aaF4327

UNIVERSIDAD CATOLICA ANDRES BELLO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

DISEÑO DE EQUIPOS SIMPLES Y ECONOMICOS PARA LA PRODUCCION ACELERADA DE COMPOST A PEQUEÑA Y MEDIANA ESCALA, EN BASE A DESECHOS DOMESTICOS.

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO
presentado ante la
UNIVERSIDAD CATOLICA ANDRES BELLO
como parte de los requisitos para optar al titulo de
INGENIERO INDUSTRIAL

REALIZADO POR Bergueiro P., María Rosalía
Pestana, A., María de la Paz

PROFESOR GUIA Ingº. Manuel Urdaneta R.

FECHA 8 de noviembre de 1985

UNIVERSIDAD CATOLICA ANDRES BELLO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

DISEÑO DE EQUIPOS SIMPLES Y ECONOMICOS PARA LA PRODUCCION ACELERADA DE COMPOST A PEQUEÑA Y MEDIANA ESCALA, EN BASE A DESECHOS DOMESTICOS.

Este Jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su contenido con el resultado: SOBRESALIENTE

JURADO EXAMINADOR

Firma:	Firma:	Firma:
Nombre: MANUEL URDANETA	Nombre: JOSEBA A. LASCURAIN	Nombre: Alfredo Coll García

REALIZADO POR	Bergueiro P., María Rosalía Pestana, A., María de la Paz
PROFESOR GUIA	Ingº. Manuel Urdaneta R.
FECHA	8 de noviembre de 1985

A G R A D E C I M I E N T O

A nuestro tutor, Ingeniero Manuel Urdaneta por sus orientaciones, por su excelente y extensa ayuda y por el estímulo y optimismo que de él hemos recibido durante la realización de este trabajo.

Al Centro de Reciclaje y Agricultura Urbana de Caricuao por compartir información.

A todas las personas y amistades que han contribuido de alguna u otra forma al desarrollo de este trabajo; el nombrar a todos ellos sería demasiado extenso dado su número, con la probabilidad de alguna omisión involuntaria.

A Usted que en estos momentos está leyendo estas líneas, porque así se abre la oportunidad de que aprendamos juntos.

Gracias

S U M A R I O

El presente trabajo ofrece los fundamentos teóricos y prácticos que permiten el diseño de equipos simples, económicos, de materiales locales y de uso local para la producción acelerada de compost a partir de desechos domésticos.

El contenido y organización del material es el siguiente:

INTRODUCCION. Consta de: Objetivo del trabajo, Antecedentes de la Investigación, Limitaciones y Metodología empleada.

CAPITULO I: El Compost. Conlleva la definición y reseña histórica del compost, así como también la descripción del proceso de compostación.

CAPITULO II: Sistemas de Elaboración de Compost existentes en la actualidad. En este capítulo se desarrollan los diferentes métodos de producción de compost, tanto en forma acelerada como no acelerada. Además se seleccionó el sistema que más se adapta al cumplimiento del objetivo de este trabajo.

CAPITULO III: Diseño Experimental. Aquí se presenta la metodología experimental seguida para la determinación y acotamiento de los parámetros que intervienen en el proceso de compostación. Adicionalmente se

indican los resultados y su respectiva evaluación obtenidos a partir del ensayo del prototipo construido.

CAPITULO IV: Diseño de los Modelos. En este capítulo se especifican los criterios seguidos para la clasificación de los equipos, así como las características de diseño particulares de cada uno de ellos.

CAPITULO V: Estudio Económico de los Equipos Diseñados. En esta sección lo que se persigue es dar una orientación general acerca del costo directo de fabricación de cada equipo en particular. Este costo incluye el costo de materiales y el de mano de obra.

CAPITULO VI: Conclusiones y Recomendaciones.

El trabajo se ha escrito teniendo en cuenta fundamentalmente un punto de vista realista, sin entrar en cálculos matemáticos rigurosos y siempre manteniendo la mayor claridad posible en las exposiciones, de forma tal que lo hacen un trabajo absolutamente práctico, un manual útil, una herramienta de trabajo para la persona interesada en la producción del compost en forma acelerada y a partir de basura doméstica.

I N D I C E

Página

AGRADECIMIENTO

SUMARIO

INTRODUCCION 14

CAPITULO I: EL COMPOST

1.1 Definición del compost 18

1.2 Breve reseña histórica del compost 23

1.3 El proceso del compost 26

1.3.1 Descomposición de la materia orgánica 30

1.3.2 Cambios en los elementos minerales producidos por los microorganismos 35

1.4 Materiales apropiados para compostar 38

1.5 Ventajas y desventajas del compost 45

CAPITULO II: SISTEMAS DE ELABORACION DEL COMPOST.

2.1 Fabricación de compost en forma lenta 52

2.1.1 Método Indore 52

2.1.2 Método Biodinámico 61

2.1.3 Método de la G.G.A., Asociación de Buenos Horticultores 66

2.1.4 Método de Retorno Rápido Q.R. 67

2.1.5 Método de Jean Pain 69

Página

2.1.6 El compost de algas 72
2.1.7 Compost de "Sabana" 73
2.1.8 Compost de cartón y papel 74
2.1.9 Compost de "Toilette" o "W.C." sin agua 74
2.1.10 Compostero de lombrices de tierra y de otros animales 76
2.1.11 El compost gallinero 80
2.1.12 Compost de cochineras 81
2.1.13 Compost de potreros 81
2.1.14 Método de fabricacion de compost adecuado a un sistema cooperativo de producción que beneficie la comunidad 82
2.2 Sistemas de elaboración de compost en forma acelerada .. 88
2.2.1 Método "de los catorce días" de la Universidad de California o Método "Breve" 88
2.2.2 Tambores rotatorios 93
2.2.3 Métodos que tardan dos semanas y media 93
2.3 Selección del sistema de elaboración de compost más adecuado 98

CAPITULO III: DISEÑO EXPERIMENTAL

3.1 Metodología experimental desarrollada para obtener compost en forma acelerada 100
3.2 Resultados deducidos de los experimentos 115

CