de diversas fuentes de materia orgánica en el suelo, produce varios efectos favorables (Guerrero, 1993; Miranda 1997)<sup>5</sup>, en las propiedades químicas, físicas y biológicas, entre las cuales se puede mencionar:

1. Aportar nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas tales como nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, boro, cobre, hierro, magnesio, etc, durante el proceso de su transformación.

---

<sup>3</sup> Idem

<sup>4</sup> Idem

<sup>5</sup> Idem

2. Activar biológicamente al suelo, al incorporar ácidos orgánicos y alcoholes, durante su descomposición que sirven de fuente de carbono a los microorganismos de vida libre y fijadores de nitrógeno; estos últimos producen sustancias de crecimiento, como triptofano y ácido-indol-acético.
  
3. Alimentar a los microorganismos activos de la descomposición, productores de antibióticos protectores de plantas de enfermedades, contribuyendo así a la sanidad vegetal.
  
4. Incorporar sustancias intermediarias, producidas en su descomposición que pueden ser absorbidas por las plantas, aumentando su crecimiento, y que inclusive trae más beneficios cuando la materia orgánica es humificada.
  
5. Incorporar sustancias segregantes que favorecen la estructura del suelo; de esta manera se mejora el movimiento del agua y del aire, disminuyendo la compactación, favoreciendo el desarrollo de las raíces de las plantas y la labranza del suelo.
  
6. Aumentar el poder tampón, es decir la resistencia contra la modificación brusca del pH.
  
7. Proporcionar sustancias, como fenoles, que contribuyen a la respiración de la planta, a una mayor absorción de fósforo y también a la sanidad vegetal.

Con esta propuesta se busca contribuir al mejoramiento de los suelos agrícolas en Santo Tomás y así mejorar las condiciones productivas de los campesinos de la zona de estudio.

## **0.4 MARCO REFERENCIAL**

### **0.4.1 Marco Teórico:**

Según Costa et al (1991) el compostaje es un proceso bioxidativo en el que intervienen numerosos y variados microorganismos que requieren humedad adecuada y sustratos orgánicos heterogéneos en estado sólido. Implica el paso por una etapa termofilica y una producción natural de fitotoxinas, dando al final como productos de los procesos de degradación, dióxido de carbono, agua y minerales, así como materia orgánica estabilizada, libre de fitotoxinas y dispuestas para su empleo en agricultura sin que provoque fenómenos adversos. Esta definición dada por Costa et al, es casi la misma sugerida por Zucconi y De Bertoldi (1986), con lo cual se supera una muy sencilla que establecía el compostaje como "la descomposición biológica aeróbica de residuos orgánicos en condiciones controladas" (Saña y Soliva, 1987).

La materia orgánica del suelo consiste en la fracción no-viva de componentes orgánicos presentes en el suelo. Esta materia orgánica procede de la transformación de los restos orgánicos que tiene lugar mediante reacciones químicas o bien por la acción de microorganismos, cuyo producto final es el humus, que es la fracción de la materia orgánica que ya no puede descomponerse más. Lo que se conoce como

humus, compuestos o sustancias húmicas constituyen el producto final de la descomposición de la materia orgánica, junto con los elementos mineralizados.

Los componentes predominantes del humus son los ácidos fúlvicos, húmicos y las huminas. Muchas veces estos compuestos reciben el nombre genérico de "Ácidos Húmicos".

Uno de los beneficios importantes del uso de estiércol en agricultura es que este se convierte en sustancias húmicas a través de las transformaciones que tienen lugar en el suelo por la acción de los microorganismos. Dichas transformaciones pueden ocurrir previamente a su aplicación si el estiércol pasa por un proceso de compostaje. Existen diversos modos de aportar sustancias húmicas al suelo: aplicando estiércol, enterrando restos de cosecha, aportando restos vegetales o residuos de carácter orgánico como los lodos de depuración o subproductos de la industria agroalimentaria o aplicando compuestos húmicos directamente. Los compuestos húmicos proceden de depósitos naturales que se hallan en distintas zonas del mundo. La materia orgánica del suelo se encuentra en 3 estadios distintos:

Materia animal o vegetal viva, Materia animal o vegetal muerta y Materia vegetal o animal descompuesta (humus)

#### **0.4.2 Marco Legal:**

La Constitución de 1991 confiere el derecho a todas las personas de gozar de un ambiente sano y sitúa en el Estado la responsabilidad de intervenir en la explotación de los recursos naturales y racionalizar la economía con el fin de lograr el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes y la preservación de un ambiente sano. Así mismo, otorga al Estado la responsabilidad de prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.<sup>6</sup>

En este marco de la Constitución, se entiende que corresponde al Estado tomar la iniciativa para dirigir la actividad económica de tal manera que tenga en cuenta aspectos ambientales. Antes de la vigencia de la nueva constitución, desde 1974 el Código de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente, Decreto ley 2811 de 1974, señaló las bases de la "Política Ambiental de Colombia".

La ley 99 de 1993 establece los fundamentos de la política ambiental colombiana y reforma la organización institucional para ejecutar la política. En el artículo 1º de la ley 99 se subraya la importancia del papel que debe jugar el sector privado en este proceso, así como la participación regional y comunitaria. En particular se destaca primero, que el Estado debe fomentar la incorporación de costos ambientales y el uso de instrumentos económicos para la prevención, corrección y restauración del deterioro ambiental. Segundo, se establece que la acción para la protección y

---

<sup>6</sup> Constitución Nacional de 1991 artículos 79, 80 y 334.

recuperación ambientales del País es responsabilidad conjunta y coordinada entre el Estado, las comunidades, las ONGs y el sector privado. Tercero, se establece que el manejo ambiental del País de acuerdo a la Constitución Nacional debe ser descentralizado, democrático y participativo<sup>7</sup>.

**El decreto Ley 1279 de 1994 consagra que "es deber el Estado garantizar el desarrollo sostenible, la conservación, restauración y aprovechamiento de los recursos naturales, así como regular el control de calidad de bienes y servicios ofrecidos a la comunidad y proteger la diversidad o integridad del ambiente... Que el método de Agricultura ecológica tiene como objetivo garantizar la sostenibilidad y renovabilidad de la base natural de la producción agropecuaria y mejorar la calidad del ambiente mediante restricciones en la utilización de fertilizantes o pesticidas que puedan tener efectos nocivos para el medio ambiente o sus residuos adquieran presencia en los productos agrícolas".**

ARTICULO 17º. Mantenimiento del suelo. Tanto la fertilidad como la actividad biológica del suelo deberán ser mantenidos o incrementados en los casos apropiados mediante:

El cultivo de leguminosas, abonos verdes o plantas de enraizamiento profundo, con arreglo a un programa de rotación plurianual adecuado y/o la incorporación al

---

<sup>7</sup> Artículo 1º de la ley 99 de 1993

terreno de abonos orgánicos obtenidos de residuos procedentes de explotaciones cuya producción se someta a las normas del presente reglamento.

Parágrafo 1º. Los subproductos de la ganadería como el estiércol de granja, se podrán utilizar siempre y cuando procedan de explotaciones que se ajusten a prácticas internacionales reconocidas en materia de producción ecológica animal, y en tanto se adopte la reglamentación relativa a la producción animal ecológica.

Parágrafo 3º. Para la activación del compost pueden utilizarse preparaciones apropiadas a base de microorganismos o de vegetales.

ARTICULO 21. Abonos, fertilizantes y enmiendas para el suelo: Son insumos o productos para la producción agrícola ecológica, los siguientes:

Estiércol de granja, gallinaza, y porqueriza. Estiércol líquido u orina, Guanos, Paja, Compost utilizados para el cultivo de hongos, Productos animales transformados procedentes de mataderos y de la industria del pescado, Subproductos orgánicos de productos alimenticios y de la industria textil, Algas y productos derivados, Aserrín, cortezas vegetales y residuos de madera, Cenizas de madera.

### 0.4.3 Marco Histórico<sup>8</sup>

Las investigaciones acerca de la materia orgánica comienzan realmente en la segunda mitad del siglo XVIII, y ya en 1761 aparece un libro de Walerius como el primer manual de Química Agronómica.

Otros científicos de la época, iniciadores en esta investigación fueron: Lomonosov (1763), Achard (1786), Vauquelin (1797-98), Komov describe en su "Tratado sobre agricultura" (1789), el papel del humus en la nutrición de la planta y la creación de un régimen hidro-físico favorable a ésta en el ambiente suelo.

El principio de las investigaciones sistemáticas de la naturaleza química de las materias orgánicas se inicia en la primera mitad del siglo XIX.

Sprengel (1826, 1837), realiza las primeras descripciones detalladas y el análisis de ácido húmico. Así, al ácido húmico poco soluble en álcali lo llama "carbón húmico". Berzelius, (1839) descubrió los ácidos crénico y apocrénico.

Mulder (1861-62), sistematizó las materias húmicas según el color y su solubilidad en agua y soluciones alcalinas.

---

<sup>8</sup> ROMERA Pérez, María Del Pilar

A finales del siglo XIX se analiza la posibilidad de la asimilación directa por el vegetal de las sustancias húmicas y la participación de éstas en la nutrición de las plantas. Thaer (1809) aceptó esta idea y Grando (1872-73) también la compartió pero dentro de una interpretación distinta.

Los descubrimientos de Pasteur fueron muy importantes para el desarrollo de la microbiología. De este modo, ya en el último cuarto del siglo pasado, se estableció que la formación del humus representa un ciclo biológico que se debe a la actividad de los seres vivos, tanto microorganismos como representantes del mundo animal.

Los trabajos de Schloesing (1876, 1902), Kostichev (1886, 1889, 1890), Wollny (1886, 1897), Deherain (1884, 1888, 1896, 1902), esclarecen la influencia que sobre estos procesos bioquímicos ejercen los parámetros de temperatura, humedad, aireación, y otras.

En aquel periodo, Dokuchaev y Kostichev asientan las bases de la Edafología y de la Agronomía y sus trabajos hasta hoy día conservan su importancia para la investigación del proceso de humificación de los restos vegetales.

Es en el siglo XX cuando verdaderamente se ponen de manifiesto las divergencias de principios en los puntos de vista sobre la naturaleza del humus del suelo.

Algunos investigadores consideraban las materias húmicas como un grupo de compuestos naturales peculiares, cuya formación es debida a complejos procesos de

transformación de restos orgánicos. Otros las tomaban por productos artificiales que se originaban al tratar el suelo con soluciones alcalinas, las cuales se emplean para la extracción de dichas materias.

Por otro lado, el científico sueco S. Oden (1919, 1922) sistematizó las materias húmicas propiamente dichas en cuatro grupos: carbón húmico, ácido húmico, ácido himatomelánico y fulvoácidos; a estos últimos los consideraba análogos a los ácidos crénico y apocrénico de Berzelius. Pero esta sistematización se hizo empleando los síntomas antiguos (diferencias en el color y relación a los disolventes agua, alcohol y álcali), que evidentemente eran insuficientes.

Después de la Segunda Guerra Mundial aparece un gran número de obras sobre el estudio de las materias húmicas. La aplicación de nuevos métodos (químicos, análisis roetgenoestructural, microscopía electrónica, distintos tipos de cromatografía y espectroscopía) aumentan las posibilidades del estudio profundo de la naturaleza y estructura de estas materias.

En los últimos años se desarrolla intensamente el apartado referente a la participación de las sustancias orgánicas del suelo en los procesos fisiológicos y bioquímicos de la planta. Se ha establecido la posibilidad de ingreso de sustancias húmicas y de algunos compuestos orgánicos de naturaleza individual en la planta, donde se incorporan a los procesos de respiración y metabolismo, elevando el "tonus vital" del organismo vegetal.

## 0.5 DISEÑO METODOLOGICO

### 0.5.1 VARIABLES E INDICADORES

Para el estudio del proceso de producción del compost se consideraron las siguientes variables, indicadores e instrumentos para la información.

VARIABLES	INDICADORES	OPERACIÓN DEL INDICADOR	INSTRUMENTOS PARA LA INFORMACIÓN
Sustratos utilizados	Tipo de sustratos	Que tipo de sustratos han sido utilizado ya en la elaboración del compost	Revisión de literatura
Tiempo de elaboración	Numero de días	Cuantos días dura el proceso de producción de compost	Registros
Temperatura	Grados centígrados	Que temperaturas se registran en el compost de montón y cual es su comportamiento frente a los estándares	Registros
pH	Comportamiento del pH	Como se comporta el pH en las distintas fases de la producción	Registros
Técnicas	Técnicas e instrumentos utilizados	Que técnicas e instrumentos se utilizan para el manejo de la producción de montón.	Registros de datos y fotografías

Para el estudio de las características de los dos tipos de compost se consideraron las siguientes variables, indicadores e instrumentos para la información.

VARIABLES	INDICADORES	OPERACIÓN DEL INDICADOR	INSTRUMENTOS PARA LA INFORMACIÓN
Composición físico-química y química	Componentes, concentración y rangos/componentes	Cúales son los componentes químicos presentes en el compost, cuál es el porcentaje y rango por componente.	Informes de laboratorio.

Para el estudio de suelos en el antes, durante y post aplicación del compost se consideraron las siguientes variables, indicadores e instrumentos para la información.

VARIABLES	INDICADORES	OPERACIÓN DEL INDICADOR	INSTRUMENTO PARA LA INFORMACIÓN
Composición química	Componentes, concentración y rangos/componentes	Cúales son los componentes químicos presentes en el suelo, cuál es el porcentaje y rango por componente.  Cúal es la estructura y textura del suelo.	Informes de laboratorio.
Composición física.	Textura y estructura	Cúales son las características físicas de cada uno de los suelos	Informes de laboratorio.

## 0.5.2 POBLACIÓN

La presente investigación se realizó en el Municipio de Santo Tomás (Departamento del Atlántico) vereda Las Mercedes (**ver mapa 4**), ubicados entre los 10° 58' 55" de Latitud Norte y los 0° 40' 55" de Longitud Oeste respecto al meridiano de Greengwich, a una altura de 10 metros sobre el nivel del mar aproximadamente, con una temperatura promedio de 28° C, con una humedad relativa promedia entre el 65 y el

80% dependiendo de la época del año, con una precipitación promedio de 1000 mm anual.

### **0.5.3. INSTRUMENTOS**

#### **0.5.3.1. Tipo de Estudio:**

El estudio realizado es de carácter tecnológico y corresponde a un modelo cuasi – experimental de investigación participativa en dos fincas, en el que el diseño es elaborado por el equipo de investigación y conducido conjuntamente con los productores<sup>9</sup>

Al realizarse en fincas, con ensayos de aplicación a cielo abierto, la investigación respondió a un modelo cuasi – experimental dado no se pueden controlar variables ambientales como las climáticas.

“Él estímulo inicial para organizar experimentos en campos de productos fue ampliar el rango de validez de las conclusiones, más allá de los estrechos confines de un instituto de investigación. Esta es todavía una razón válida para realizar investigación en fincas de productores, pero ahora se reconoce que la participación del agricultor es importante y que programas exitosos deben incorporar las habilidades del agricultor para experimentar e innovar” .

---

<sup>9</sup> Ver: Universidad Nacional de Costa Rica, GUIA 4: LINEAMIENTOS PARA LA EXPERIMENTACIÓN EN FINCAS DE PRODUCTORES. Pag. 3. Documento de Internet, [www.infoagro.com](http://www.infoagro.com)

### **0.5.3.2 Fases de la investigación**

La investigación se desarrollo en las siguientes cuatro fases:

- Selección de fincas y de lotes e inducción o preparación de los productores para participar en la conducción de la investigación, con una duración de quince días.
  
- Establecimiento y estudio del proceso de producción y del producto de los dos tipos de compost, cuya duración se calcula en dos meses.
  
- Establecimiento de ensayos de aplicación del compost con estudio de muestras de suelo en el antes, durante y post, cuya duración se calcula en seis meses.
  
- Análisis de resultados, estructuración del informe final y elaboración de conclusiones y recomendaciones.

### **0.5.3.3 Métodos:**

Para la realización del proceso investigativo se utilizo el método Inductivo, dado que se utilizaron datos e información de tipo primario generados por la observación y sistematización en el área de estudio, se contrasto con fuentes secundarias, llevando a generalizaciones la información, la cual servio de base para diagnosticar las necesidades prioritarias y adherir el planeamiento de las posibles soluciones.

## **0.5.4 TÉCNICAS:**

### **0.5.4.1 Técnica Documental:**

Para el uso de esta técnica se remitió a revistas, libros, informes de las entidades municipales, al Instituto Agustín Codazzi, Planeación Departamental, CORPES, DANE, en general, todos los documentos que presten utilidad en el cumplimiento de esta investigación, pruebas de laboratorio, mediciones y evaluación de los ensayos.

## **0.6 MATERIALES**

- ✓ Residuos vegetales de hortalizas, frutas, vástago de musáceos y tusa de maíz.
- ✓ Residuos procedentes de hojarasca seca en mezcla con estiércol
- ✓ Molino de martillo
- ✓ Carretillas
- ✓ Palas
- ✓ Poli sombra
- ✓ Termómetros
- ✓ Equipo para análisis de suelo
- ✓ Bolsas plásticas
- ✓ Tanques para agua
- ✓ Regaderas
- ✓ Balanzas
- ✓ Semilla de tomate variedad Río Grande

- ✓ Tablillas de madera
- ✓ Regaderas
- ✓ Bomba de riego
- ✓ Mangueras
- ✓ Canastillas
- ✓ Peso

## **0.7 METODOS**

Se seleccionaron productores de dos fincas (empresas Asociativas) para participar en el proceso de la investigación; las cuales están ubicadas en el municipio de Santo Tomás Departamento del Atlántico.

Para el estudio del proceso de producción se seleccionaron dos tipos de compost teniendo en cuenta sus características, la factibilidad de su producción y utilización y la disponibilidad de los residuos orgánicos de la región:

- Un compost compuesto por subproductos de residuos y residuos de vegetales agrícolas.
- Un segundo compost de hojarasca y residuos de cosecha de la finca con mezcla de estiércoles de bovino por la facilidad y disponibilidad para el productor rural.

## **0.8 PROCEDIMIENTO**

Se tomaron previamente muestras de Suelo en las fincas (El Pelú y Las Mercedes) seleccionadas en la zona objeto de estudio realizándose análisis físico, físico-químicos de su suelo, se realizaron. Se aplicaron los dos tipos de compost en las dos parcelas previamente establecidas.

## **0.9 INSTRUMENTOS DE TRABAJO:**

En cuanto la recolección de datos, se hicieron encuestas, entrevistas personales y se visitó entidades municipales; por otro lado, se utilizó la observación directa para evaluar el desarrollo de los procesos del compost y la producción de tomate, llevando registros y mediciones semanales sobre los cambios operados en el proceso.

En cuanto al registro de datos y otras informaciones se hicieron uso de mapas, gráficas, histogramas, cronogramas, planos y organigramas.

## GLOSARIO

**ACTIVADOR.** Los activadores son materiales añadidas a la pila del compost, como estiércol, sangre seca, compost, y suelo rico en humus, que contienen nitrógeno o azúcares. Su propósito es incrementar la actividad microbiana. Generalmente el único activador necesario es el residuo orgánico. Un activador influencia la pila de dos maneras: 1. Introduce razas de microbios que son efectivos en la descomposición de la materia orgánica; y 2. Aumenta el contenido de nitrógeno de la pila. A menudo la falta de

**AERÓBICO.** Que ocurre en presencia de oxígeno. Para que un compost funcione con éxito, se debe suministrar suficiente oxígeno, que mantenga el sistema aeróbico, lo cual asegura que la descomposición sea rápida y sin producción de olores desagradables.

**AGREGADO.** Es una masa o cuerpo formado por unidades de partículas. Un buen suelo muestra buena agregación. A medida que los microorganismos y lombrices comen, se forman polisacáridos que actúan como pegamento que mantiene las partículas de suelo unidas, creando grupos o agregados de partículas. Así mismo, las partículas finas de arcilla tienen la tendencia de mantenerse juntas formando

agregados. Esta formación suelta le permite al suelo mantener tanto agua como aire y facilitan el crecimiento de las raíces.

**AGROQUÍMICO.** En el contexto del compost, la palabra agroquímico se utiliza para describir pesticidas y fertilizantes sintéticos. Sin embargo su uso daña y desmejora las condiciones generales del suelo y del ambiente.

**AIREACIÓN.** Airear el suelo es introducir aire dentro del suelo. Esto se puede lograr mediante muchos métodos, incluyendo el arado, rotación o volteado de las capas mediante un tenedor o trinche. Voltar la pila de compost de tal manera que se ponga en contacto con el aire y permita el metabolismo aeróbico de los microorganismos.

**ANAERÓBICO.** Que ocurre en ausencia de oxígeno. La descomposición anaeróbica es lenta y genera malos olores.

**ARCILLA.** Está constituida principalmente por minerales secundarios. Las partículas tienen un tamaño menor de 0,002 mm, muestran alta plasticidad y cohesión, y alta capacidad de absorber agua, gases y cationes.

**BACTERIA MESÓFILA.** Bacteria que descompone la materia orgánica a temperaturas que oscilan entre 30 y 40° C.

**BACTERIA TERMÓFILA.** Son las que degradan la materia orgánica bajo condiciones calientes entre 400 C y 770 C. Realizan la descomposición en un tiempo muy corto, debido a su actuación rápida sobre la pila de compost.

**BACTERIA.** Microorganismo que transforma la materia orgánica, en la primera etapa de la descomposición, generando calor. Se clasifica en: Psicrófila, Mesófila y Termófila.

**BIODEGRADABLE.** Material orgánico complejo capaz de ser descompuesto por microorganismos en compuestos químicos simples. Los productos finales del compostero son dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), agua, compuestos de amoníaco y sales minerales.

**BIODIVERSIDAD.** Está representada por los organismos animales y vegetales que coexisten en un ambiente natural, desde el nivel microscópico hasta el más grande. La naturaleza ha creado un sistema natural heterogéneo que mantiene el equilibrio y control de las enfermedades. Sin embargo, cuando se introduce sólo una variedad limitada de organismos en el medio ambiente(monocultivo), el sistema de control y balance se rompe. En general, mientras más diversos sean los huertos y predios más sanos serán.

**CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO (CIC).** Es la cantidad de cationes retenidos por un suelo en forma intercambiable a un determinado pH, expresado en

mili equivalente por 100 gramos de suelo. Es una medida de las cargas negativas en los suelos, principalmente en los coloides de arcillas y materia orgánica.

CELULOSA. Es un polisacárido, polímero de la glucosa, componente principal de las paredes celulares de las células vegetales. Material básico de construcción de las fibras vegetales.

COMPACTACIÓN DEL SUELO. La compactación produce la destrucción de los espacios porosos, por lo que disminuye la aireación del suelo. Esta se produce por el paso de tractores, camiones, personas y ganado. Sin embargo, son causas comunes de este fenómeno, la utilización exagerada de agroquímicos y una pobre irrigación. Cuando un suelo está sano, los procesos naturales suministran buena aireación; principalmente mediante la acción perforadora de las lombrices de tierra, que taladran túneles en el suelo.

COMPOST MADURO. Es el producto higiénico y estabilizado del compostaje. Se caracteriza por contener nutrientes disponibles para las plantas; así como baja concentración de ácidos fitotóxicos.

COMPOST. Es la materia orgánica completamente descompuesta, de color oscuro, inodora, pero abundante en nutrientes. El poeta como W. Whitman hace la siguiente alabanza al compost: "El compost o humus es el fertilizante más eficiente y práctico que el hombre conoce, le restablece al suelo gastado los nutrientes valiosos y transforma un pedazo de tierra improductiva y árida en un exuberante jardín".

**CONTENIDO DE HUMEDAD.** Expresa la cantidad humedad en un tejido ó en el suelo. Se calcula en términos porcentuales mediante la siguiente expresión:  $(\text{Peso fresco} - \text{Peso seco} / \text{Peso seco}) \times 100$ .

**DENSIDAD APARENTE.** Se refiere al peso por unidad de volumen del suelo seco al horno. El espacio poroso es parte del volumen medido en la densidad aparente; se expresa en  $\text{g/cm}^3$ . Los suelos livianos y porosos tienen baja densidad aparente; mientras que los suelos pesados o compactos tendrán altas densidades aparentes.

**DEPRESIÓN DE NITRÓGENO.** Incorporación al suelo de materia orgánica con un alto contenido de carbono; puede originar deficiencia de nitrógeno para las plantas, ya que estimula el crecimiento microbiano. Para lograr una buena descomposición de la materia orgánica, se requiere el nitrógeno del suelo o añadir un poco de urea, que favorezca las condiciones apropiadas para el trabajo de los microorganismos.

**DESCOMPOSICIÓN.** Degradación de la materia orgánica en partículas pequeñas, hasta que el material original se haga irreconocible.

**DETRITIVORO.** Macroorganismo que consume materia en descomposición. En este grupo se incluyen: hormigas, escarabajos, babosas, ciempiés, grillos, lombrices de tierra, escorpiones, arañas, termitas, caracoles, colembolas, cochinillas de tierra.

**DEYECCIÓN.** Excrementos o estiércol de lombrices de tierra. El excremento de las lombrices de tierra es muy rico en nutrientes para las plantas y microorganismos.

**ENCALAR.** Algunas veces se añade cal a la pila de compost para aumentar el pH. Aunque no es necesario añadir cal, a menos que se quiera fabricar un compost de pH básico. La pila de compost aumenta su acidez durante los primeros estadios de descomposición, en la medida que se forman ácidos orgánicos. Sin embargo, a medida que continua el proceso de compostaje el pH se amortigua. Sí se añade cal, se libera amoníaco perdiéndose nitrógeno.

**ENMIENDA.** Es un material que al ser añadido al suelo, lo mejora aportando o balanceando los nutrientes, mejorando el pH o estimulando la presencia de microorganismos. Desde un punto de vista legal es diferente a un fertilizante y no es controlada por las leyes que rigen su aplicación. La acidez del suelo se corrige mediante la aplicación de cal finamente molida. Hay otros materiales que se usan para los mismos fines como son: la ceniza de leña, los huesos molidos o la fosforita, cal viva, cal apagada, etc. A los suelos alcalinos se les aplican azufre o yeso para bajar el pH.

**ENZIMA.** Es un biocatalizador de naturaleza proteica. Facilita la descomposición de moléculas orgánicas complejas en moléculas más simples.

**ESTABILIDAD.** Es la permanencia en el tiempo del material compostado, lo que permite su almacenamiento, para su aplicación al suelo sin causar problemas, ocasionados por la descomposición incompleta de las moléculas biodegradables.

**FRIABLE.** Que se desmenuza fácilmente. Un suelo sano es friable, de tal forma que si se agarra un puñado de suelo y se estruja con los dedos, las partículas de suelo deben caer libremente de la mano.

**HUMUS.** Materia orgánica descompuesta. Un suelo fértil puede tener entre 3,5 y 5 % de materia orgánica. El humus es suave, huele a tierra, a bosque húmedo, es de color oscuro y desmenuzable. Es en este estado de descomposición cuando le suministra nutrientes a las plantas. Contiene cerca de 30% de lignina, proteínas y celulosa., 3 a 5 % de nitrógeno y 55 a 60% de carbono. El humus es una fuente de liberación lenta de alimentos para el desarrollo de microorganismos. Se transforma constantemente en ácidos, enzimas y minerales; por lo que debe ser reemplazado constantemente y así poderle garantizar una buena nutrición a las plantas

**INORGÁNICO.** Sustancia mineral. Un compuesto químico carente de átomos de carbono.

**LIGNINA.** Es una molécula de materia orgánica compleja, se encuentra en la pared celular secundaria y le imparte rigidez a las microfibrillas de celulosa.

**LIMO.** Está constituido por una mezcla de minerales primarios y secundarios. Las partículas tienen tamaños de 0,02 y 0,002 mm, presentan cierta plasticidad y cohesión; así como la capacidad de absorber agua y elementos nutritivos para las plantas.

**LOMBRICOMPOST.** Las lombrices de tierra son las campeonas del compostaje en la naturaleza; ya que consumen los desperdicios orgánicos, los digieren y lo transforman en humus rico. Sus excrementos contienen los minerales que requieren los cultivos de una forma aprovechable. Además de acelerar la descomposición, ayudan a la aireación y mezclan los materiales de la pila. La lombriz Roja de California ( *Eisenia foetida* ) es recomendable para elaborar el lombricompost.

**LOMBRICOMPUESTO.** Es el humus o material que queda en los criaderos de lombrices, después de afectada la descomposición; su apariencia es oscura, suave, porosa y es inodora, salvo por un suave aroma a tierra húmeda del bosque. Es utilizado para abonar cultivos.

**LOMBRICULTURA.** Es el cultivo de la lombriz Roja de California, con el propósito de producir abono y proteínas.

**MACRONUTRIENTES.** Nutrientes que requieren las plantas en altas dosis. Entre estos están: C, H, N, O, Ca, Mg, S, P y K.

**MACROORGANISMO.** Organismo vivo que habita en el suelo y que puede ser observado a simple vista. Incluye: arañas, lombrices de tierra, roedores, hormigas, escarabajos, babosas, caracoles, etc.

**MICROBIO.** Es lo mismo que microorganismo.

**MICRONUTRIENTES.** Son los nutrientes requeridos por las plantas en pequeñas cantidades. Incluyen: B, Cu, Ni, Mo, Fe, Zn, Mn, Cl. Son componentes de proteínas o actúan como activadores de enzimas.

**MICROORGANISMOS.** Son plantas y animales microscópicos que habitan el suelo y cumplen la función de descomponer la materia orgánica y liberar minerales. Entre estos están los hongos, bacterias, actinomicetes, algas, protozoarios, levaduras, nematodos, etc.

**MINERALES.** Suministran alimento y nutrientes a las plantas y microorganismos. En el estado mineral las partículas son inorgánicas.

**MULCH.** Es una cubierta protectora del suelo. No es un fertilizante ni una enmienda, por lo que no debe mezclarse con el suelo. Hay muchos tipos de mulch, como el compost parcialmente descompuesto, restos de cortezas, virutas de madera, paja, conchas, hojas, cascarilla de arroz, etc. Su función es la de cubrir el suelo desnudo, para impedir la escorrentía superficial, regular la temperatura del suelo, conservar la humedad y evitar el crecimiento de malas hierbas por falta de luz. Un buen mulch suministra nutrientes lentamente al suelo a medida que se descompone.

**N-P-K.** Es la fórmula de un fertilizante que contiene nitrógeno (N), fósforo como  $P_2O_5$  y el potasio como  $K_2O$ . Estos tres macronutrientes son importantes para el crecimiento de las plantas (en oposición a la filosofía de la agricultura orgánica, cuyo propósito es mejorar la biodiversidad del suelo). Una fórmula 15-15-15 CP, contiene

15% de nitrógeno, 15% de fósforo (como pentóxido de fósforo) y 15 % de potasio (como óxido de potasio). El potasio se suministra como cloruro de potasio.

**ORGÁNICO.** Literalmente se refiere a algún material derivado de plantas o animales. Incluye cualquier cosa derivada de un organismo vivo o excretado por éste. El término orgánico se aplica a la filosofía de trabajar dentro de las leyes y sistemas existentes en la naturaleza, para lograr así un medio ambiente saludable, en equilibrio y generosamente productivo por muchos años. Esta palabra se emplea cuando se hace referencia a la fabricación de compost.

**PATÓGENO.** Un microorganismo capaz de producir una enfermedad.

**PERMEABILIDAD.** Es la propiedad de los suelos de permitir el paso o movimiento de agua y de aire a través de todo el perfil. Los suelos arenosos son bien permeables.

**PILA CALIENTE.** Las condiciones óptimas para elaborar la pila de compost, incluyen una relación C/N de 30:1. El tamaño de las partículas de 2,5 cm o menores y de textura variada, buena humedad, aire y volumen de un metro cúbico, son condiciones apropiadas al buen trabajo de las bacterias sicrofílicas, mesófilas y termófilas.

Cuando las bacterias termófilas trabajan, la temperatura de la pila puede alcanzar 77°C. Este es el método más rápido de fabricar compost en pila casera y puede

tomar aproximadamente 3 semanas, si la pila es bien atendida, volteándola frecuentemente, al observar que la temperatura comienza a bajar.

**PILA DE COMPOST INDORE.** Fue desarrollada en Indore, India, por el agrónomo Británico Sir Albert Howard, quien perfeccionó una pila de compost que calentaba en lugar de podrir. Tiene la ventaja de ocupar poco espacio, permitiendo el sembrado en el resto del espacio disponible del predio.

**PILA ESTÁTICA AIREADA.** Es una pila de compost estática, que utiliza una serie de tubos perforados que corren a través de la pila, conectados a un ventilador, como sistema de suministro de aire. La pila no es volteada.

**PILA FRÍA.** Es el método más lento de fabricar compost, en un compostero casero, ya que puede tomar entre 6 meses y 2 años. Este procedimiento requiere poca dedicación y esfuerzo, ya que la pila se voltea de manera ocasional. El proceso de compostaje en este caso, es catalizado por bacterias sicroflicas, cuya temperatura máxima no pasa de 13°C.

**PILA O MONTÓN.** Se construye un montón de material biodegradable, de un metro cúbico, que se empieza a descomponer por acción microbiana. Es lo opuesto al método "agregue desperdicios a medida que se va descomponiendo"; ya que la pila se construye de una sola vez. De tal forma que se puede controlar, de una forma más precisa para su rápida descomposición, los factores como humedad, relación C/N, las diferentes textura y tamaño de partículas.

**PROTEÍNA.** Es una macromolécula compuesta por una secuencia lineal de aminoácidos. Contienen C,H,O,N,S. Las proteínas son los principales componentes estructurales de las células.

**RECICLAJE DE RESIDUOS VEGETALES.** Es cuando se dejan los residuos de cosechas sobre el suelo, con la finalidad que se descompongan y liberen nutrientes al mismo. Se recomienda segar con frecuencia para que los cortes sean más fino y se descompongan más rápidamente.

**RELACIÓN C/N.** Es la cantidad de carbono con respecto al nitrógeno; ésto es, una relación 2:1 significa que hay dos veces más carbono que nitrógeno. Las bacterias como todos los organismos vivos, requieren bastante carbono y menos nitrógeno. Asegurándoles materiales orgánicos que suministren estos dos elementos en la proporción correcta, las bacterias prosperan, crecen y se multiplican. Por lo que pueden descomponer la pila de compost a mayor velocidad. Trabajar con relación Carbono/Nitrógeno de 30:1<sup>10</sup>, es factor favorable para obtener un buen compost rápidamente.

**SUELO ARCILLOSO.** Suelo con partículas de arcilla y pocos espacios porosos. Con alta capacidad de retención de agua y pobre drenaje.

**SUELOS ARENOSOS.** Están constituidos por minerales primarios, de tamaño comprendido entre 2 y 0,02 mm. La cantidad de espacio poroso es pequeña, aunque

---

<sup>10</sup> Primavesi Ana, Manejo Ecológico del suelo pg 99 y 100

los poros individuales son grandes. Tienen baja capacidad de retención de agua y de elementos minerales, ya que son muy permeables. En estos suelos la fracción arena ocupa el 70% o más de todo el material en peso.

TEMPERATURA AMBIENTE. Temperatura del aire alrededor de la pila, que no es afectada por el calor que ésta produce.

VENTILAR. Proceso de airear la pila de compost, con la finalidad de facilitar la acción descomponedora de los microorganismos aeróbicos.

VERDES: En inglés se utiliza el término "green" para denotar la materia orgánica con un alto contenido en nitrógeno, más específicamente materiales con relación C/N menor que 30:1. Materiales con un alto contenido de carbono se llaman marrones "browns". Un factor muy favorable para obtener el buen compostaje es la relación C/N igual a 30:1.

VOLTEAR. Darle vuelta a la pila de compost, de tal forma que el material de arriba esté luego debajo, facilitando la aireación. La mejor herramienta para voltear el compost es una horca o tenedor de cavar de cinco puntas.

## **CAPITULO 1**

### **1 CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS, SOCIALES Y DE SUELOS EN LA ZONA DE ESTUDIO.**

#### **1.1 LA ZONA DE ESTUDIO**

##### **1.1.1 LOCALIZACION**

La zona de estudio se halla localizada en el municipio de Santo Tomás, departamento del Atlántico, en el proyecto del Distrito de Riego del Uvito, en la vereda "Las mercedes", en la finca del mismo nombre.

La vereda "Las mercedes" se halla ubicada en la Latitud 10°46'N, Longitud 74°55'O, a una altura sobre el nivel del mar de aproximadamente 10 metros, distante 8 Km de Santo Tomás y 30 Km de Barranquilla, por la vía Oriental.

Su área es de 8.6 Km<sup>2</sup> y su población proyectada para el 2000 es de 190 habitantes.

## 1.2. CARACTERÍSTICAS SOCIALES Y ECONOMICAS.

La zona tiene una densidad media de población rural igual a 22 hab/Km<sup>2</sup> y existe poca retención de población rural, lo que refleja las características de la estructura productiva del área. La población presenta una estructura con amplia base de población adulta mayor de 55 años, correspondiente al 27.3%. Estas características y cifras permiten inferir la escasa fuente de trabajo actual por lo que la gente joven ha emigrado hacia centros urbanos, como Barranquilla. En el área predomina la ganadería extensiva y algo de agricultura comercial no tecnificada, practicada la primera por terratenientes con predios mayores a 45 ha, y la segunda, por campesinos con predios inferiores a 5 has, con una distribución por superficie y números de predios iguales a los presentados en la tabla 3.

**TABLA 3 PREDIOS, TAMAÑO Y PROMEDIO HECTÁREAS EN LA VEREDA LAS MERCEDES**

TAMAÑO (Ha)	PREDIOS		TAMAÑO PROMEDIO	AREA NETA
	No.	Ha.	Ha.	Ha
T<1	7.5	2.7	0.36	16.0
1-5	18	55.98	3.11	236.0
5-15	22.35	192.21	8.60	1242.5
15-45	8.5	274.97	32.35	1514.0
45-75	2.55	340	133.50	1481.5

**FUENTE : CATASTRO, CALCULOS AUTORES, SANTO TOMAS, ENERO, 2000.**

La oferta de la mano de obra se orienta hacia los dos sectores dentro de la zona de estudio.

La ganadería extensiva es el renglón que absorbe mano de obra, ya que la agricultura campesina que existe es de subsistencia, sin grandes excedentes hacia los mercados urbanos.

La necesidad de nuevas fuentes de empleo es una de las principales preocupaciones, así como también el mejoramiento del poder adquisitivo de las personas localizadas en la zona. Esta preocupación hace que existan grandes expectativas frente al mejoramiento de la productividad de los suelos. Es notoria la desigualdad en el monto de los ingresos medios recibidos por los distintos tipos de unidades agrícolas familiares (UAF), en relación con el tamaño de los predios.

Sus ingresos brutos anuales varían entre \$1'200.000, para unidades agrícolas familiares a 5 ha, hasta \$3'360.000, en unidades de más de 30 ha. La actividad pecuaria genera la mayor proporción de ingreso familiar; sin embargo, su nivel es insuficiente especialmente en predios inferiores a 10 ha, lo que ha llevado a los campesinos a mecanismos de ingresos tales como la venta de mano de obra en la ganadería y actividades informales urbanas.

### **1.2.1 Economía**

La superficie del suelo de la vereda dedicada a la agricultura equivale al 18%, el 60% a bosques y rastrojos y el 22% restante a la ganadería extensiva.

Los suelos de la zona presentan bajos niveles de utilización por sus bajos niveles de materia orgánica y nutrientes.

### 1.2.2 Producción Agrícola<sup>11</sup>

Los principales productos de la vereda son: Yuca, (*manihot esculenta*); Maíz, (*zea mals*) Sorgo, (*sorgus vulgaris*); Ajonjolí, (*sesamun indica*); Tomate, (*licopersicum esculentam*); Ají (*copricun an*); mango, (*mangifera indica*).

### 1.2.3 Producción pecuaria

La ganadería extensiva en la zona es una línea económica de cierta importancia. El rubro de la producción pecuaria es más alto que la producción agrícola. La explotación está orientada a la producción doble propósito, (leche y carne).

### 1.3 RELIEVE Y TOPOGRAFIA<sup>12</sup>.

Esta vereda se encuentra en las planicies eólicas que se presentan en la región, con pequeños valles coluvio-aluviales correspondientes a los cursos de aguas de los arroyos que circulan por la zona.

El relieve es entre ondulado a ligeramente ondulado, con pendientes entre 1 y 3 %, que permite realizar agricultura mecanizada.

---

<sup>11</sup> Estadísticas, 1999, Umata, Santo Tomás

<sup>12</sup> IGAC, IGAC; capacidad de los suelos de la llanura del caribe, 1980. Bogotá.

## **1.4 HIDROCLIMATOLOGIA Y SEDIMENTOS.**

### **1.4.1 Climatología.**

La temperatura media anual es de 27.4°C, fluctúa entre los 28.1°C en el mes de julio, y 26.5°C en el mes de enero.

Los valores máximos registrados corresponden a 35.5°C. La humedad relativa diaria media en la zona del proyecto es del 79.4%, presentando un máximo de 84% en el mes de octubre, y un mínimo de 76% en el mes de marzo. El promedio de horas de brillo solar es de 238 horas/mes, equivalentes al 66% del tiempo, el punto de rocío y la tensión de vapor presentan un promedio de 23.5°C y de 28.6 mb, respectivamente.

La velocidad media del viento varía desde 2.3 m/s en el mes de octubre, a 6.1 m/s en el mes de marzo, siendo el promedio igual a 4.2 m/s. Adicionalmente se presenta un incremento en la velocidad del viento, desde la mañana hasta las horas de la tarde.

La evaporación de tanque clase A, tiene un valor medio anual de 2.042 mm ( 5.6 mm/día). Los valores máximos de 225 mm ocurren en agosto y los mínimos de 120 mm en octubre. La evotranspiración anual, calculada por el método de Blaney y Criddle, es igual a 2.169 mm.

### 1.4.2 Precipitación

La precipitación media anual en la zona del Proyecto, en el período comprendido entre los años de 1.963-1.986, varió entre 334 y 969 mm. Los promedios mensuales anuales de precipitación son en mm:

Ene	feb	Mar	abr	may	Jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
17.8	22.6	74.0	150.4	113.0	99.0	122.5	130.1	137.9	99.8	30.8	12.0

Fuente: Antiguo Himat. 1990 Bogotá. D.C.

### 1.4.3 Caudales

El caudal promedio del río Magdalena, fuente de abastecimiento de agua del proyecto de riego del Uvito, es igual a 6320.8 m<sup>3</sup>/se. Los caudales medios mensuales (1.940-1.990) son los siguientes en (m<sup>3</sup>/se):

ene	feb	Mar	abr	may	Jun	jul	ago	Sep	oct	nov	dic
5053	3865	3584	3899	5733	7415	7190	6747	6922	7755	9262	8426

Fuente : Antiguo Himat. 1990 Bogotá. D.C.

En el mismo periodo (1.940-1.990) el río Magdalena, en la estación de Calamar (Bolívar), registra los siguientes caudales máximos (en m<sup>3</sup>/se):

ene	feb	Mar	abr	may	Jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
8413	7810	8493	9402	11634	12674	10758	10570	12575	14000	10142	13425

Fuente : Antiguo Himat. 1990 Bogotá. D.C.

#### **1.4.4 Recurso agua**

La fuente más importante de agua es el Río Magdalena, el cual bordea el municipio en su parte oriental. También cuenta con otras fuentes pequeñas que reciben agua en épocas de lluvias, como los arroyos Cañafistula, Grande y San Nicolás.

Según estudios realizados por Ingeominas, la zona cuenta con una fuente de agua subterránea que es la que le proporciona el agua a todas las explotaciones ganaderas de la región.

#### **1.4.5 Geología**

Los materiales geológicos de la zona son de origen sedimentario, depositados en los períodos Terciario y Cuaternario. Los materiales del Terciario ocupan las posiciones de colinas, las cuales ofrecen características diferentes en forma y pendiente.

Los materiales del Cuaternario son de origen aluvial, lacustre, fluvio-lacustre, marino y eólico, ocupando posiciones geomorfológicos tales como cubetas, playones y dunas (Op. Cit. pg 54)

### **1.5 CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS EN LA ZONA DE ESTUDIO**

Los suelos de la presente investigación se hallan ubicados en la serie MALAMBO, siendo esta la serie más extensa del departamento del Atlántico y se encuentra desde mas o menos 10 metros sobre el nivel del mar hasta 120 metros de altitud.

Estos suelos predominan en toda la región oriental del Departamento y son muy frecuentes, aunque menos extenso, en la región central y del norte (idem).

### 1.5.1 El perfil de los suelos

Las características del perfil son: 0.00-0.40m Arenoso grueso franco; color pardo rojizo oscuro (5yr2/2) en húmedo; sin estructura; consistencia suelta; permeabilidad muy rápida; regular contenido de materia orgánica; pH 6,25. 0.40-1.20m Arenoso grueso; color pardo grisáceo oscuro (10 YR 4/2) en húmedo; sin estructura consistencia muy suelta, pH 6.80 1.20-2.00m Arenoso grueso, color pardo amarillento oscuro (10 YR 4/4) en húmedo; sin estructura; consistencia muy suelta; después de 2 metros continua el sustrato de arcillas terciarias de varios colores; a veces el sustrato esta formado por margas revueltas con arcillas(idem).

### 1.5.2 Suelos y erosión

El 91.2% de suelos de la zona, es arenoso y franco-arenoso grueso; el 12% es arcilloso. Agrupando los diferentes tipos de suelos encontrados por su profundidad efectiva, resulta la siguiente distribución:

Profundidad Efectiva	Muy superficial	Superficial	Moderada	Profunda
(% del área)	(<25) / 12	(25-50) / 6.4	(50-90) / 3.6	(90-120) / 77.9

Fuente : Ingeagro Ltda., 1995, Barranquilla.

No hay presencia de sales en los horizontes de los perfiles de suelos, circunstancia que beneficia el desarrollo radicular de los cultivos.

Las clases agrológicas de los suelos en la vereda son:

Clase agrológica	I	II	III	IV	V	VI	VII
Superficie			172	3599	565	364	
Porcentaje del área			3.6	76	12	7.7	

Fuente : Ingeagro Ltda., 1995, Barranquilla.

Los suelos, según la clasificación para riego, presentan la siguiente clasificación:

Clase para riego	2	3	4	5	6
Superficie (ha)	172			4520	

Fuente : Ingeagro Ltda., 1995, Barranquilla.

### 1.5.3 Erosión

En la zona del Proyecto no hay áreas erosionadas, a pesar de la textura liviana que presentan los suelos, debido a que si existe alguna cobertura vegetal y a la gran percolación de los mismos, no permitiendo escorrentías, en la época de lluvias, capaces de producir dicha erosión.

### 1.5.4 Sistemas y practicas de riego.

No existe ninguna infraestructura de riego a nivel veredal. Solo existen algunas instalaciones a nivel predial para suministro de riego mediante sistemas de aspersión, goteo y algunos por gravedad, teniendo como fuente de agua pozos artesianos.

## 1.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 1.6.1 Interpretación de los análisis físicos y físico-químico

El pH es la medida de la concentración de los iones  $H^+$  en una solución. El Ph es indicador de la disponibilidad de los nutrientes en el suelo; Se mide en una tabla que va de 0 a 14, siendo el grado 1 correspondiente a la mayor acidez; el grado 14 a la mayor alcalinidad y el grado 7 se considera neutro.

En el presente estudio la muestra de suelos 1 dio un registro pH igual a 8.62, por lo cual pueden ser considerados como suelos muy alcalinos con posible exceso de sodio intercambiable. A este pH Se inhibe el crecimiento de las plantas. Mientras que la muestra 2 mostró un pH igual 6.74 de casi neutro a neutro con buena disponibilidad de  $Ca^{+2}$  y  $Mg^{+2}$ ; moderada disponibilidad de P y baja disponibilidad de micro nutrientes, a excepción del Molibdeno.

La Conductividad Eléctrica milimhos/cm, es un índice de salinidad. En general por encima de 4 milimhos / cm se restringe el rendimiento de muchos cultivos y se debe recuperar el suelo. En este trabajo, la muestra 1 mostró una conductividad eléctrica igual a 2.60 encontrándose en intervalos de suelos muy ligeramente salinos. En la muestra 2, la conductividad eléctrica fue igual a 0.90 milimhos/cm, que corresponde a los suelos no salinos.

La Materia Orgánica aumenta a medida que disminuye la temperatura. En Colombia, con base en la relación inversa entre altitud y temperatura, se ha encontrado correlación positiva. Las dos muestras de suelo (1 y 2) mostraron valores de materia orgánica iguales a 0.45 y 0.50 % respectivamente, lo que corrobora que son suelos pobres, con muy bajo contenido de Materia Orgánica.

El Nitrógeno Total en las dos muestras, teniendo en cuenta las características de piso térmico Cálido, fue bajo: 0.023 % muestra 1 y 0.025% en la muestra 2, estando relacionados con los contenidos de materia orgánica.

El Fósforo juega un papel importante en la nutrición de las plantas, sobre todo en la producción de flores y frutos. Existen varios métodos para la extracción de Fósforo en el suelo, siendo los más usuales los métodos Bray I, Bray II y Truog. En la presente investigación el contenido de Fósforo, determinado según Bray II fue de 37.23 y 37.26 ppm, para las muestras 1 y 2, respectivamente, que pueden ser considerados valores medios (entre 20 y 40 ppm).

Es difícil establecer niveles críticos para las Bases Intercambiables. En la mayoría de los casos se debe considerar no sólo el elemento intercambiable, sino también el porcentaje de saturación del complejo y el pH del suelo.

Dentro de las bases intercambiables, el Potasio es importante en el metabolismo de la planta, ya que interviene en la fotosíntesis. Participa en la fabricación de carbohidratos y proteína. Los valores para su interpretación son: menor a 0.20

Meq/100g, bajo entre 0.20 – 0.40, y mayores a 0.40 alto. El potasio determinado en la muestra 1 fue igual 0.27 Meq/100g ("medio") y en la muestra 2 0.14 Meq/100g ("bajo").

El Calcio es otra de las bases intercambiables importantes en el suelo; es esencial para el crecimiento de las plantas juega un papel múltiple en la vida de los vegetales. Para su interpretación se consideran valores bajos a aquellos menores de 3meq/100g; medio entre 3 y 6 Meq/100g y alto si es mayor de 6 Meq/100g. En la presente investigación los valores de calcio fueron: 0.27 Meq/100g en la muestra 1 y 0,38 meq/100g, ambos bajos.

El Magnesio es constituyente estructural de la clorofila; interviene en la asimilación de fósforo y en la formación de materias grasas, favorece la formación de vitamina A. Para la interpretación se considera valores menores de 1.5; Medios entre 1.5 y 2.5 y altos mayores a 2.5. Los resultados de la muestra 1 presento un registro igual a 0.17; y de la muestra 2 de 0.06 meq/100 gramos de suelo. Este resultado indica que los suelos objeto de estudio son bajos en magnesio.

La relación Ca / Mg debe tenerse en cuenta, especialmente en suelos ácidos que requieren encalamiento. El valor mínimo para la relación Ca / Mg debe ser uno. Cuando la relación Ca / Mg es alta, mayor de 4, el suelo necesita encalamiento. En sentido general la relación Ca / Mg / K debe ser 3: 1: 0.25. Para la muestra uno la

relación Ca /Mg fue igual a 1.16 y para la muestra dos, 6.3 lo que significa que se requiere aplicar magnesio para corregir la relación.<sup>13</sup>

El Sodio no es un elemento esencial para las plantas, su efecto sobre las propiedades físicas de los suelos puede causar disturbios en la nutrición dichas plantas, especialmente cuando se trata de suelos alcalinos. Su contenido debe ser menor de 1. en este estudio los valores de sodio fueron 3.72 (muestra 1) y 3. 18 Meq/100 gramos (muestra 2) considerándose altos y capaces de producir problemas de sodicidad.

La C.I.C ( Capacidad de Intercambio Cationico) En Colombia es muy variable, aun dentro de una misma región. Esta propiedad de los suelos esta asociada directamente con la textura. Los suelos arcillosos y ricos en materia orgánica tienen alta C.I.C, mientras que los suelos arenosos la tienen baja. En esta investigación la CIC dio valores iguales a 18.93 y 15.77 Meq/100 gramos, considerándose medios, ya que valores menores a 10 meq/100g son bajos; entre 10 y 20 son medios y mayores de 20 son altos. <sup>14</sup>.

El Porcentaje de Sodio Intercambiable ( PSI) es un parámetro utilizado para medir la sodicidad de un suelo. Suelos con un PSI menores del 15% se consideran Salinos Sódicos, siempre y cuando tengan una conductividad eléctrica mayor a 4 mmhos/cm.

---

<sup>13</sup> Op. Cit. pg 234-241

<sup>14</sup> Idem.

Para la presente investigación, los resultados de los análisis fueron iguales a 19.65 y 20.16 %; ambos valores son mayores al 15%, pero la Conductividad Eléctrica está por debajo de 4mmhos/cm; por lo tanto podemos concluir que ambos suelos pueden considerarse medianamente sódicos.

El Cobre juega un papel importante en el control de humedad de los tejidos de las plantas y en el crecimiento del tallo y de las hojas. Generalmente los suelos arenosos y aquellos con alto contenido de materia orgánica son deficientes en cobre. Niveles de cobre iguales a 1.0 ppm se consideran bajos; entre 1.0 y 3.0 ppm se consideran medios; y mayores de 3.0 ppm se considera altos.

En el presente estudio se determinaron valores de cobre igual a 33.27 y 93.75 ppm considerados supremamente altos. Comúnmente se corrige este problema de toxicidad encalando los suelos o aplicando hierro<sup>15</sup>.

El Hierro es un elemento asociado con la producción de clorofila. En los suelos ricos en hierro, este puede estar combinado en formas no asimilables, creando serias deficiencias en la planta. Los niveles críticos se consideran bajos en rangos menores a 25.0 ppm; medios entre 25.0 -50.0 ppm y altos mayores de 50.0ppm. Para las muestras uno y dos presentaron valores iguales a 65.50 y 90.85 ppm, respectivamente, considerándose altos en ambos casos.

El Zinc interviene en la síntesis de la clorofila y estimula el vigor de la planta, es un elemento poco móvil. Los valores críticos son menores de 1.5 ppm son considerados

---

<sup>15</sup> Idem.

bajos; entre 2.5 y 3.0 se consideran medios y mayores a 3.0 ppm se consideran altos. El resultado obtenido en las muestras 1 y 2 fueron 1.93 y 10.52 ppm considerándose el 1 como suelo bajo en Zinc y 2, alto.

El Manganeseo juega un papel muy similar al hierro aun en el crecimiento de las plantas y especialmente en la asimilación del fósforo, calcio y magnesio. Su deficiencia es característica de los suelos arenosos.

Los valores críticos son: menos a 5.0 ppm son considerados bajos; entre 5.0 y 10.0 ppm se considera medio, y mayores de 10.ppm se consideran altos. Las muestras 1 y 2 presentaron valores de manganeso iguales a 11.10 y 31.5 ppm respectivamente.

### **1.7. CONCLUSIONES**

no obstante, que las dos muestras de suelo pertenecen a la serie Malambo (MA), presentan diferencias en parámetros tales como el pH, Conductividad Eléctrica. Ambos suelos presentan niveles bajos de MO, disponibilidad media de potasio y fósforo y alta en calcio, magnesio, hierro, manganeso y cobre.

## **CAPITULO 2**

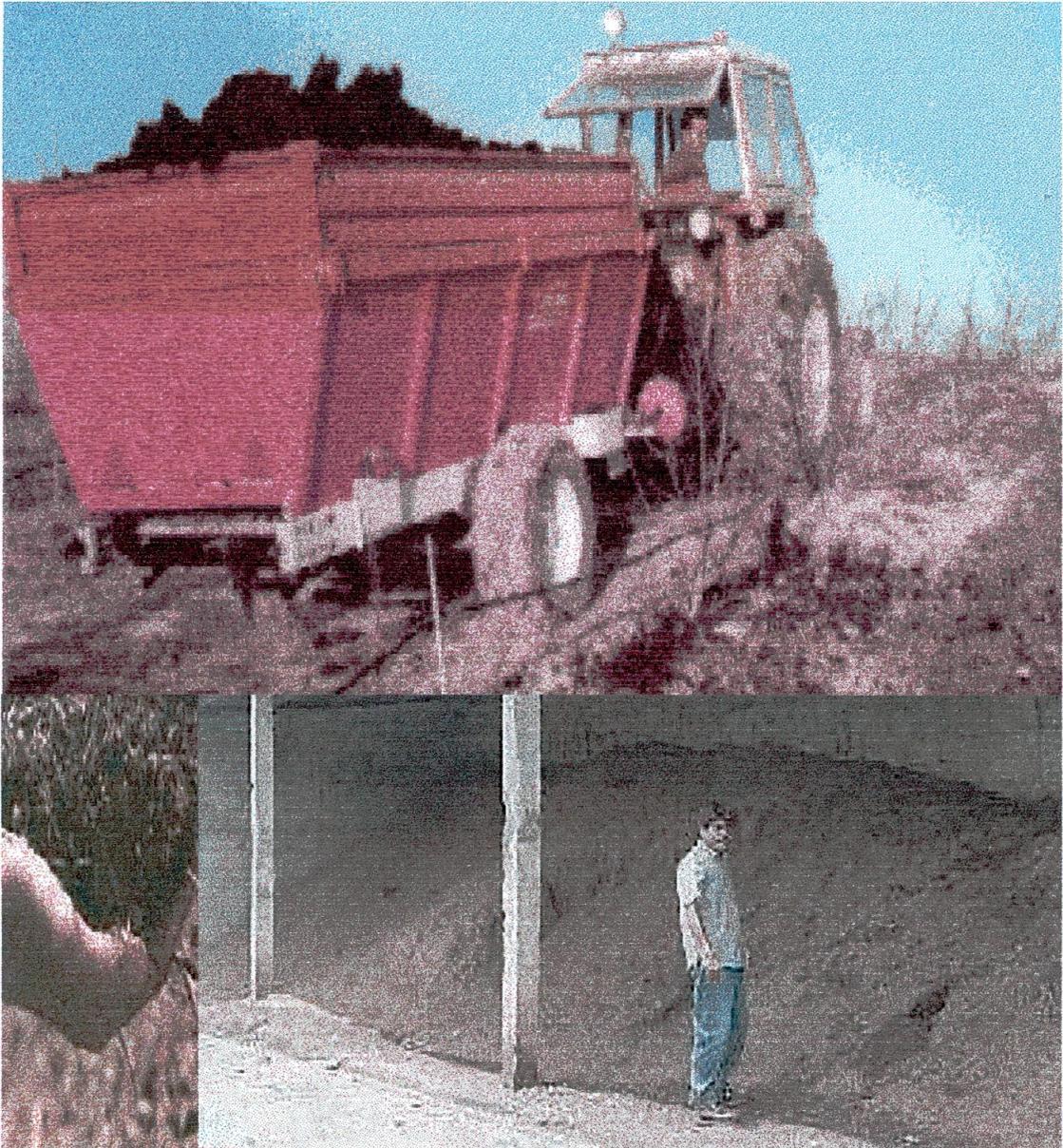
### **2. ELABORACIÓN DE COMPOST A PARTIR DE MATERIALES ORGANICOS VEGETAL Y ANIMAL Y SUS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y FISICO-QUIMICAS**

#### **2.1 QUÉ ES EL COMPOST**

El compost es la resultante de un proceso de descomposición bioquímica y de estabilización de sustratos orgánicos bajo condiciones que generan temperaturas termofílicas que permiten un producto final lo suficientemente estable para ser almacenado y aplicado en la tierra con la seguridad de no obtener efectos ambientales adversos. Para que los residuos se estabilicen se requieren condiciones especiales de humedad y aireación que produzcan temperaturas termofílicas. (MIRANDA, Edmundo. 1997) (ver figura 1).

El compostaje aerobio consiste en la descomposición de la materia orgánica en presencia de oxígeno (aire). Los principales productos del metabolismo biológico son dióxido de carbono, agua y calor. El compostaje anaerobio es la descomposición biológica de la materia orgánica en ausencia de oxígeno. Los productos en este caso

**FIGURA 1 EL COMPOST**



son metano, dióxido de carbono y numerosos compuestos intermedios tales como ácidos orgánicos de bajo peso molecular<sup>16</sup>.

El compostaje anaerobio libera significativamente menos energía por peso de materia descompuesta comparada con la Compostación aerobia. Además, en la Compostación anaerobia, el potencial de desprendimiento de olores es mucho más alto a causa de los productos intermedios. Debido a estas razones, el proyecto consideró la producción de compost mediante el proceso aerobio.

El objetivo de la compostación es convertir la materia orgánica putrescible a una forma estable y destruir los organismos patógenos perjudiciales para el hombre.

El compost, dispuesto de manera sanitaria y conveniente, es fuente de materia orgánica que nutre la tierra, proporcionándole mayor capacidad de retención de humedad.

## **2.2 FUNDAMENTO BIOQUÍMICO**

### **2.2.1 Aspectos Microbiológicos**

La compostación como proceso microbiológico, se basa en la conversión de la materia orgánica biodegradable en un compuesto estable gracias a la flora nativa, incluyendo

---

<sup>16</sup> Idem

bacterias, hongos, etc., que están distribuidos ampliamente en todo el material. Sin embargo, existen factores selectivos tales como el contenido de humedad, Según los valores de PSI ( Porcentaje de Sodio Intercambiable), ambos suelos pueden ser considerados medianamente sódicos.

El valor de Conductividad Eléctrica milimhos /cm en el suelo uno es normal, mientras que el del suelo dos se encuentra apenas por debajo del límite en donde los suelos son considerados ligeramente salinos.

**TABLA 4 RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO Y FÍSICO-QUÍMICO EN DOS MUESTRAS DE SUELO DE LA SERIE MALAMBO (MA).**

PARÁMETROS	MUESTRA	
	1 (Las Mercedes)	2 El Pelú
Textura	Arenosa	Arenosa
pH	8.62	6.74
Conductividad Eléctrica (mhos/cm)	2.60	0.90
Carbono Orgánico ( g/100 g)	0.26	0.29
Materia Orgánica ( g/ 100g)	0.45	0.50
Nitrógeno Total (g/100g)	0.023	0.025
Fósforo (ppm) ( Bray II)	37.23	37.26
Potasio ( me q/ 100gr)	0.27	0.14
Calcio ( %)	0.28	0.38
Magnesio (%)	0.17	0.06
Sodio ( meq/100g)	3.72	3.18
C.I.C ( meq/100g)	18.32	15.77
P.S.I. (%)	19.65	20.16
Cobre (ppm)	33.27	93.75
Hierro (ppm)	65.58	90.85
Zinc (ppm)	1.93	10.52
Manganeso (ppm)	11.10	31.52

Fuente: Lacera R, Armando. Laboratorio de Química, Universidad del Magdalena, octubre, 2000. Santa Marta.

disponibilidad de oxígeno, pH, temperatura, y la relación carbono/nitrógeno, los cuales determinan la prevalencia y sucesión de la población microbiana.

Durante el compostaje ocurren cambios cualitativos y cuantitativos en la microflora y microfauna activa. Algunas especies se multiplican rápidamente al inicio cambiando el ambiente y luego desaparecen para permitir ser sucedidos por otras poblaciones de microorganismos<sup>17</sup>.

Cuando se inicia el proceso de compostaje, predomina la flora mesofílica (microorganismos capaces de vivir en un intervalo de temperatura entre 25 y 45°C), que es responsable de la mayor parte de la actividad metabólica que sucede.

Como resultado, la temperatura se incrementa y la población mesofílica es reemplazada por especies termofílicas, las cuales se desarrollan a 45°C. Este incremento en la temperatura está influenciado grandemente por la disponibilidad de oxígeno.

## **2.3 ASPECTOS FÍSICO- QUÍMICOS**

### **2.3.1 Relación Carbono- Nitrógeno**

La velocidad de descomposición de la materia orgánica está determinada principalmente por las cantidades relativas de carbono y nitrógeno presentes. En los organismos vivos, la relación es aproximadamente de 30 a 1, y, teóricamente, ésta también debería ser la relación óptima en los residuos vegetales y animales de las

---

<sup>17</sup> Idem

fincas. Sin embargo, aún cuando en la práctica es demasiado alta, mediante el compostaje se puede obtener un producto adecuado para el uso agrícola por estar libre de patógenos y producir en un lapso razonable a partir de residuos que tienen una relación inicial carbono/nitrógeno de 20 a 78.

A medida que el compostaje prosigue, los organismos responsables usan el carbón como fuente de energía y el nitrógeno para la formación de células. La relación C-N llega con el tiempo a ser más pequeña debido a que el nitrógeno permanece en el sistema mientras que el carbono es liberado como dióxido de carbono. Si el compost fresco o insuficientemente descompuesto, con alto contenido de carbono y bajo de nitrógeno, se aplica a la tierra, la actividad microbiana persistente pudiese en teoría quitar el nitrógeno de la tierra si la relación es superior a 20:1. En la práctica, sin embargo, se tolera una relación más alta si el carbono no está fácilmente disponible para los microorganismos, por ejemplo cuando está presente en forma de papel.

### **2.3.2 Composición**

La composición del compost es bastante variada debido a su origen. En estado combinado (vegetal-animal) se encuentra mayormente el carbono, nitrógeno, fósforo, potasio, sodio y calcio.

El compost no es un fertilizante propiamente dicho pero es comparable a un suelo de alta calidad debido a su contenido de nitrógeno, fósforo y potasio. Gracias a su alto contenido de materia orgánica, cuando se mezcla con tierras pobres, ayuda a

proporcionar buena tierra de cultivo, con capacidad de retención de agua y de nutrientes.

Aún cuando elementos tales como el hierro y aluminio estén presentes en cantidades relativamente grandes, siempre se encuentran como metales y óxidos metálicos, que no constituyen mayores problemas. El aluminio es el mayor constituyente de la mayoría de los suelos, y causa dificultad sólo en tierras demasiado ácidas ( con pH por debajo de 5,0<sup>18</sup>).

## **2.4 SISTEMAS DE COMPOSTAJE**

### **2.4.1 Descripción de Diversos Sistemas de Compostaje.**

Existen más de 30 sistemas de compostaje identificados por los nombres de sus inventores. En general, los sistemas son clasificados ya sea por el método de preparación de los residuos o por el método de digestión. Algunas veces se usan ambos esquemas de clasificación en la descripción. En la mayoría de los sistemas, los residuos son preparados para la digestión triturándolos en algún tipo de molino. La digestión se lleva a cabo en hileras sobre el piso, trincheras, pozos, celdas, tanques, torres de múltiples etapas, cilindros, depósitos, etc. Existen diferentes tipos de procesos de compostaje comúnmente usados, algunos de los cuales se presentan en la siguiente descripción:

---

<sup>18</sup> SATRIANA, M., J. Compostación de la balanza grande. Espinazo del parque; Noyes; la Corporación de los Datos; 1998 pg 34-67.

#### **2.4.1.1 Proceso Bangalore (INDORE)**

Usa trincheras en el suelo, de 2 ó 3 metros de profundidad. El material es colocado en capas alternadas de residuos vegetales, estiércol, tierra, paja, etc. No utiliza la molienda. Los volteos son hechos a mano tan frecuentemente como es posible. El tiempo de retención es de 120 a 180 días. El uso de este método es común en la India.

#### **2.4.1.2 Proceso Bioestabilizador DANO**

Cilindro rotatorio con ligera inclinación respecto a la horizontal, diámetro de 9 a 12 pies, con una longitud superior a los 150 pies. Sin molienda. La digestión, entre 1 y 5 días es seguida por la formación de hileras para la maduración. Con aireación forzada dentro de los cilindros. El uso de este método predomina en Europa.

#### **2.4.1.3 Proceso Earp – Thomas**

Tipo silo con ocho compartimentos dispuestos verticalmente. Los residuos colocados en el interior son movidos hacia abajo de compartimiento en compartimiento con introducción de aire a través del silo. Usa un inóculo patentado. La digestión dura de 2 a 3 días y luego es seguida por la formación de hileras para la maduración. Su uso es frecuente en Alemania, Suiza, Italia, Grecia.

#### **2.4.1.4 Proceso Triga**

Un puente rodante retira los residuos de un foso de recepción y alimenta un tamiz rotativo de malla gruesa. El material tamizado es llevado por una banda transportadora a un molino. El material ferroso es previamente retirado por un extractor magnético. El producto molido es transportado al digestor formado de cuatro silos verticales. Los silos son cargados por la parte superior, permaneciendo el material dos días en su interior, efectuándose la descarga por una rosca sin fin. Una banda transportadora lleva el material de nuevo a la parte superior de otro digestor, y así sucesivamente. La parte superior de los silos posee un ventilador para la aireación del material en su interior. De los silos el material pasa a un extractor magnético y de allí a un tamiz vibratorio.

#### **2.4.1.5 Proceso Metro**

Sistema utilizado en Largo, Estado de La Florida, en los Estados Unidos, en una planta inaugurada en 1953, con capacidad de 50 ton/ día. También en Houston, Texas, y en otras plantas inauguradas en 1967 con capacidad de 360 ton/ día, en Gainesville, Florida. Las dos últimas plantas poseen separación y recuperación de materiales, dos etapas de reducción de tamaño por medio de molinos de martillo y sistema de adición de lodos de desagüe.

#### **2.4.1.6 Proceso Prat**

El sistema consiste en una serie de cámaras donde se deposita la basura. Tiene un dispositivo para la introducción de aire y durante la fermentación se introduce una solución de sulfato de sodio y carbonato de calcio a fin de garantizar la manutención correcta de la relación carbono/ nitrógeno, humedad y pH..

El material retirado de las cámaras pasa por una separación magnética del material ferroso y es molido para obtener un compost de 6 mm sin cualquier señal de existencia de vidrio en su interior.

El sistema fue desarrollado inicialmente en Toulouse, Francia, y posteriormente utilizado en Bristol, Inglaterra, con modificaciones. La basura al ser descargada en el pozo de recepción, recibe agua a presión con un aditivo nitrogenado obteniéndose la eliminación de los polvos y al mismo tiempo garantizando la relación carbono/nitrógeno conveniente.

La planta existente en Manchester, Inglaterra, emplea el vapor proveniente de un incinerador para elevar la temperatura de la basura, acelerando así la fermentación.

#### **2.4.1.7 Proceso Beccari**

La fermentación es inicialmente aerobia, en compartimentos cerrados. En seguida se provoca una ventilación forzada para estimular el crecimiento de bacterias aerobias. Los compartimentos pueden ser de dimensiones bastante variadas, habiendo reactores de 20 a 200 m<sup>3</sup> de capacidad. El tiempo de tratamiento es de 45 días.

#### **2.4.1.8 Proceso Fairfield - Hardy**

El equipo principal es un digestor en forma circular vertical, el cual es alimentado por la parte central superior. Un brazo que gira en el interior del digestor agita los residuos por medio de helicoidales verticales fijados al brazo con dirección hacia abajo. El material es homogeneizado para facilitar la aireación, siendo trasladado lentamente hacia el tubo de salida en el centro del fondo del tambor. La aireación es forzada de abajo hacia arriba en el interior del digestor. El compost es retirado del tambor después de cinco días de maduración.

Instalaciones con este sistema existen en Brasil, Puerto Rico, Estados Unidos.

#### **2.4.1.9 Proceso V.A.M.**

El sistema se encuentra en operación en Wyster, Holanda y se inició en 1932. La instalación es operada por la firma N. V. Vuilafvoer Maatschappij (V.A.M.) cuyo mayor accionista es el Ministerio de Agricultura, sin fines lucrativos, teniendo por fin la

recuperación de un área de dunas para fines agrícolas. Recibe anualmente 200,000 toneladas de basura, llegando la mayor parte por ferrocarril, distribuidas por las ciudades que disponen su basura en vagones especiales totalmente cerrados.

Los residuos son dispuestos en lechos de aproximadamente 1 Km de extensión y 10 m de altura, permaneciendo en maduración por un año aproximadamente. Durante el proceso de descomposición, el lixiviado obtenido es esparcido sobre los lechos. El material resultante es posteriormente molido en molinos de martillo, tamizado y vendido como humus. Actualmente el molino de martillo ha sido sustituido por otro equipo donde el material es comprimido en movimiento giratorio contra una placa perforada por medio de un brazo articulado.

Como señalamos arriba; la producción de compost se realiza mediante el uso o no, de oxígeno y su clasificación se establece en función de la del aire en el proceso de compostaje en aeróbica o anaeróbica.

**Aeróbica.** Son aquellos sistemas en los cuales el proceso de descomposición es realizado mediante aireación periódica, que aceleran el trabajo de bacterias y microorganismos aeróbicos que descomponen la materia orgánica por oxidación.

Los residuos generados en la descomposición aeróbica de materia orgánica son Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), agua y grandes cantidades de biomasa.

**Anaeróbicos.** Se diferencia de los métodos aeróbicos debido a que el proceso de descomposición se realiza totalmente cubierto y no utiliza ningún proceso de

oxigenación puesto que utiliza el trabajo de microorganismos anaeróbicos que descomponen la materia orgánica por reducción.

Los residuos producidos por la descomposición anaeróbica son Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), una pequeña cantidad de biomasa y un volumen considerable de gas metano (CH<sub>4</sub>).

Cada uno de estos métodos tiene sus propias metodologías particulares y varias posibilidades de realización.

## **2.5 CLASIFICACION POR PRESENCIA O AUSENCIA DE AIRE**

### **2.5.1 SISTEMAS AL AIRE LIBRE**

#### **2.5.1.1 Apilamiento estático:**

Son apilamientos en instalaciones económicas, pero se necesita mucho espacio; La duración del proceso es de 3 meses, 1 de fermentación y 2 de maduración. Succión de aire que entra en la masa, para evitar malos olores; puede introducirse un biofiltro, por ejemplo una pila de compost maduro.

La temperatura aumenta por encima del valor adecuado por eso se insufla oxígeno para disminuirla; Es importante que primero sé de una succión de aire y que aumente la temperatura y después un soplado de aire para evitar la proliferación de patógenos.

### **2.5.1.2 Apilamiento con volteo:**

El volteo posibilita que toda la masa se composte uniformemente y se eliminen homogéneamente los patógenos. Los volteos vienen determinados por la temperatura y la humedad; Entre volteos, el porcentaje de oxígeno no puede ser menor del 15%, para evitar anaerobiosis.

### **2.5.1.3 Apilamiento con volteo y aireación forzada:**

Mediante este sistema se consigue un proceso acelerado; Se lleva a cabo en silos o en un hangar, la masa está 2 días en cada silo y se insufla aire por la parte baja, transcurridos los dos días, se voltea y se traslada a otro sitio, como mínimo esta operación se realiza en cuatro silos, La duración del proceso es de 8 a 10 días.

## **2.5.2 SISTEMAS CERRADOS**

### **2.5.2.1 Reactor vertical**

El proceso puede darse en forma continua o discontinua, dependiendo de la existencia o no de pisos de 2 metros de altura; Cuando el proceso se da en continuo con pisos de 3 metros, se produce una compactación de la masa, ocasionando problemas de anaerobiosis.

En el proceso discontinuo la masa se pone en el piso superior y va bajando pisos a la vez que se voltea; En los pisos inferiores la temperatura aumenta, provocando una evaporación del agua que pasa a los pisos superiores; El proceso transcurre rápidamente, en una semana, después se pasa a un fermentador. El inconveniente es que conlleva un mantenimiento costoso.

#### **2.5.2.2 Torres multibacto:**

Son torres en cuyo interior tienen platos que la dividen en varios pisos, generalmente 8. Suelen tener 6 metros de diámetro, y un metro de altura entre piso y piso. Los platos que separan los pisos tienen unos orificios, cuyo diámetro va disminuyendo a medida que disminuye la altura en la torre, y a su vez existe en cada piso un peine que va barriendo la materia haciendo que pase de un piso a otro.

La materia se va introduciendo por la parte superior, y en sentido contrario se inyecta aire caliente. Se pueden procesar aproximadamente 48 Toneladas de materia cada 3 días eliminando un 40% de materia orgánica. El producto que se obtiene, debe someterse a un proceso de postfermentación o maduración en bancales.

#### **2.5.2.3 Reactor horizontal:**

Tambor DANO: Es un cilindro bioestabilizador, con un diámetro de 2-3 metros inclinado que gira a 2 revoluciones por minuto. Estos cilindros son dispositivos giratorios que mezclan las materias en descomposición, a través de los tambores por

un serpentín cae hacia abajo. Además contracorrientes se inyectan aire caliente que acelera la auto calefacción. El tiempo de residencia del material es de 2 a 5 días, durante el proceso se pierde un 40% de la materia orgánica.

Tras este proceso el producto se deposita en bancales y se recubre con arena seca. Sufre una post transformación que dura 3 a 4 meses, perdiendo un 25% de la materia orgánica. Ofrece la ventaja de que al perderse mucha materia orgánica, hay que hacer menos bancales.

## **2.6 EL PROCESO DEL COMPOSTAJE**

### **2.6.1. Descomposición en pilas:**

La mezcla de los residuos vegetales, animales y cosecha se dispone con palas formando pilas, dentro de un cobertizo sin paredes y encima de un piso plano con canales adecuado para la recogida de lixiviados.

### **2.6.2 Volteado de las pilas y control de las condiciones ambientales del proceso:**

Para que los microorganismos puedan descomponer adecuadamente la materia orgánica, hay que mantener las condiciones de humedad y temperatura adecuadas y la concentración de oxígeno suficiente. La humedad se mantiene regando periódicamente las pilas. La oxigenación se consigue removiendo totalmente las pilas.

El volteo puede llevarse a cabo con mas frecuencia; En condiciones normales, sin demasiada humedad ni sequedad, es necesario voltear el montón a semanalmente. Tras cada volteo se producirá un aumento de temperatura hasta la sexta semana, a partir de allí ira siendo menos significativo tras cada volteo del montón.

### **2.6.3 Recogida de los lixiviados y de las aguas pluviales:**

Los líquidos que desprenden las pilas objeto de compostaje ( los lixiviados) se recogen y sirven para continuar regando las pilas. Toda la superficie de la zona de Compostación debe estar afirmada y canalizada de manera que las aguas pluviales puedan ser recogidas para el riego del compost.

### **2.6.4 Cribado del compost maduro:**

Al cabo de 10 a 12 semanas, el compost, ya maduro, se criba para obtener un material final homogéneo y fino. El desecho vegetal que pueda quedar se retorna al principio del proceso.

## **2.7 ETAPAS DEL COMPOSTAJE**

### **2.7.1 Fase latente**

Durante la fase inicial, denominada latente, que empieza después de la muerte de los organismos que habitan en la materia orgánica a ser compostada, los

microorganismos saprofitos colonizan el material muerto. La fase latente es principalmente influenciada por la naturaleza de la materia orgánica y por las condiciones climáticas.

En los nuestros climas dura entre 1 y 4 días, mientras que en los climas fríos dura más días. Por razones prácticas, los textos académicos fijan el inicio de esta fase en el momento de la colecta de los desechos sólidos. Sin embargo, es posible que los desechos hayan sido almacenados durante algunos días o semanas antes de su recolección y que la descomposición haya comenzado.

### **2.7.2 Fase de calentamiento**

En esta fase los microorganismos se multiplican rápidamente e invaden la materia orgánica absorbiéndola desde la parte más fácilmente asimilable como por ejemplo azúcares, almidones, proteínas y ácidos orgánicos, para luego terminar con lo demás. El consumo de Oxígeno y la producción de Oxido de carbono por metabolismo microbiano es muy elevado durante esta fase. La actividad metabólica máxima y los métodos exotérmicos realizados en el lapso de algunos días, provocan un aumento máximo de la temperatura al interior de la masa en descomposición.

El proceso aerobio permite operar en la fauna de hongos, bacterias e invertebrados que se multiplican produciendo calor. Para ello se precisan los dos elementos esenciales de la naturaleza, el agua y el aire pero es necesario dosificarlos teniendo en cuenta el tipo de material, el clima y la estación del año.

### 2.7.3 Fase de la temperatura máxima

Las temperaturas de sustrato se elevan a más de 60 grados centígrados. Estos niveles de temperatura tienen un efecto selectivo importante a favor de los microorganismos termófilos, los cuales impiden el crecimiento de un gran número de otros microorganismos y reducen el número de patógenos y parásitos.

Existen pocos microorganismos termófilos que sobreviven a una actividad metabólica sobre los 70 grados centígrados. Cuando los sustratos fácilmente asimilados han sido metabolizados, la tasa de actividad microbiana disminuye y la temperatura comienza a disminuir.

### 2.7.4 Fase de enfriamiento

Durante esta fase la temperatura baja a condiciones mesófilas (sobre los 55 grados) y otros grupos de microbios, los mesófilos retoman su importante actividad metabólica

Es preciso resaltar el carácter biooxidativo del proceso; la materia se utiliza para síntesis de los microorganismos y no es totalmente oxidada. El nitrógeno amoniacal  $N-NH_4^+$  de la cadena proteínica  $\longrightarrow$  aminoácido  $\longrightarrow$  aminas  $\longrightarrow$  amonio puede o no perderse hacia la atmósfera antes de pasar a la forma  $N-NO_3^-$ . Ello es función de la relación C/N de los compostables; Se pierde nitrógeno si la relación es baja y se puede llegar a ninguna pérdida con relaciones altas.

En esta etapa hay una reducción de la población microbial que ya no encuentra suficiente sustrato alimenticio, continua la descomposición de los materiales más resistentes y parte del sustrato lo constituye la necromasa microbial. Se acentúa la formación de nitratos que dominan sobre las formas amoniacaes. Se sigue reduciendo pero más acentuadamente el contenido de C en la masa de compostaje. Los nitratos y otras sales así como la abundancia de K en solución, aumenta la salinidad. Empieza la degradación de sustancias fitotóxicas, muchas de ellas ácidos orgánicos como los ácidos acéticos. La población microbial es claramente dominada por bacterias mesofílicas. La formación de sustancias húmicas, principalmente ácidos húmicos, se ve favorecida por la aireación y el pH cercano a la neutralidad.

#### **2.7.5 Fase de maduración**

Al final del proceso a un estado avanzado de maduración y estabilización, la tasa de actividad de hongos actinomiceto es más elevada, mientras que la actividad bacteriana comienza a disminuir. Algunas especies de microorganismos mesófilos y termófilos descomponen de manera activa importantes polímeros, tales como celulosa y lignina.

En esta etapa los cambios son menores día a día, pero con las tendencias de aumento en la porcentualidad de fracción mineral y de los nitratos; y de la disminución en el porcentaje de C, liberación de  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N-NH}_4^+$ . Se eleva la cantidad de actinomiceto, responsables del típico olor a tierra orgánica fresca y de gran parte de la antibiosis.

Respecto a la evolución de las moléculas orgánicas contaminantes, Buyuksonmes et al, 1999, presenta el siguiente resumen: Los patrones de degradación de pesticidas durante el compostaje fueron similares a los que ocurren en el suelo, pero con mayor aceleración, excepto para algunos productos. Los insecticidas órgano fosforados y carbamatos y la mayoría de los herbicidas no se detectaron al final del proceso, pero se determinó que los compuestos organoclorinados son resistentes a la biodegradación.

### **2.7.6 Fase de estabilización**

La descomposición de la celulosa es prácticamente intensiva durante esta fase final. La degradación de la lignina está reservada a un grupo limitado de microbios (hongos superiores), como son los hongos basidiomicetos.

Durante esta última fase, la temperatura baja y corresponde a la temperatura ambiental. Las fases finales del compostaje conducen a la actividad de los hongos actinomicetos, y de un gran número de pequeños animales como cucarachas y otros insectos. Estas actividades son esenciales para la humificación de materia orgánica.

Todas las materias terminan por degradarse con el tiempo y a menudo más allá de las fases habituales del proceso biológico del compostaje. La lignina, sólo se descompone de manera lenta y los materiales queratinosos (carne, cuero, etc.) pueden ser reciclados. La celulosa es relativamente resistente a la biodegradación si está, es asociada a la lignina como ligno celulosa, tal como se la encuentra por ejemplo en el

aserrín o paja. La unión de agentes de conservación y de aditivos, por ejemplo aquellos utilizados en la elaboración de papel bond o parafino, puede convertir a estos materiales aun más resistentes a la biodegradabilidad (ver figura 2).

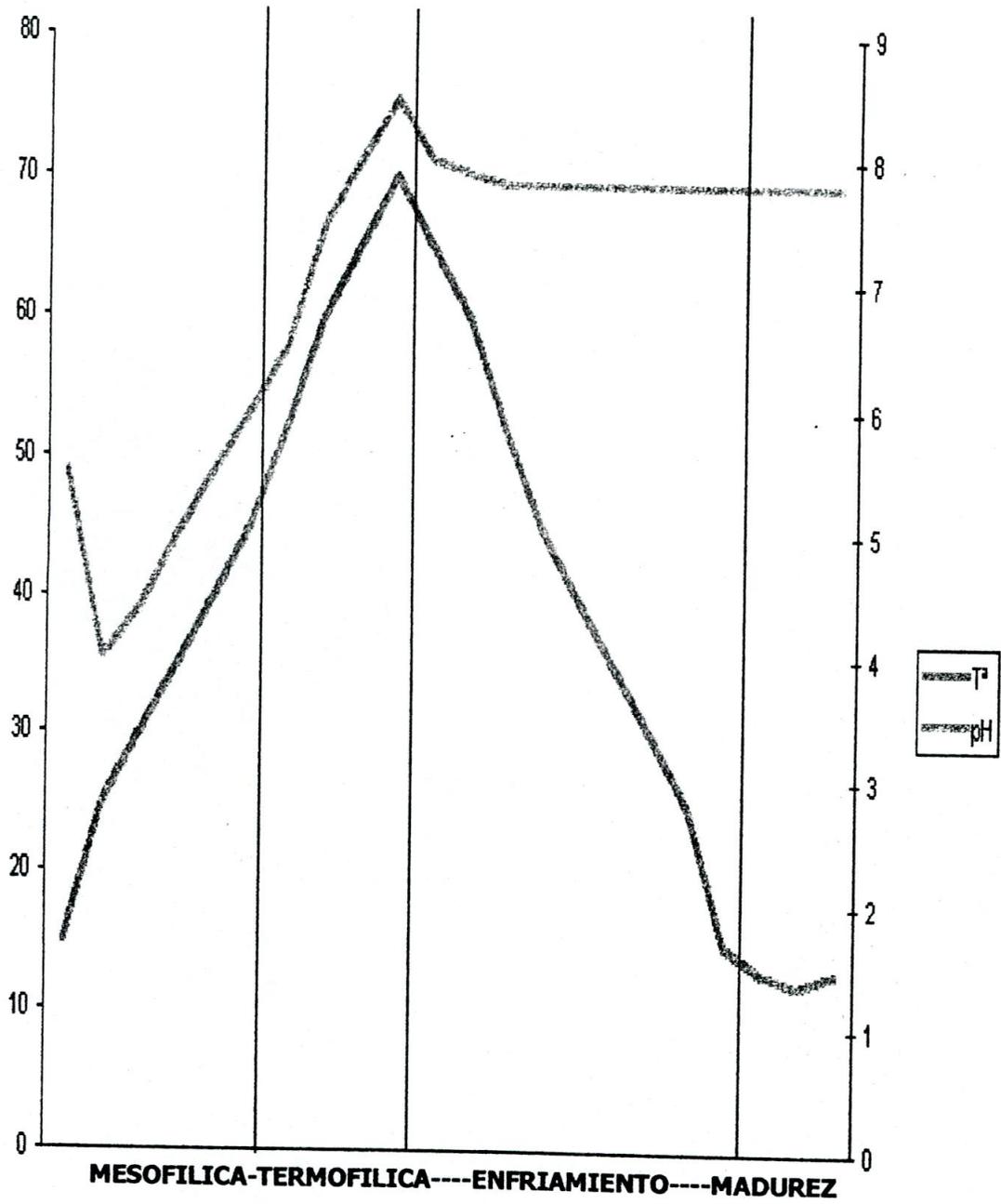
## **2.8 APLICACIONES Y BENEFICIOS DE LA PRODUCCIÓN DE COMPOST**

Las plantas pueden crecer en casi todo tipo de suelo, pero la fertilidad del suelo está bastante relacionada con la cantidad de materia orgánica que contiene y particularmente con la cantidad de nitrógeno presente. La materia orgánica incluye humus, raíces de plantas, bacterias, hongos, lombrices, insectos, etc. Cuando un suelo virgen es cultivado sin ser restituido sus nutrientes naturales, su contenido de materia orgánica y rendimiento se reducen con el tiempo.

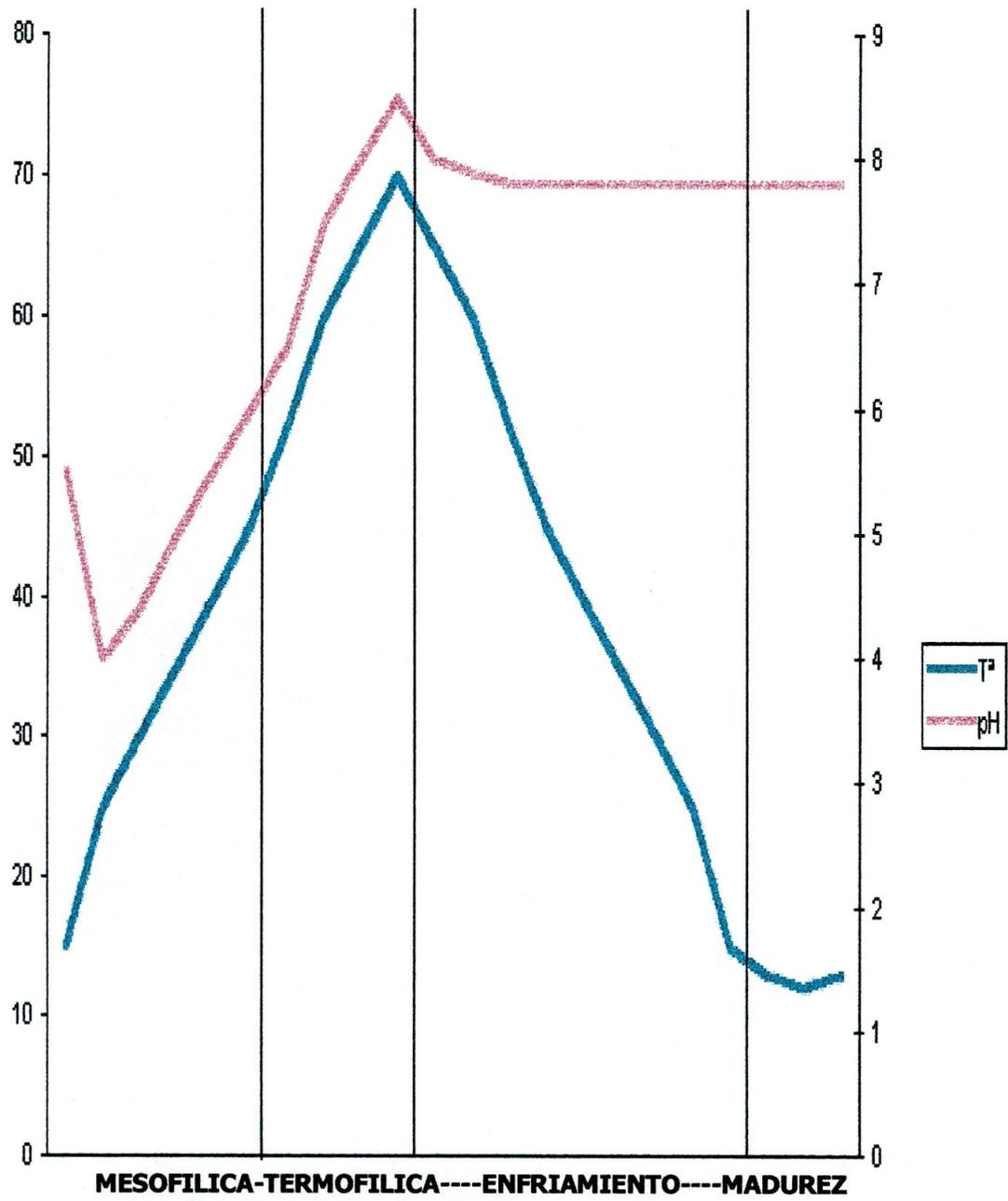
Una alta productividad puede ser mantenida en el tiempo si se garantiza el ciclo natural de nutrientes. Se obtienen rendimientos altos con el uso combinado de abonos orgánicos y verdes. Sin embargo, pueden obtenerse rendimientos altos, pero momentáneos en las cosechas, si se adiciona a la tierra solamente un fertilizante químico, y esto trae como consecuencia un empobrecimiento de los suelos.

El tipo de suelo es un factor importante en la evaluación de cómo el uso continuo de un fertilizante químico afectará su productividad. Si el suelo es bajo en materia orgánica, el uso continuo de fertilizantes químicos que no tienen un sustento orgánico puede hacer decrecer el rendimiento de las cosechas en un período de tiempo. Aún no ha sido adecuadamente definido el beneficio del uso del compost como suministro de

**FIGURA 2 FASES DEL COMPOST**



**FIGURA 2 FASES DEL COMPOST**



materia orgánica a varios tipos de suelo ni los otros beneficios que pueden derivarse de su continuo uso en un período de tiempo.

Sin embargo, el rendimiento no es la única consideración a tomar en cuenta para la evaluación de los beneficios del compost. En experimentos realizados durante nueve años en Estados Unidos se obtuvo información adicional sobre el incremento en los niveles de nutrientes en las cosechas. Por ejemplo, las papas que crecieron en suelos con compost presentaron un 6 % adicional en su contenido de nitrógeno, fósforo y potasio que aquellas que crecieron en suelos con fertilizantes químicos pero sin compost. En promedio, se encontró que la avena y cebada cultivadas en tierras con compost mostraron un contenido de nutrientes de 4 y 9 % más alto respectivamente.

La materia orgánica afecta las características físicas del suelo. Los beneficios que pueden ser obtenidos por la adición del compost son, principalmente, una mejor estructura del suelo con relación a la resistencia a la compactación y erosión, así como el incremento en su capacidad de retención de agua.

Asimismo mejora las condiciones de trabajo, en el sentido de que resulta más fácil arar o cultivar la tierra, ahorrando tiempo y energía. Una adecuada estructura del suelo y el mejoramiento de la capacidad de retención de agua son particularmente importantes para el control de la erosión en terrenos con relativamente altas pendientes.

En nuestro medio, los beneficios más importantes de la aplicación del compost son para la recuperación de suelos poco fértiles y pobres en materia orgánica, el incremento en la producción de alimentos, el mejoramiento en la calidad de los mismos y el aumento en el nivel nutricional de la población.

Son notorias las dificultades que tienen muchos técnicos, profesionales agrónomos y agricultores, en la determinación de algunos parámetros edáficos, cuyo conocimiento es imprescindible en la implementación de estrategias de manejo de suelos. Las mismas obedecen a que por lo general no cuentan con medios apropiados y a un desconocimiento de los procedimientos a que pueden recurrir.

Es importante conocer cuales son las características físico químicas de los diferentes tipos de compost; Ya que el resultado final depende de las características del material a compostar, de los diferentes procedimientos o métodos utilizados, para lograr una buena calidad en el producto final. (ver figura 3).

## **2.9 SUSTANCIAS APROPIADAS PARA REALIZAR COMPOST**

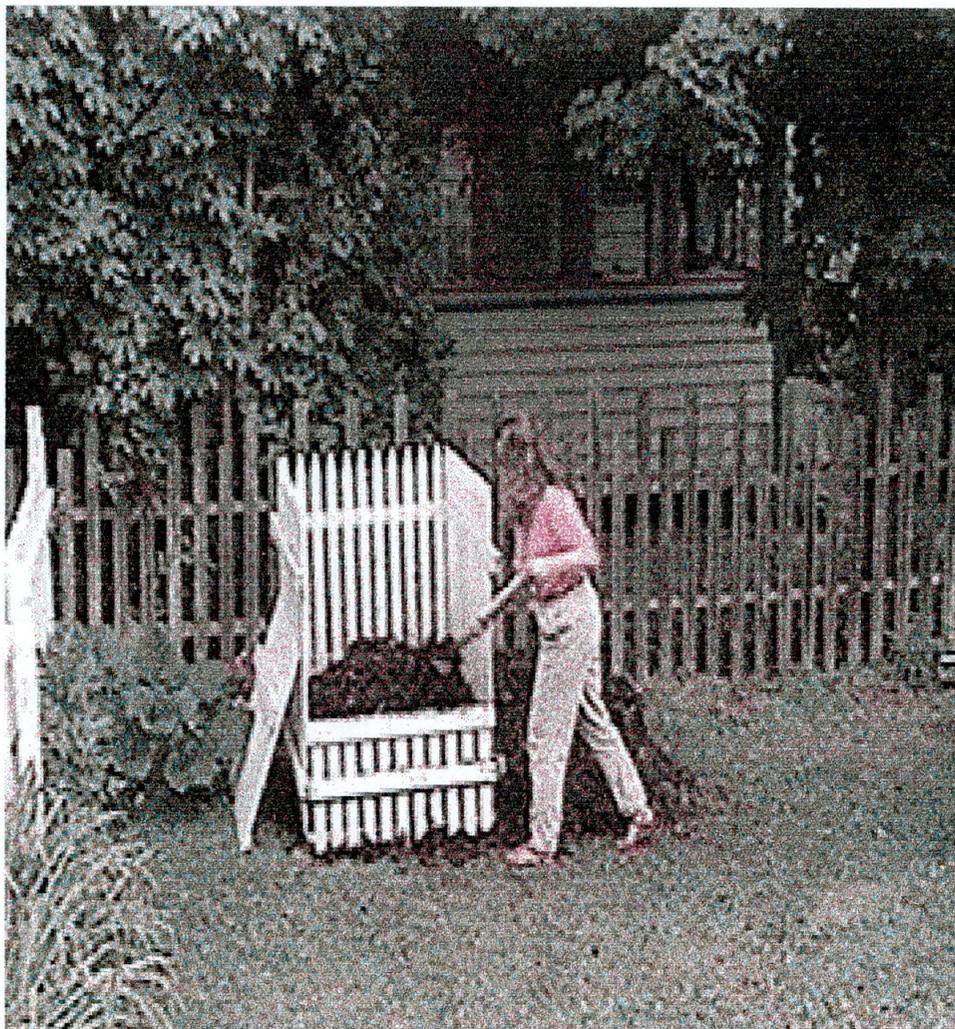
Existen diferencias en la calidad de compost dependiendo del material a compostar tales como:

### **2.9.1 Rápida descomposición**

Hojas Frescas,

Restos de corte de césped,

**FIGURA 3 COMPOSTERA CASERA**



**SANTO TOMAS (ATLANTICO)**

Estiércol de aves de corral,

Estiércol de oveja y cabra

Malezas jóvenes

### **2.9.2 Descomposición más lenta**

Pedazos de fruta y verdura

Paja y heno viejo

Restos de plantas vegetales

Estiércoles pajizos Malezas perennes

Lechos de conejos y otros animales herbívoros

### **2.9.3 Descomposición muy lenta**

Hojas secas

Ramas y tallos podados

Aserrín y viruta

Restos de comida

### **2.9.4 Otros materiales**

Ceniza de madera

Cartón

Toallas bolsas y envases (todo de papel)

Tubos de cartón y las cajas de los huevos.

### **2.9.5 Mejor Evitar**

Carne y pescado

Periódicos

### **2.9.6 No utilizar**

Ceniza de carbón y de coque

Heces de gato y perro

Pañales desechables

Revistas ilustradas

Latas y otros metales

Bolsas, plásticos y vidrios

Pinturas y otras sustancias químicas.

## **2.10 PARAMETROS QUE INFLUYEN EN EL COMPOSTAJE DE RESIDUOS**

Tamaño de las partículas

Temperatura

Humedad

Aireación

Variables químicas y biológicas

pH

Relación C/N

Disposición de los residuos

Naturaleza química del sustrato

Tiempo de compostación.

### **2.10.1 Tamaño de las partículas**

A mayor tamaño de partícula, mayor superficie específica expuesta a los microorganismos y por tanto mayor velocidad del proceso.

Sin embargo tampoco interesan tamaños muy pequeños, ya que se tendría una baja porosidad, provocando un medio anaeróbico, en el que nos creciesen microorganismos indeseables, que nos produjeran un proceso de fermentación en sentido estricto, el tamaño adecuado está entre 1 y 5 centímetros.

### **2.10.2 Temperatura**

El desarrollo de la temperatura durante el proceso de compostaje se pueden afirmar, que se inicia con una fase Mesofílica pasando inmediatamente a otra Termofílica ya que sufre un incremento de temperatura en pocos días (entre 2 y 6), alcanzando valores entre 45 y 55°C, manteniéndose así debido a lignocelulosis y la actividad microbiana, específicamente de Bacterias y Hongos Termofílicos (particularmente el hongo Actinomiceto). Se considera por estudios realizados por Hauge (1980), citado por Stentiford y Dodds (1992), que las poblaciones microbianas durante el compostaje

de Bacterias Mesofílicas y Termofílicas puede alcanzar valores entre  $10^4$  y  $10^8$  UFC<sup>19</sup>/gramo de compost húmedo, mientras que los Hongos Mesofílicos y Termofílicos se encuentran en valores iguales a  $10^3$ - $10^7$  UFC/gramo, a temperaturas entre 40 y 70 °C

Pasada la etapa termofílica, la temperatura desciende gradualmente hasta casi nivelarse con la del medio ambiente.

### **2.10.3 Humedad**

Dentro del proceso de compostaje, el cual es un proceso biooxidativo en que intervienen numerosos y variados microorganismos, se requiere humedad debido a la digestión biológica necesaria para la formación de la biomasa. a comienzo del proceso, cuando la actividad es más intensa se necesita mayor humedad, con valores promedios entre 30 y 70% y esto se consigue con la humedad propia de los elementos en estado de descomposición.

En la medida en que la humedad va reduciéndose al ser consumida por los microorganismos se hace necesario rehumedecer sobre todo cuando se utiliza el volteo para reactivar, entonces la temperatura se eleva de nuevo; Este proceso de rehumedecimiento hay que estarla realizando permanentemente hasta obtener un compost estable.

---

<sup>19</sup> UFC: Unidad de Formadores de Colonia.

La humedad también tiene que ser adecuada, ya que si tenemos un exceso de humedad el agua colapsa los poros provocando un medio anaerobio, y si por el contrario existe un defecto en humedad, la actividad microbiana decrece.

Durante el proceso pueden darse dos casos:

1. Que la humedad aumente por la formación de agua metabólica.
2. Que la humedad disminuya, debido al aumento de la T° y por la aireación provocada por el volteo.

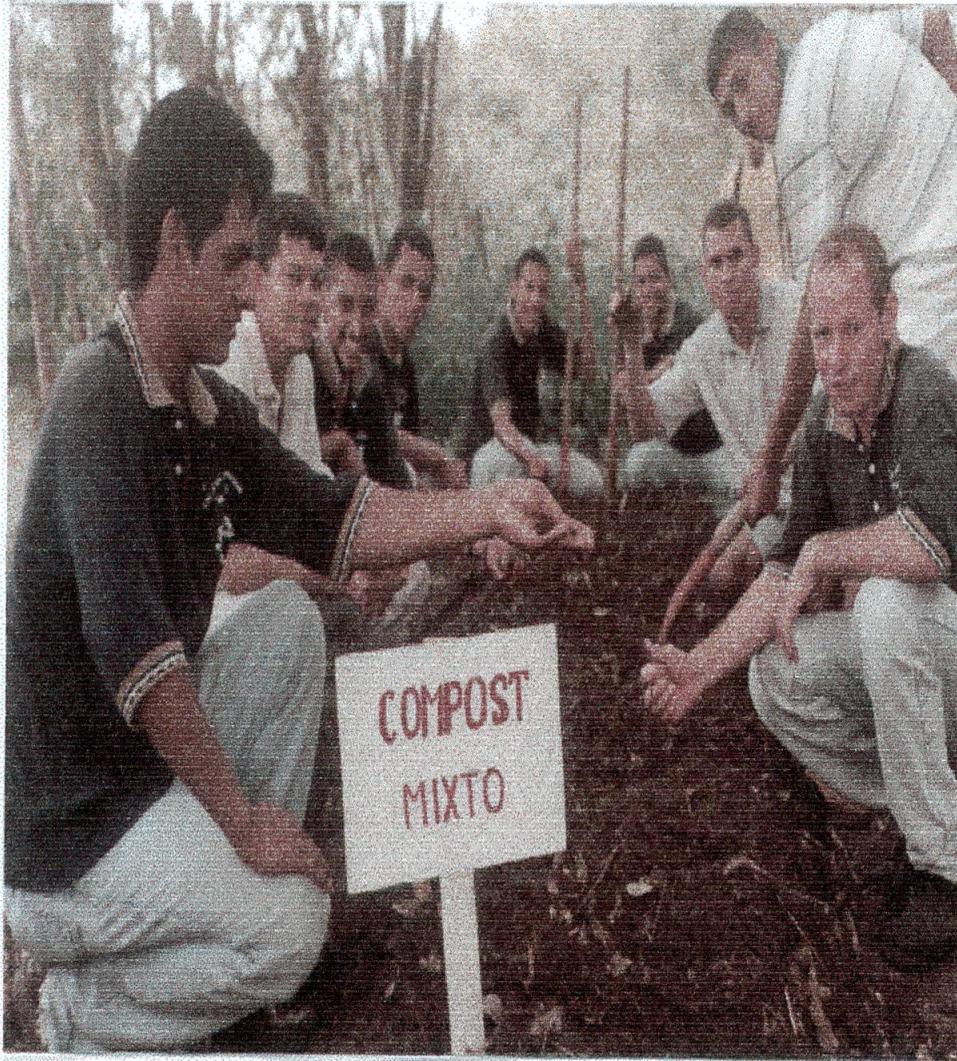
El óptimo de humedad en el material de pérdida es de 40 – 60%, si la humedad es muy alta se pueden adicionar inertes para disminuirla o someter el material a sucesivos volteos hasta obtener la humedad requerida o bien si por el contrario la humedad es demasiado baja, se puede regar los bancales con agua o con los propios lixiviados que se recuperen.

#### **2.10.4 Aireación**

Los procesos de compostaje se realizaron en forma aeróbica para poder garantizar que los microorganismos pudieran disponer del Oxígeno suficiente para la descomposición de los residuos orgánicos en mención. (ver figura 4).

Para el logro de este objetivo se realizaron camas de compost con una altura de 50 centímetros de alto por 1 metro de largo por 10 metros de largo respectivamente y al mismo tiempo conseguir la homogenización de las mismas.

**FIGURA 4 ELABORACION DE COMPOST MIXTO**



**ALUMNOS SENA, SANTO TOMAS- ATLANTICO**

La falta de oxígeno disminuye la velocidad del proceso. La anerobiosis provoca malos olores debido a la producción de  $H^2S$ .

En los medios bien aireados se garantiza que:

Se produzca una mineralización rápida de la materia orgánica fácilmente degradable.

Se produzca un número elevado de compuestos humitos a partir de la fracción difícilmente biodegradable.

Un exceso de aireación puede provocar un enfriamiento de la masa y una disminución de la actividad microbiana.

El óptimo de oxígeno es de un 20%, cuando se alcanza un 15% de  $O_2$  aparecen los primeros microorganismos. Con un 5% de  $O_2$  no es posible que suceda una descomposición aerobia de la materia, y con 1% tenemos un medio en anaerobiosis total.

A medida que avanza el proceso con el tiempo, el agua metabólica va llenando los poros, provocando una disminución del  $O_2$  disponible para los microorganismos, puede que con los volteos no se consiga recuperar la cantidad de oxígeno necesaria, o bien que esta no sea homogénea en todo el bancal, por eso se recomienda una aireación forzada. (ver figura 5).

**FIGURA 5 ELABORACION DE COMPOST DE HOJARASCA Y MANTILLO DE BOSQUE**



**ALUMNOS SENA, SANTO TOMAS- ATLANTICO**

En el bancal existe un gradiente de oxígeno, la cantidad de este disminuye con la profundidad, este gradiente puede limitar el proceso.

La forma de conocer la cantidad de oxígeno necesaria, para que se produzca una descomposición adecuada de la materia, se calcula el Carbono Oxidable Total (C.O.T), y se calcula el oxígeno necesario para su descomposición.

### **2.10.5 Variables químicas y biológicas**

Hay liberación de CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O, reduciéndose el contenido de C de los compostables y el porcentaje de la fracción mineral tiende a aumentar, se presenta abundancia de N-NH<sup>4+</sup> que prima sobre N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

Según Stentiford (1992), la energía liberada en el proceso es igual a 2.3 KJ/g y ayuda, a incrementar la temperatura de la masa de compostaje, sacando el material por evaporación, siendo esta la energía necesaria para convertir 1g de agua líquida a vapor.

En la etapa de enfriamiento, que se empieza a generar por una reducción de la población microbiana que ya no encuentra suficiente sustrato alimenticio, continúa la descomposición de los materiales más resistentes. Los nitratos y otras sales así como la abundancia de K en solución, aumentan la salinidad. La formación de sustancias húmicas, principalmente ácidos húmicos, se ve favorecida por la aireación, y el pH

cercano a la neutralidad, se eleva la cantidad de Actinomiceto, responsables del típico olor a tierra orgánica fresca y de gran parte de la antibiosis.

#### **2.10.6 EL pH**

La alcalinidad o acidez del compost debe ser controlada durante el proceso. El grado óptimo es un punto de pH neutro.

Respecto a este parámetro, se pueden diferenciar cuatro etapas:

**Fase I** En un principio como resultado de la descomposición de carbohidratos fácilmente disponibles, se produce una liberación de ácidos orgánicos y alcoholes que hacen que disminuya el pH.

**Fase II** . Se produce una acumulación de Ion amonio, que hace que el pH aumente y se sitúe entre 8 y 9. Si la temperatura es muy elevada, se da una gran pérdida de nitrógeno, en forma de amonio, que puede significar una pérdida del 20% del nitrógeno total.

**Fase III**. En esta fase se produce una estabilización del material, que conlleva una disminución del pH, hasta llegar a ser próximo a 7.

**Fase IV**. Es una fase estable, en la que el pH permanece próximo a la neutralización.

### 2.10.7 Relación C / N

La relación C/N es controlada en un inicio por la utilización de materiales ricos en estas sustancias y utilizados para el compostaje. Entre las fuentes de materia **carbonada** tenemos: ceniza, restos de cosecha, hierba seca, malezas, etc. Entre las fuentes de materia **nitrogenada** tenemos desechos animales( estiércol, urea), desperdicios de cocina, hierba, tierra, materia orgánica verde fresca, harina de pescado etc.

Los procesos de compostaje biológico requieren una relación C/N = 25-35 pues con valores inferiores la pérdida de N como NH<sub>3</sub> es muy elevada.

Si la **relación C/N es mayor de 35**, el nitrógeno es limitante, disminuyendo así la velocidad de degradación de materia orgánica. Esto hace que se dé un desarrollo de organismos fijadores de nitrógeno atmosférico.

Posibles soluciones:

Una práctica común cuando la relación es alta, es mezclar con residuos con un alto contenido de nitrógeno, como por ejemplo, lodos de depuradora, pero existen peligros de contaminación con metales pesados.

Disminución de la celulosa en la masa ( eliminación de papel).

Adicionar nitrato de cal.

Si la **relación C/N es < de 25** se da una rápida mineralización del nitrógeno en exceso, lo que provoca pérdidas de amonio aun mayores si se da un pH y T° altas; Esto puede afectar a los microorganismos, y puede ocasionar una pérdida del poder fertilizante.

Una posible solución es la adición de paja que posee una elevada relación C/N.

### **2.10.8 Disposición de los residuos a fermentar**

Para evitar una compactación de los materiales, se deben situar en bancales no demasiado altos, como máximo 3 metros, aunque el óptimo son de 2 metros; tampoco deben ser demasiado bajos para evitar los enfriamientos de los materiales, deben ser de una anchura de 3-4 metros.

Los bancales deben contar con un sistema de drenaje de lixiviados y de escurréntia del agua de lluvia.

### **2.10.9 Naturaleza química del sustrato**

La naturaleza química del sustrato, determina su biodegradabilidad, que se mide como:

Contenido en sólidos volátiles: algo erróneo pues no todos los sólidos volátiles son biodegradables.

Contenido en lignina: Cuanto mayor sea el contenido en lignina, menor es la biodegradabilidad, debe estar en proporción adecuada.

$$\text{Biodegradabilidad} = ( 0,83 - 0,028 S V ) \times 100$$

### **2.10.10 Tiempo de compostación**

El tiempo de compostación varía según la metodología utilizada en el proceso y en el control que se tenga durante el mismo. El tiempo promedio que el compostaje utiliza en atravesar las fases anteriormente mencionadas es de aproximadamente 6 meses, pudiendo variar en función de las condiciones climáticas, la metodología utilizada y el control que tenga sobre el proceso.

Generalmente el compost puede utilizarse cuando el material presenta color oscuro; En este momento ya no se distinguen los materiales inicialmente utilizados. El compost tiene un olor agradable, textura suave, una humedad aproximada al 40% y 25 ° C de temperatura.

## **2.11 EVALUACIÓN DE LA MADUREZ**

### **2.11.1. Métodos de observación**

No son métodos totalmente fiables, entre otros destacan:

- Olor a tierra mojada
- Color oscuro método no valido si los materiales de partida ya son oscuros.
- T° estable y similar a la del ambiente, aunque se someta al material a volteo.0
- Elevada densidad.

### **2.11.2 Método basado en evoluciones de biomasa**

Se basa en el oxígeno consumido o el dióxido de carbono desprendido. En la etapa de maduración el consumo de oxígeno es muy débil, ya que la actividad microbiana es muy débil. Es un buen método aunque no permite detectar la fototoxicidad del producto

### **2.11.3 Métodos de análisis químicos**

**pH** El pH debe estar estable entre 6,5 y 8

**Relación C/N** Esta relación depende en principio del tipo de residuo de los que partimos.

**-C/N menor a 20 o cercano a 15**, el compost se puede considerar maduro, pudiendo ser superior si el material de partida contiene mucha celulosa o lignina.

Norma francesa: Materia orgánica /N < 50 : COMPOST MADURO)

En extracto acuoso la relación C/N < 6.

**Nivel de  $\text{NH}_4^+$ :** En un compost maduro, la mayoría del nitrógeno presente es orgánico, el resto está en forma de nitratos, y una pequeña cantidad es amonio, se usa de color, papel que vira su color si se detecta presencia de amonio.

**Capacidad de Intercambio Cationico:** Se considera que el compostaje esta maduro, si adquiere una capacidad de intercambio Cationico  $> 60 \text{ meq}/100 \text{ g}$ .

**DBO<sub>5</sub>** Se considera que un compost es maduro si posee una carga orgánica de 350 mg O<sub>2</sub>/g de compost.

**Presencia de iones sulfuro:** Estos iones se forman en anaerobiosis y por tanto si se detecta la presencia de estos podemos determinar que el compost es inmaduro.

## **2.12 METODOS BIOLÓGICOS**

**2.12.1 Microorganismos patógenos** Un compost maduro y bien tratado debe estar exento de microorganismos patógenos; el numero de patógenos es variable dependiendo del material de partida, siendo tres las formas de transmisión de estos patógenos:

1- Oral: Consumo de alimentos procedentes de cultivos en el que se haya aplicado compost no curado: ***Salmonella, Shiguella, Vibrio S.P.***

2- Nasal: ***Legionella***

3- Cutánea: ***Leptospira***

Los organismos indicadores deben ser más resistentes que la mayoría de los patógenos, y sirven para ver el grado de reducción:

Coliformes totales, Coliformes fecales, **Salmonella**, Huevos de áscaris lumbricoides.

La reducción en número depende de:

Numero de partida, Tiempo de permanencia en el interior del bancal, Profundidad del mismo.

La EPA ha editado una serie de disposiciones para reducir de forma significativa los patógenos: criterios PSRP y otras para reducir aun más los patógenos en los sistemas de compostaje: PFRP.

### **2.12.2 Microorganismos implicados en el compostaje:**

-**Género *Basillus***: Actúan diferentes especies del genero, entre ellas destaca el termofilo: ***Basillus Stearothermophilus***.

-**Actinomycetes**: También actúan diferentes especies pertenecientes a los géneros: ***Micromonospora, Streptomyces, Thermomonospora, Thermoactinomyces***.

En la tabla cinco se presenta la temperatura y tiempo de inactivación en minutos de algunos organismos que intervienen en la destrucción de los microorganismos que actúan en el proceso de compostaje.-**Hongos**. Pertenecientes a los generos: ***Aspergillus, Mucor*** entre otros.

**TABLA 5 COMPARACIÓN DE PROCESOS DE INACTIVACION DE ALGUNOS MICROORGANISMOS EN EL PROCESO DE COMPOSTAJE.**

<b>Organismos Patógenos</b>	<b>Temperatura °C</b>	<b>Tiempo de inactivación minutos</b>
<i>Salmonella ssp</i>	55- 60	20-60
<i>Shigellasp</i>	55	60
<i>Escherichia coli</i>	55- 60	20-60
<i>Entamoeba histolytica</i> (quiste)	45- 55	1
<i>Taenia saginata</i>	55	1
<i>Trichinella spiralis</i> (larva)	55	Rapidamente
<i>Brucella suis</i>	55	60
<i>Brucella abortus</i>	62- 63	3
<i>Micrococcus pyogenes</i>	54	10
<i>Streptococcus</i>	54	10
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	60- 67	1- 20
<i>Corynebacterium diphtheriae</i>	55	45

Fuente: COSTA, Raúl y LINDENBERG, Roberto. Manual de la instrucción: el aspectos técnicos del servicio del aseo - el compostificación. Brasil; Programa OPS / EHP / CEPIS Regional; 1982.

### 2.13 EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LOS COMPOST EN LA ZONA DE ESTUDIO

Para la obtención del compost en las fincas donde se realizó la investigación, se estableció como criterio fundamental, mantener un bajo costo en infraestructura y utilizar materiales existentes allí. Se inició la producción de compost durante el mes de enero de 1999, con resultados aparentemente satisfactorios.

El proceso seguido fue:

- Selección de material orgánico animal y vegetal.
- Picada del material con el molino de martillo.
- Humedecimiento de la materia orgánica animal.

Aunque el proceso de compostaje puede llegar a inhibir materiales no deseados, se decidió no utilizar maderas y plantas infectadas; por ejemplo: hojas y vástago de plátano infestadas con antracnosis.

Para las pilas de compostaje, se dispuso de un medio sombreado, ya que esta situación favorecería el mantenimiento de la humedad y la vida de los microorganismos.

Se impermeabilizó el suelo, para evitar posibles lixiviados a las capas inferiores del terreno.

Las pilas de compost se conformaron con el material cortado en pequeñas partículas, para hacer más rápido el proceso de compostaje, se adiciono mantillo de bosque.

Un compost se hizo con solo material vegetal y el otro con vegetal y animal.

La altura de la pila fue de 1,20 metros y la anchura aproximadamente de 3 metros, algunos autores proponen pilas más grandes de hasta 3 metros de altura por 10 de anchura. En la presente investigación, fue más fácil manipular pilas pequeñas.

El material se dispuso y mezclo homogéneamente, evitando la compactación de la pila. Con una buena humedad y aireación, el proceso de compostaje se inicio rápidamente, reproduciéndose las bacterias aeróbicas.

Las pilas se mantuvieron siempre en el mismo sitio, de esta forma, las lombrices del suelo y las bacterias existentes en él, volvían a iniciar el proceso cuando construíamos nuevas pilas.

Las pilas se taparon con hojas de Mataratón, que después pasar a formar parte del propio compost, para evitar una excesiva insolación.

### **2.13.1 El proceso biológico**

Una vez creadas las pilas, estas alcanzaban fácilmente temperaturas de entre 60 y 85 grados, suficientes para que mueran las semillas de hierbas y gérmenes no deseados.

### **2.13.2 El Proceso de compostaje**

En la primera fase de compostaje se efectuó una buena aireación de las pilas, el compost se volteaba como mínimo cuatro veces, durante los primeros cuatro meses.

### **2.13.3 El Proceso de maduración**

Este proceso duró 4 meses, fase donde no se hizo ningún volteo.

El material maduro se cribó y la parte leñosa se integro a un nuevo compost, la resultante se aplica de acuerdo a recomendaciones establecidas.

**TABLA 6 ANALISIS FISICO-QUIMICOS Y QUIMICOS  
DE DOS MUESTRAS DE COMPOST**

PARAMETROS	MUESTRA	
	1	2
PH	6.70	8.01
Conductividad Eléctrica (milimhos/cm)	5.10	6.10
Humedad (g/100g)	3.29	2.05
Nitrógeno Total (g/100g)	0.17	0.58
Carbono Orgánico (g/100g)	1.82	1.98
Materia Orgánica (g/100g)	3.14	3.42
Nitrógeno Orgánico (g/100g)	0.16	0.17
Cenizas (g/100g)	80.12	90.50
<b>MINERALES</b>		
Calcio (meq/100g)	2.997,16	2.954,01
Magnesio (meq/100g)	28.468,52	37.909,05
Sodio (meq/100g)	218,58	818,08
Potasio (meq/100g)	1.512,14	1.845,68
Fosfatos (mg/100g)	3.339,7	1.206,95
Sulfatos (mg/100g)	3.339,7	1.206,95
Hierro (mg/100g)	158.15	106,16
Cobre (mg/100g)	48,44	22,90
Zinc (mg/100g)	22,41	4,97
Manganeso (ppm)	87,05	55,62

**Fuente: Lacera R, Armando. Laboratorio de Química, Universidad del Magdalena, octubre, 2000. Santa Marta.**

1. Mantillo de Bosque Hojarasca
2. Hojarasca + Residuos Vegetales de Cultivo + Estiércol de Bovino.

## 2.14 DISCUSIÓN

En la presente investigación se hicieron comprobaciones con aportación de diversos materiales, con riegos más o menos frecuentes, tomando la temperatura de las pilas durante el proceso de compostaje, resultando difícil superar los 60° C, que sí se

consiguieron durante los primeros días posteriores a la creación de las pilas. Se logró en una primera fase experimental superar esta temperatura con la aportación de Mataratón (*Gliriceda Sepium*) a razón de 1,5 y 2 Kg. Por m<sup>3</sup> O materia orgánica animal, en una proporción 0,5 y 1Kg respectivamente por cada m<sup>3</sup> de material compostado. En otros casos también resultó positiva la aportación de otras leguminosas en proporciones de 1,0 y 1,5 Kg.

Es importante tener claro las fases del proceso de fermentación que pueden durar pocos días ( algunas semanas ), para pasar rápidamente a la fase de maduración

Actualmente y después de este periodo de aprendizaje e investigación, los productores siguen creando pilas en las mismas zonas donde anteriormente se hicieron las primeras pilas de compost, para aprovechar los microorganismos y gusanos existentes en el subsuelo. Estas pilas van a taparse con el propio compost existente, y que se encuentra en fase de maduración, y para el año 2001 se espera poder disponer de una zona de maduración sombreada con malla polisombra.

El proceso de compostaje conlleva dos fases:

Fase de mineralización neta: En esta fase del compostaje propiamente dicha, los microorganismos presentan una actividad máxima, ya que tienen una gran facilidad para encontrar compuestos que pueden utilizar.

El proceso aerobio permite operar en la fauna de hongos, bacterias e invertebrados que se multiplican produciendo calor. Para ello se precisan los dos elementos esenciales de la naturaleza, el agua y el aire, pero es necesario dosificarlos teniendo en cuenta el tipo de materiales y el clima. La descomposición provoca aumentos de temperatura de hasta 75°C, que se atenúan cuando pasan dos, tres o cuatro semanas. Debido a esto, es imprescindible vigilar la humedad.

Si el compost está demasiado pegajoso y brillante es que tiene demasiada humedad. En esta situación, el exceso de agua desplaza el aire, necesario para la vida de los hongos, bacterias e invertebrados, y además, se pueden desarrollar bacterias que no precisan oxígeno (anaerobias). Entonces viene la putrefacción y el mal olor. Para solucionar esta situación es preciso voltear y airear el compost, y quizás añadirle materiales secos.

Cuando el compost tiene un aspecto pálido y decolorado, tal vez está demasiado seco. Esto podría provocar la paralización del proceso de descomposición, por eso es tan importante la intercalación adecuada desde el principio del proceso, de materiales húmedos junto con leñosos. En este caso hay que voltear y humedecer el montón. Podría suceder que el compost se pusiera demasiado caliente, con más de 75°C si tuviera exceso de N o falta de humedad. Entonces el N se hace amoníaco y las sustancias que generan el humus se queman, con lo cual el montón se secaría antes de tiempo. En la fase de descomposición del compost en circunstancias normales, sin demasiada humedad ni sequedad, es necesario voltear el montón a las cuatro y a las ocho semanas. El volteo puede llevarse a cabo con más frecuencia. En

circunstancias normales, sin demasiada humedad ni sequedad, es necesario voltear el montón a las cuatro y a las ocho semanas. El volteo puede llevarse a cabo con más frecuencia. En circunstancias anormales con un compost demasiado húmedo o seco, hay que actuar cuando las anomalías sean evidentes. Un par de volteos al montón aunque supongan más trabajo nunca vienen mal. Tras cada volteo se producirá un aumento de temperatura que irá siendo menos significativo tras cada volteo del montón.

En esta fase se pueden diferenciar tres etapas:

a) Autocalfacción: en esta etapa se produce un proceso de higienización  $T^a = 60 - 70^{\circ}\text{C}$ , durante 1 ó 2 semanas.

El calor de esta etapa se debe al calor metabólico desprendido por los microorganismos durante el crecimiento.

Los microorganismos termófilos dominan.

b) Enfriamiento: recolonización por microorganismos mesófilos, dura entre 2 - 6 semanas.

c) Remoción: Mezcla de todo el material, las capas interiores salen al exterior y viceversa; después se recubre con una capa de tierra de unos 20-30 cm. Esta capa de tierra actúa como capa de aislamiento, así no se pierde  $T^a$ .

En la fase de humificación neta:

En esta fase la actividad de los microorganismos, se ve ralentizada pues hay poco material fácilmente biodegradable.

En esta fase, el interior del compost no está a más de 20-30°C. Es la temperatura ideal para que los hongos y los pequeños invertebrados (insectos y gusanos) que llegan al compost se multipliquen, se alimentan de microorganismos de otros invertebrados, de restos de plantas en descomposición y contribuyen a la formación del humus. Hay que voltear el montón de compost cada dos meses, este volteo provoca cada vez menos recalentamiento en el compost que madura. Puede ocurrir que en los silos abiertos el interior del montón esté bien degradado, mientras que la descomposición de los laterales sea imperfecta debido al exceso de sequedad. Esto justifica voltear el montón cada dos meses. El compost está maduro cuando emite un agradable olor a tierra de bosque y presenta una estructura grumosa de color marrón. La mayoría de los gusanos habrán abandonado el montón por falta de alimento.

En esta etapa por el contrario predomina la polimerización. Se necesita la existencia de *Eisenia foetida*; se añaden aproximadamente 1000 lombrices/Tm de compost, ésta lombriz produce un proceso que proporciona un compost de gran calidad.

Al final del proceso se recuperan 23 Kg lombrices/Kg de compost.

La duración de esta etapa es de 1 ó 2 meses.

## CAPITULO 3

### **3 ENSAYOS SOBRE PRODUCCIÓN DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum*) CON APLICACION DE DOS TIPOS DE COMPOST EN LA ZONA DE ESTUDIO.**

#### **3.1. MATERIALES Y METODOS**

El ensayo se realizó, entre julio y septiembre del 2000, en el Municipio de Santo Tomas (Atlántico), en la parcelación "Las Mercedes", kilómetros 5 sobre el carretable que conduce a Polo Nuevo.

Se úso un modelo cuasi -experimental de investigación participativa a cielo abierto, teniendo en cuenta los residuos orgánicos generados en las fincas de los productores y el estiércol de los animales de la finca del mismo nombre de la vereda ("Las Mercedes"), que presenta suelos con características homogéneas, originados por dunas con depósitos de arenas finas y medianas con topografía ondulada y pendientes entre 1 y 7%

Para el estudio estadístico se empleó un diseño de bloques al azar con dos tratamientos y un testigo, sin repeticiones (Gómez, L. Hernán).

### **3.2. VARIEDAD DE TOMATE**

Para el presente trabajo se sembró la variedad Chonto Río Grande, conocida vulgarmente como "Mano de Piedra" o "Cuero Duro" por ser la mas consumida y conocida en el medio (figura 6).

### **3.3. SEMILLERO**

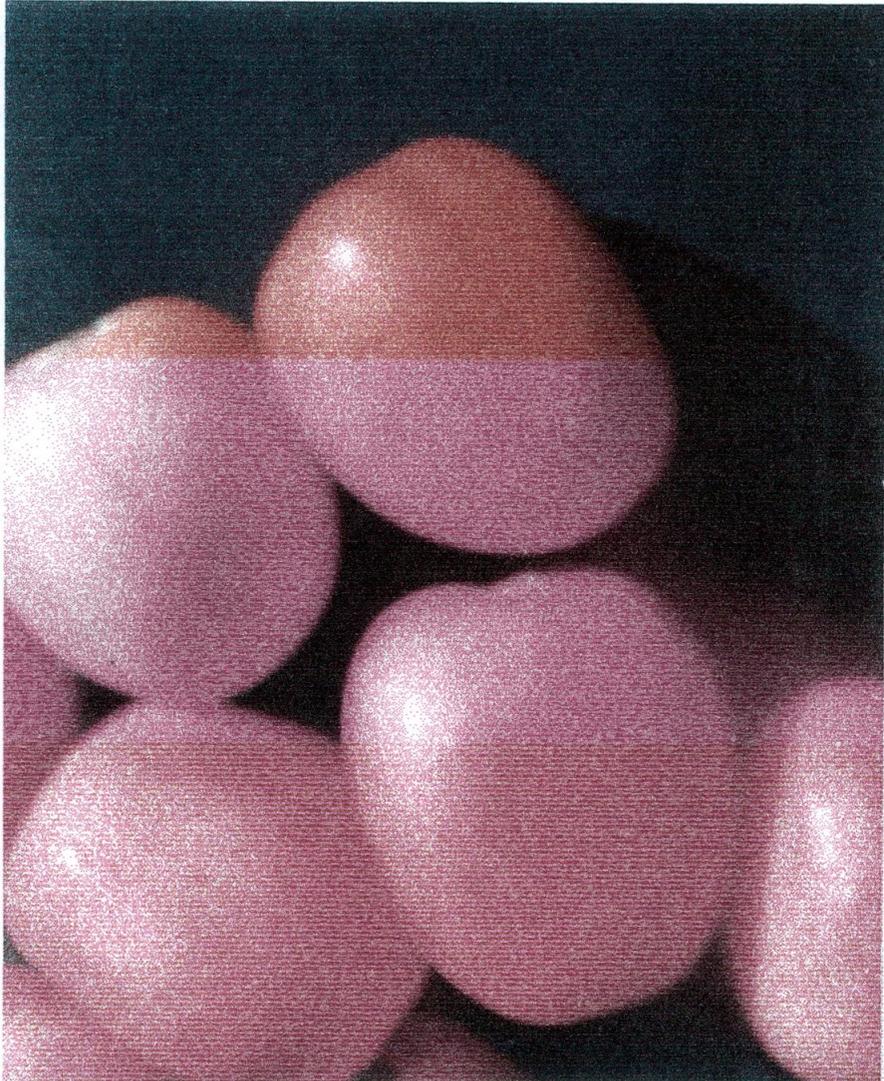
Se montó un semillero de manera convencional, como normalmente lo realizan los productores de la región: un metro de ancho por diez de largo; el suelo de la era se picó y aplicó materia orgánica y ceniza. Se hizo la siembra a chorrillo, efectuando riego cada tres días.

El control de plantas no deseadas y plagas se realizo manualmente; a los veintidós días se suspendió el suministro de agua. Y a los 25 se seleccionaron plantas que mostraron las siguientes características:

- Sanas y con altura de 20 cm
- Con igual numero de hojas
- El mismo vigor.
- Sin daño radicular

El transplante fue llevado a cabo en las horas de la tarde, para garantizar la recuperación de la planta por evapotranspiración

**FIGURA 6 TOMATE VARIEDAD "CHONTO RIO GRANDE"**



### **3.4. PREPARACIÓN DEL TERRENO**

Fue realizado en forma tradicional, en suelos sin mecanizar; haciendo al inicio una calicata para establecer el perfil del suelo, las características de los horizontes, y su profundidad efectiva. Seguidamente se procedió a la tumba del monte, realizando deshierbe y adecuación de suelos. A continuación se hizo la ahoyada a 1 metro entre surcos, y a 25 centímetros entre plantas, estableciendo tres bloques con sus respectivos tres tratamientos.

Cada uno de los tratamiento estaba compuesto por dos hileras de 10 plantas sembradas a 1 metro entre surco y 0.25 cm entre planta, en dirección oriente a occidente.

### **3.5. FERTILIZACIÓN**

Para realizar el abonado del cultivo se aplicaron 500 gramos de compost por cada hueco, 15 días antes del transplante, incorporándolo al suelo; del cual se tomaron muestras para ser analizadas 15 días después del transplante. Los tratamientos fueron conformados en la siguiente forma:

-El primero lo conformaron 20 plantas de tomate Chonto Río Grande, abonadas cada una con 500 gramos de compost de hojarasca.

-El segundo tratamiento también estuvo compuesto por 20 plantas de tomate variedad Chonto Río Grande, abonadas con 500 gramos de compost de residuos vegetales y estiércol de bovinos y un testigo con 20 plantas, sin abono orgánico.

-El testigo lo conformarán 20 plantas, a las cuales no se les aplicó ningún tipo de abonamiento.

El trasplante se realizó a los 23 días después de la siembra. Los riegos se llevaron a cabo inicialmente cada dos días dependiendo, de las lluvias y necesidades del cultivo (ver figura 8,9 y 10).

### **3.6. LABORES CULTURALES**

**Aporque:** Esta labor se realizó a los 8 y a los 15 días después del trasplante, consistente en amontonar tierra al pie de la planta para estimular las raíces adventicias que genera el tomate y que le permite un mayor anclaje a la planta.

**Riego:** Los riegos ( 3 veces por semana) se realizaron en las horas de la mañana para que la planta se secase antes de la noche. Los periodos críticos de agua fueron:

Antes y después del trasplante para asegurar que la planta se estableciera.

En las etapas de crecimiento, floración y fructificación, que son considerados como periodos críticos. El déficit de agua después del periodo de floración puede producir frutos con pudrición apical por deficiencia de calcio.

**FIGURA 7 CULTIVO DE TOMATE (*Lycopersicon  
Esculentum*) ABONADO CON COMPOST MIXTO**



**FIGURA 8 CULTIVO DE TOMATE (*Lycopersicon  
Esculentum*) ABONADO CON COMPOST DE HOJARASCA**



**FIGURA 9 CULTIVO DE TOMATE (*Lycopersicon  
Esculentum*) TESTIGO SIN ABONO**



### 3.7 INTERPRETACION DE LOS ANÁLISIS DE SUELO DE LAS FINCAS "LAS MERCEDES" Y "EL PELÚ" EN EL MUNICIPIO DE SANTO TOMAS DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO,

En la tabla 8 se presentan los resultados de los análisis físicos y químicos de las dos muestras de suelo recolectadas en las fincas "Las Mercedes " y "El Pelú", antes y después de haber sido abonadas con dos sustratos de compost de hojarasca y una mezcla de residuos orgánicos consistente en vegetales y estiércol de bovinos, posteriormente aplicadas en los sitios donde fue transplantado el tomate.

El compost mixto a base de residuos vegetales y estiércol de bovino produjo mejores resultados que el compost de hojarasca y los dos, a su vez, lo hicieron mejor el testigo.

**TABLA 7 ANALISIS COMPARATIVO DE DOS MUESTRAS DE SUELO, ANTES Y DESPUÉS DE APLICARLES COMPOST**

VARIABLES	ANTES		DESPUES	
	LAS MERCEDES	EL PELÚ	LAS MERCEDES	EL PELÚ
Textura	Arenosa	Arenosa	Arenosa	Arenosa
pH	8.62	6.74	8.40	8.25
C.E (mhos/cm)	2.60	0.90	1.20	0.50
Carbono Orgánico(g/100g)	0.26	0.29	0.69	1.65
Materia Orgánica (g/100g)	0.45	0.50	1.19	2.84
Nitrógeno Total (g/100g)	0.023	0.025	0.059	0.082
Fósforo (ppm )Bray II	37.23	37.26	29.70	37.80
Calcio (%)	0.28	0.38	0.28	0.38
Magnesio (%)	0.17	0.06	1.30	1.40
Potasio (meq/100g)	0.27	0.14	1.33	1.87
Sodio (meq/100g)	3.72	3.18	1.02	1.00
C.I.C (meq/100g)	18.93	15.77	-	-
Cobre (ppm)	33.27	93.75	3.08	3.88
Hierro (ppm)	65.58	90.85	5.94	3.92
Zinc (ppm)	1.93	10.92	0.70	0.42
Manganeso (ppm)	11.10	31.52	39.48	44.18
Sulfato	-	-	76.75	125.20

Fuente: Lacera R, Armando. Laboratorio de Química, Universidad del Magdalena, octubre, 2000. Santa Marta.

Evaluando los resultados de la tabla anterior, se puede establecer un comportamiento en las diferentes características físicas y físico-químicas de la siguiente manera:

#### **3.7.1.1. TEXTURA:**

Antes y después de la aplicación de compost ambas muestras del suelo reportaron textura arenosa.

#### **3.7.1.2. pH:**

Las dos muestras de suelo presentaron valores de pH mayores a 8,0 considerándose muy alcalino, significando la presencia de sodio, que muchas veces inhibe el crecimiento de algunos cultivos a concentraciones críticas.

Al comparar los resultados obtenidos con los suelos sin y con aplicación de compost, se deduce que el suelo de la Finca "El Pelú" fue más afectado por la presencia de compost que el de "Las Mercedes" que de pH 6.74 se incrementó a 8.25.

#### **3.7.1.3. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA:**

Es concordante con los resultados obtenidos en el primer análisis de suelo (tabla 3) en donde se determinó un mayor valor en "Las Mercedes" en comparación a "El

Pelú". Sin embargo, la aplicación de compost hizo un efecto positivo sobre el suelo, ya que hubo disminución de la C.E. ( 1.20 milimohos/cm para "Las Mercedes" y 0.50 milimohos/cm para El Pelú), en ambos suelos muestreados.

**TABLA 8 SIGNIFICANCIA DE LA SALINIDAD, SEGÚN LOS NIVELES DE CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (milimohos/cm) MEDIDOS EN SUELOS.**

<b>CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (milimohos/cm)</b>	<b>INTERPRETACIÓN SALINA</b>
0 - 2.0	No
2.0 - 4.0	Muy ligeramente
4.0 - 8.0	Moderadamente
8.0 - 16.0	Fuertemente
> 16.0	Muy ligeramente

Fuente: ICA Fertilización en diversos cultivos. Quinta Aproximación octubre, 1987. Bogotá.

#### **3.7.1.4. CARBONO ORGANICO:**

Los resultados del análisis de suelo de la primera muestra fueron 0.26 y 0.29 (milimohos /cm). Después de la aplicación de compost, el contenido de carbono orgánico en los suelos de "Las Mercedes" se incrementó 2.6 veces, mientras que en la finca "El Pelú" el incremento fue de 5.6 veces.

### 3.7.1.5. MATERIA ORGANICA:

Con relación a la materia orgánica también hubo un incremento porcentual después de la aplicación de compost: de 0.45 a 1.19% en "Las Mercedes"; y de 0.50 a 2.84%, en "El Pelú". El último valor porcentual de Materia Orgánica, en cada finca, corresponde a 23.0 y 56.8 toneladas/Ha de materia orgánica, respectivamente. Ver tabla 3.

**TABLA 9 ESTIMATIVO PORCENTUAL DE MATERIA ORGANICA EN SUELOS CON BASE EN EL CLIMA CORRESPONDIENTE.**

CLIMA	BAJO	MEDIO	ALTO
Frío	< de 5	5 a 10	> de 10
Templado	< de 3	3 a 5	> de 5
Cálido	< de 2	2 a 3	> de 3

Fuente: ICA Fertilización en diversos cultivos. Quinta Aproximación octubre, 1987. Bogotá.

### 3.7.1.6 NITROGENO ORGANICO

Se determinó dividiendo por 20 los valores experimentales de Materia Orgánica, después de la aplicación del compost, correspondiendo al suelo de "Las Mercedes" 0.059 g/100g; y 0.082 g/100g, a "El Pelú" (Tabla 3), equivalentes a 1180 y 1640 kg/Ha de nitrógeno, respectivamente.

### **3.7.1.7 FOSFORO :**

Los valores del fósforo se pueden considerar como medios, de acuerdo al método Bray II, ya que los niveles variaron entre 29.7 Y 37.9 ppm (Tabla 3), los cuales pueden considerarse como valores aceptables en estos suelos. (I.C.A.)

### **3.7.1.8. BASES INTERCAMBIABLES:**

Comprenden la sumatoria de Ca, Mg, K, y Na (meq/100g de suelo). En general se puede afirmar que son bajos los niveles de Ca. en las fincas las "Las Mercedes" y "El Pelú" antes y después de ser aplicado el compost, siendo ambos valores iguales a 0.28% en la primera finca y de 0.38% en la segunda finca.

Aunque se pueden considerar bajos los niveles de magnesio, es importante destacar que efectivamente hubo un efecto benéfico sobre los dos suelos con la aplicación de compost. Así antes de aplicar compost el suelo de "Las Mercedes" presento un contenido de dicho mineral igual a 0.17%; y después de la aplicación 1.3%. El suelo de la Finca "eL Pelú", antes del compost mostró un contenido igual a 0.06, y después de aplicado el compost el valor obtenido fue igual a 1.4% (Tabla 6), que sin lugar a dudas es el resultado más benéfico de mejoramiento por agregado de compost.

También son bajos los niveles de potasio en ambos suelos. No obstante es importante destacar que el agregado de compost también mejora los niveles de este

mineral: casi 5 veces en "Las Mercedes", ( de 0.27 a 1.33 meq/100g) y 13 veces en el suelo de " El Pelú" ( 0.14 a 1.87 meq/100 g.).

Al agregar Compost, se disminuyeron en alto grado las concentraciones de sodio: mas de tres y media veces en el suelo de "Las Mercedes" ( de 3.72 a 1.02 meq/100g); y más de tres veces en el suelo del "El Pelú" ( de 3.18 a 1.0 meq/100g). Es decir, se comprueba que el agregado de materia orgánica origina un beneficio en los suelos, pues disminuye la concentración de sodio y por ende, peligros mayores de sodicidad. Sin embargo, los valores de sodio, en ambos suelos sometidos a la aplicación de compost, son prácticamente iguales a 1.0 meq/100g.

En la tabla 10 se presentan los valores de interpretación de las Bases Intercambiables.

**TABLA 10 ESTIMATIVO CONCEPTUAL DE LAS BASES EN EL SUELO**

<b>BASE MINERAL</b>	<b>BAJO</b>	<b>MEDIO</b>	<b>ALTO</b>
Calcio (meq/100g)	< 3	3 - 6	> 6
Saturación(%)	< 30	30 - 50	> 50
Magnesio (meq/100g)	< 1.5	1.5 - 2.5	> 2.5
Saturación(%)	< 15	15 - 25	> 25
Potasio (meq/100g)	< 0.20	0.20 - 0.40	> 0.40
Saturación (%)	< 2	2- 3	> 3
Sodio (meq/100g)	Su contenido debe ser menor de (meq/100g)		
Saturación (%)	Debe ser > 15%		

La relación normal de Ca: Mg: K debe ser igual a 3 : 1 :0.25

Fuente : Fertilización en Diversos Cultivos Quinta Aproximación I.C.A.

### 3.8. ELEMENTOS MENORES:

Dentro de los elementos menores son considerados Cu, Fe, Zn y Mn, cuyos registros fueron bajos, muy concordantes con el concepto de que a medida que se incrementa el pH del suelo por encima de 6.0, la aprovechabilidad específicamente de algunos elementos menores como Cu, Fe, Zn, Mn y Bo; disminuyen.

Los niveles de Cobre en los suelos tratados con Compost fueron iguales a 3.08 ppm ("Las Mercedes") y 3.88 ppm ("El Pelú") que pueden ser considerados altos (Tabla 10), lo que es normal en suelos orgánicos.

Los valores de Hierro (5.94 y 3.92 ppm) deben considerarse también como bajos, ya que se encuentran por debajo de 25.0 ppm (Tabla 10), lo que es normal en suelos orgánicos.

Ambos suelos tratados con compost contienen valores bajos de Zinc (menor a 1.5 ppm): El de "Las Mercedes", 0.70 ppm; el de "El Pelú", 0.42 ppm.

Se registraron niveles altos de Manganeso: 39.48 y 44.18 ppm (suelos con compost "Las Mercedes y El Pelú", respectivamente), mayores de 10.0 ppm (Tabla 10).

Se puede presentar toxicidad por exceso de Mn en el suelo, anomalía que se corrige con enclamiento y mejorando las condiciones de oxidación del suelo.

**TABLA11 NIVELES CRITICOS GENERALES PARA ELEMENTOS MENORES DE ACUERDO AL CRITERIO DEL ICA. ( VALORES (ppm))**

<b>ELEMENTO</b>	<b>BAJO</b>	<b>MEDIO</b>	<b>ALTO</b>
Manganeso	5.0	5.0 10.0	10.0
Hierro	25.0	25.0 50.0	50.0
Zinc	1.5	1.5 3.0	3.0
Molibdeno	0.1		

Fuente: ICA. Fertilización en diversos cultivos. Quinta Aproximación octubre, 1987. Bogotá.

### **3.9. INTERPRETACION DE RESULTADOS SOBRE LA PRODUCCIÓN DE TOMATE.**

Las variables estudiadas durante el desarrollo de la investigación fueron: Altura, número de hojas, número de inflorescencias, número de frutos y peso de los frutos.

De dichas variables sólo se evaluó estadísticamente la producción de frutos por tratamiento, dada su importancia para el productor y las pocas diferencias significativas de las demás variables entre tratamientos.

#### **3.9.1. Diseño experimental**

Antes y después de la aplicación de los 500 gramos de Compost, se hicieron muestreo de los suelos para evaluar las características físicas y químicas: Textura, estructura, pH, N, P, K, CIC y otros.

Se hizo análisis de suelo del sitio donde se evaluaron las características físicas y químicas del suelo antes, y después de la aplicación de 500 gramos de compost para

cada sitio tales como: Textura, estructura, ph, N, P, K, CIC, Bases Intercambiables.  
(Ver tabla 6)

Las mediciones se efectuaron en toda la población pero se despreciaron los bordes del cultivo. Se recogió la Información estadística sobre la producción de tomates ( en kilogramos cosechados por planta) considerando en tomar por cada tratamiento solo una muestra representativa del 50% ( 10 plantas por tratamiento)

Para poder evaluar el comportamiento del rendimiento de la producción del tomate, se hizo inicialmente una prueba de bloques al azar, para establecer el comportamiento de cada tratamiento.

El tratamiento uno correspondió a los las aplicaciones con compost de origen vegetal y el tratamiento dos con material de origen animal, en la tabla 11 se puede ver la diferencia en cuanto a productividad por experimento. De acuerdo con esta prueba estadística se puede inferir que el tratamiento 2 es el que mejores promedios tuvieron en los distintos ensayos realizados en la Investigación.

Se puede concluir que el mejor compost para este tipo de cultivo, que es exigente en materia orgánica son aquellos que contengan materia orgánica de origen animal por su riqueza en diversidad de elementos mayores y menores.

**TABLA 12 INFORMACIÓN CORRESPONDIENTE AL NUMERO DE PLANTAS, TRATAMIENTOS Y RENDIMIENTO QUE SE UTILIZARON EN EL DISEÑO EXPERIMENTAL.**

<b>TRATAMIENTOS</b>			
<b>Nº de plantas</b>	<b>T - 1</b>	<b>T - 2</b>	<b>TESTIGO</b>
1	0.87	0.98	0.56
2	0.90	0.99	0.67
3	0.76	0.89	0.78
4	1.01	0.87	0.67
5	0.98	0.86	0.70
6	0.87	0.78	0.66
7	0.97	0.92	0.70
8	0.86	1.20	0.60
9	0.74	0.86	0.72
10	0.87	0.90	0.60
11	0.72	1.10	0.71
12	0.65	0.97	0.78
13	0.71	1.34	0.69
14	0.67	0.87	0.56
15	0.78	0.79	0.48
16	0.88	0.95	0.90
17	0.98	1.06	0.67
18	0.73	0.93	0.59
19	0.84	0.85	0.81
20	0.77	1.00	0.58

**Fuente: los autores Santo Tomás, Octubre 2000**

Para poder trabajar Bloques al Azar se ordeno la información en tres columnas en donde la columna 1 corresponde a los Bloques; la columna 2 a los tratamientos y la columna 3 a los rendimientos en peso. La variable respuesta es el rendimiento en pesos de cada planta. (figura 9)

**FIGURA 10** COSECHANDO TOMATE (*Lycopersicon  
Esculentum*)



**TABLA 13 INFORMACIÓN ORDENADA EN TRES COLUMNAS PARA PODER SISTEMATIZAR LA INFORMACIÓN Y APLICAR EL PROGRAMA.**

<b>BLOQUES</b>	<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>PRODUCCIÓN Kg /planta</b>
1	A	0.72
1	B	1.10
1	C	0.71
2	A	0.65
2	B	0.97
2	C	0.78
3	A	0.71
3	B	1.34
3	C	0.69
4	A	0.67
4	B	0.87
4	C	0.56
5	A	0.78
5	B	0.79
5	C	0.48
6	A	0.88
6	B	0.95
6	C	0.90
7	A	0.98
7	B	1.06
7	C	0.67
8	A	0.73
8	B	0.93
8	C	0.59
9	A	0.84
9	B	0.85
9	C	0.81
10	A	0.77
10	B	1.00
10	C	0.58

**Fuente: los autores Santo Tomás, Octubre 2000**

### 3.9.2. ANALISIS DE VARIANZA:

Después que se organiza la información en tablas se procede a aplicar el análisis de varianza en donde se establece la Hipótesis nula ( Ho) y la Hipótesis alterna (Ha) en donde la Hipótesis nula será:

Ho = Mt1 = Mt2 = Mt3 Si hay diferencia entre tratamientos

Ha = Mb1 = Mb2 = Mb3 Si hay diferencia entre bloques.

Se aplica el Análisis de varianza, para determinar la varianza es comparar tres o mas grupos de medidas continuas; para nuestro caso, los rendimientos entre tres tratamientos

**TABLA 14 ANALISIS DE VARIANZA DEL COMPORTAMIENTO DE LOS TRATAMIENTOS Y BLOQUES DEL EXPERIMENTO DEL COMPOST EN TOMATE**

UNICO METODO					
	Suma de cuadrados	df	Cuadrados medios	F	SIGNIFICANCIA
PESO EFECTO	0.691	11	281E-02	4,181	.004
COMBINADO	0.191	9	119E-02	1,410	.255
DE BLOQUE Y	0.500	2	,250	16,651	.000
TRATAMIENTOS	0.691	11	281E-02	4,181	.004
	0.270	18	502E-02		
	0.961	29	315E-02		

Peso por bloque, tratamiento, Todos los efectos entraron simultáneamente  
**Fuente: Elaborados por los autores, Santo Tomas, octubre 2000**

### 3.9.3. RESULTADOS DE INTERPRETACIÓN ESTADÍSTICA

La significación entre bloques dio un valor calculado igual a 0.255 que es mayor que el tabulado (0.05); es decir no existen diferencias estadísticas significativas entre Bloques.

La significación calculada entre tratamientos fue igual a 0.00 menor a la tabulada (0.05) por lo cual existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, los que fueron determinados mediante la prueba de TUKEY que es una prueba de contrastes de medias, conocida también como "Post hot test" o prueba a "posteriori", por que compara medias entre grupos y para lo cual la significancia se determina a un nivel de 0.05.

Después de aplicada la prueba de TUKEY se llegó a la conclusión, que el mayor tratamiento es el que tiene el mejor promedio;  $X_{t2}=10.76$ .

Los pasos son los siguientes:

Se calcula la diferencia entre las medias de los tratamientos

$$X_{t1} = 8.6 \quad X_{t2} = 10.76 \quad X_{t3} = 7.37$$

$$X_{t1} - X_{t2} = 8.6 - 10.76 = 2.16$$

$$X_{t1} - X_{t3} = 8.6 - 7.37 = 1.23$$

$$X_{t2} - X_{t3} = 10.76 - 7.37 = 3.39$$

Se calcula la desviación

$$SE = \sqrt{\frac{S^2}{n}}$$

Donde  $S^2$  = Cuadrados medios del error en Anova

Diferencia (  $X_{t1} - X_{t2}$  )

$$q = \frac{\text{Diferencia ( } X_{t1} - X_{t2} \text{ )}}{SE}$$

<b>q calculado</b>	<b>q tabulado</b>	<b>Decisión</b>
6,38	3,532	Se rechaza $h_0$
3,89	3,532	Se rechaza $h_0$
10,72	3,532	Se rechaza $h_0$

Se rechaza porque el (q) calculado es mayor que el (q) tabulado.

GL es igual a (N-1) igual (30 individuos menos 3 grupos) igual a 27° de libertad.

Como se rechazan las tres Hipótesis, se deben recurrir a las medias entre tratamientos y se concluye, que el mejor tratamiento es el tratamiento que tiene mayores medias. Para nuestro caso el tratamiento 2, que tiene 10,76 con relación al 1 que tiene 8,62 y al 3 que tiene 7,37.

## CAPITULO 4

### 4.1. CONCLUSIONES

- a) Se demostró que se pueden elaborar Compost, en comunidades rurales, a partir de sus desperdicios orgánicos animales y desechos vegetales resultantes de las faenas de cortes.
- b) Se llevaron a cabo aplicaciones de compostaje en los suelos pertenecientes a sendas fincas del municipio de Santo Tomás Atlántico.
- c) En general, los suelos (con problemas de salinidad y textura arenosa), se mejoraron al incorporársele materia orgánica compostada, preparada también durante este trabajo.
  - c.1) La materia orgánica mejoró en más de dos y media veces el suelo de "Las Mercedes"; y más de cinco y media veces el suelo de "El Pelú".
  - c.2.) Ambos suelos se enriquecieron en elementos minerales, tales como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio.
  - c.3.) Ocurrió la disminución en los registros de Conductividad Eléctrica y sodio, lo cual es un aspecto concluyente de lo positivo de la presente investigación.
  - c.4) Hubo disminución sustancial de los elementos menores: cobre, hierro, zinc; e incremento del manganeso.

- c.5.) Antes y después de la aplicación de compost el suelo de "Las Mercedes" registro valores del pH similares al de "El Pelú", este se incremento con el compost.
- d) El tomate aumentó significativamente en casi el doble en el suelo sometido a el tratamiento con materia organica animal, y en un 35% con material de Compost vegetal.
- e) La incidencia de problemas sanitarios en las plantas tratadas con los dos Compost fue menor que con el manejo convencional.
- f) La producción de biomasa fue muy superior con el uso de los compost, que con el sistema tradicional.
- g) Los productores asumieron las técnicas de compostaje rapidamente.

## 4.2 RECOMENDACIONES

Utilizando los residuos de cosecha de la finca para la producción de compost, el producto obtenido representa aproximadamente el 30% de la materia prima empleada.

Es recomendable utilizar los residuos domésticos para la producción de Compost. La variación de temperatura observada en las pilas durante el proceso es un indicativo de la actividad bioquímica que tiene lugar en la masa en compostaje. En todas las pilas, a los 5-7 días de iniciado el proceso se registran temperaturas altas que varían entre 60-69°C, lo cual es un factor importante para la destrucción de ciertos microorganismos patógenos. Se observa que pasado un tiempo de aproximadamente 3 semanas, la temperatura comienza a disminuir. En un proceso normal de compostaje está es un indicativo de que la actividad metabólica se va completando, que la fermentación es menos activa y necesita menos cantidad de oxígeno y humedad, y que la temperatura empieza a estabilizarse con la del ambiente, si esto no sucede desarme el Compost y vuelva construirlo.

Cuando los períodos de volteo son cortos (3-4 días), la aireación del material es buena y la flora activa sufre cambios cuantitativos y cualitativos. La población mesofílica es reemplazada por especies termofílicas que continúan con el proceso de fermentación. Esto se comprueba en las lecturas de temperatura de las pilas, donde

se observa que el comportamiento de este parámetro revela una fermentación mesofílica seguida de una termofílica.

Las variaciones de la temperatura se observan cada cierto intervalo. Estas disminuciones se dan precisamente los días correspondientes al volteo de la pila, y se deben a que el material que se encuentra en el interior de la pila a altas temperaturas, entra en contacto con la del ambiente. Posteriormente la pila recupera sus características (temperatura alta) y continúa la fermentación hasta que logra estabilizarse al finalizar el proceso de compostaje.

Se ha determinado que el tiempo mínimo necesario para la producción de compost está entre 45-60 días. Los siguientes 30 días son necesarios para la completa maduración del compost. Es posible comercializar el producto a los 60 días con la indicación de almacenarlo un tiempo antes de su uso.

La frecuencia óptima de volteos es: durante la primera etapa (aproximadamente 3 semanas) cada 6-8 días, y durante la segunda etapa (9 semanas) hasta un máximo de 90 días, cada 6-12 días.

No es necesario ni conveniente adicionar compuestos alcalinos a las pilas para regular el pH del material en compostaje, ya que no se observan variaciones significativas respecto al pH.

Al inicio del proceso de las pilas es importante tener cuidado en el manejo de este tipo de residuos para evitar problemas de salud al personal encargado, a quien se le debe proveer el equipo de protección personal necesario (guantes, botas, respirador, uniforme, etc.).

Para fines de otras investigaciones en cuanto a la evolución del proceso de compostaje, es recomendable aumentar el número de muestreos para los análisis de las pilas, tomando de 5 a 10 muestras por pila a lo largo del período de compostaje, lo cual, por razones presupuestales, no fue posible realizar en el presente estudio. Esto es particularmente importante en el caso de presencia de metales pesados tales como el mercurio y el cadmio cuando se compostan Tarullas u otras plantas acuáticas provenientes del río Magdalena.

Se recomienda vigilar la calidad del agua de riego para evitar incluir mediante esta vía elementos indeseables en las pilas de compost.

El compostaje ha sido una técnica utilizada desde siempre por los campesinos como una manera de estabilizar los nutrientes del estiércol y otros residuos, para su uso como fertilizante.

Su proceso consiste en el apilamiento de los residuos de la casa, los excrementos de animales y personas y los residuos de las cosechas para que se descompongan y transformen en productos más fácilmente manejables y aprovechables como abono.

De esta forma es un proceso lento, que no siempre conservaba al máximo los nutrientes y casi nunca se asegura la higiene de la mezcla. El compost elaborado en la presente investigación es un proceso aerobio que combina fases mesófilas (15° a 45 °C) y termófilas (45° a 70 °C) para conseguir la reducción de los residuos orgánicos y su transformación en un producto estable y valorizable.

-Usos del Compost: Puede definirse el compost como el corazón de la agricultura ecológica. Una vez que se agrega superficialmente compost sobre el terreno, contribuye, al igual que el humus, a conservar la estructura del suelo y a reconstituir su flora microbiana.

El compost agrega alimentos y materia orgánica al suelo, mejorando su textura y aumentando su capacidad de retener aire y agua. Grandes cantidades de compost se pueden aplicar al suelo en cualquier momento ya que no quema las raíces de la planta.

Un substrato es un medio que sirve de soporte físico a la planta y además le proporciona nutrientes y agua para su desarrollo. El compost se puede aplicar como substrato o enmienda para mejorar las cualidades de los suelos de cultivo.

Para hacerse un buen substrato tamice compost mediante un cedazo para separar partículas grandes. Mezcle dos partes de compost, una de tierra de cultivo y una de arena, úselo como material para pre-germinar material vegetal.

Se puede utilizar compost en prácticamente todos los usos de la turba. Si usted produce cantidades grandes de compost, esparza 5 cm sobre el terreno y cávelo a 15 - 20 cm de profundidad.

Si su abastecimiento de compost es pequeño, úselo para trasplantes. Excave el hoyo para su trasplante y mezcle compost en el suelo. El compost esponjará el suelo para las raíces de la joven planta y también la proveerá de micro nutrientes.

El propósito de la agricultura intensiva es cosechar el máximo producto posible en un espacio determinado. La llave de su éxito es el suelo fértil, rico en materia orgánica. El compost retiene alimentos en el suelo que serían lixiviados por el agua de lluvia o riego. Provee alimento para lombriz de tierra y microorganismos beneficiosos y facilita la penetración profunda de la raíz, permitiendo un menor cuadro de plantación.

Agregue compost al suelo alrededor de sus arbustos y árboles. Poner 5 cm de compost alrededor de las plantas mejora la retención de humedad, ventilación y fertilidad del suelo, y las protege contra las altas temperaturas.

Incorporar compost en el suelo es una manera óptima para establecer o renovar un pasto.

Esparza 5 cm de compost en el suelo antes de colocar o sembrar el pasto. Cuando un pasto establecido presenta claros, trabajar algo de compost en los puntos calvos antes de sembrar otra vez es una buena idea.

Fabrique abono líquido remojando una bolsa de harina o una vieja funda de almohada llena de compost en un cubo de agua hasta que se coloree el líquido. O revuelva una parte de compost en tres partes de agua. Usando este líquido para regar se marca una diferencia en las plantas.

Estos son los principios básicos del compostaje. Aplicándolos podrá efectuar un reciclado óptimo de sus residuos orgánicos.

La Biología.- La pila de compost es realmente una granja microbiológica. Las bacterias comienzan el proceso de fermentar la materia orgánica. Los hongos y protozoos pronto se unen a las bacterias y después miriápodos, insectos y lombrices de tierra hacen su trabajo.

Los Materiales.- Cualquier cosa que tenga crecimiento en la finca es alimento potencial para estos minúsculos trabajadores. El carbón y nitrógeno de las células muertas abastecen su actividad. Usan el carbono de los residuos como una fuente de energía, y el nitrógeno para formar las proteínas con que construir sus cuerpos.

La Superficie.- Cuanto mayor sea la superficie de los residuos en que puedan trabajar los microorganismos, más rápidamente se descomponen los materiales. Es

como un bloque de hielo expuesto al sol, que tarda en derretirse cuando es grande, pero se derrite muy rápido si se tritura. Cortar los residuos de cosecha con una pala o el machete, o triturarlos mediante una máquina para desmenuzar o segar acelerarán su proceso de compostaje.

**El Volumen.-** Una pila grande de compost retiene el calor de su actividad microbiológica. Su centro será más cálido que sus bordes. Con menos de 50 cm de lado habrá problemas para mantener el calor mientras que más de 100 cm dificultan el paso de aire para la vida de los microbios.

**La Humedad y Ventilación.-** Toda la vida sobre la Tierra necesita agua y aire. Los microbios en la pila de compost no son diferentes y funcionan mejor cuando los materiales a compostar están húmedos y les llega suficiente aire. El sol, el viento y la lluvia pueden afectar adversamente esta humedad equilibrada.

**Tiempo y Temperatura.-** Cuanto más caliente es la pila, más rápido es el compostaje. Se usa materiales con una mezcla apropiada, bien triturada y con un volumen suficientemente grande, y la humedad y la ventilación son adecuadas, se tendrá una pila de compost rápida y caliente.

En el compostaje doméstico la velocidad no es importante, por lo que no debe preocuparle que su pila no se caliente, lo que ocurrirá si usa poca variedad de residuos.

## BIBLIOGRAFIA

Asociación Nacional de Lombricultura. Información interna de la Asociación Nacional de Lombricultura. Lima. ( Perú), ANL, 1999.

Associação Brasileira de Engenharia Sanitária. Da de CPA el COMLURB prepara trabalho para IX da de Congresso Abes. Engenharia Sanitária 1977; 16(2):232-233. Presentado: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitaria, 9, Belo Horizonte, 3-7 jul. 1977.

BASCONES, I. y J. LOPEZ, R. Calibración de métodos para la determinación de P asimilable. Memorias. III. Jornadas Agronómicas, 2428 octubre, Cagua, Edo. Aragua. 1962.8 p.

BASCONES, I. y J. LOPEZ R. Ensayo de calibración de métodos para la determinación de fosforo asimilable en suelos de la Colonia Agrícola de Turén. Memorias. 11 jornadas Agronómicas. 2328 Nov. Maracay, Edo. Aragua. 1961. 10 p.

BRAY, R.H. and L.T. KURTZ. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soils. Soil Sci. 1945, 345 p.

BUCKMAN, H., Brady, N.. Naturaleza y propiedades de los suelos. Edit. Montaner y Simon. S.A. Barcelona. España. 1977, 590 p.

- CORONADO, Myriam. 1997. Efecto comparativo de tres enmiendas orgánicas; estiércol, compost y humus de lombriz en el cultivo de Cebada (*Hordeum vulgare* L.) variedad Yanamuclo. Tesis para optar el título de Ing. Agr. UNALM, Lima, Perú. 82 p.
- COSTA, Raúl y LINDENBERG, Roberto. Manual de la instrucción: el aspectos técnicos del servicio del aseo - el compostificación. Brasil; Programa OPS / EHP / CEPIS Regional; 1982.
- GOMEZ L., Hernán. Estadística experimental aplicada a las ciencias agrícolas, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, 1997.
- GONZALEZ T., R. Informe sobre calibración de fósforo y potasio del suelo y dosificación de abonos para el cultivo del ergo granero en el Estado Portuguesa. Maracay, Ven. Centro Nacional de investigaciones Agropecuarias. 1978.8 p (Mimeo).
- GONZALEZ, R., I. AVILAN y A. CHIRINOS. Métodos de análisis de fósforo de suelos de los Estados Barinas y Cojedes estudiados en invernadero. *Agronomía Trop.*27:3-14. 1977.
- GONZALEZ, R., I. AVILAN, C. LEON, A. CHIRINOS, J. DE BRITO y C.B. Mc CANTS. Modalidades de la relación "Análisis de P asimilable" respuesta al P observados en invernadero con algunos suelos de Yaracuy. *Agronomia Trop.*24:5585.1974.
- GOTAAS, Harold B., Compostaje; la Disposición Sanitaria y Reclamación de Basuras Orgánicas. Ginebra; la Organización de Salud Mundial; 1996.

- GROSS, A. 1986. Abonos. Guía práctica de la fertilización Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 560 p,
- GUERRERO, Juan. Abonos Orgánicos. Tecnología para el Manejo Ecológico del suelo. RAAA. Lima, (Perú). 1993, 90 p.
- INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO; Compendio sobre suelos de Colombia y fertilización de cultivos, ICA, Bogotá (Colombia), 1980
- INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTÍN CODAZZI; capacidad de los suelos de la llanura del caribe, Bogotá, IGAC, 1980
- \_\_\_\_\_; Monografía del departamento del Atlántico. IGAC, Bogotá, 1980
- \_\_\_\_\_; Levantamiento Agrológico del Departamento del Atlántico. IGAC, Bogotá, 1985
- KOLMANS, Enrique; Vásquez, Darwin. Manual de Agricultura Ecológica. Movimiento Agroecológico de América Latina y el Caribe MAELA. Primera Edición, SIMAS, CICUTES – Managua, 1995. edit. Enlace. 222 p.
- MIRANDA, Edmundo. Efecto de diversas fuentes de materia orgánica en un sistema mixto de producción hortícola conducido biológicamente. Tesis para optar el título de Ing. Agr. 1997. UNALM. 122 p.
- MONTARO, J. Empleo del diseño Central Rotable compuesto en experimentos de fertilización. Filotecnia latinoamericana. San Jose (Costa Rica), 1972. 567p.
- NELSON, W.L., A. MEHLICH and E. WINTERS. The development evaluation and use of soil test for phosphorus availability. In: W.H. Pierre and Norman (ed). Soil and fertilizer phosphorus. ASA No. 4. Madison. Wis. 1953. p. 153188.

OLSEN, S.R., C.V. COLE, F S. WATANABE and LA. DEAN. Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sadinm bicarbonate. USDA. Cir. No. 939. 1954.

PRIMAVESI, Ana. Manejo Ecológico del suelo, quinta edición. Librería el Ateneo. Buenos Aires Argentina. 1982.

ROMERA Pérez, María Del Pilar . La importancia de la materia orgánica en la agricultura ecológica, [www.infoagro.com](http://www.infoagro.com) Enero, 2000

ROUSE, R.D. Soil test theory and calibration for cotton, com, soybeans and coastal bermuda grass. Bull. 375. Agric. Exp. Sta. Album Univ. 1968.67 p.

SATRIANA, M., J. Compostación de la balanza grande. Espinazo del parque; Noyes; la Corporación de los Datos; 1974.

TIM HAUG, Roger. Abono Organico - los principios y práctica; Pennsylvania; Technomic Publishing la Cía. Inc.; 1980.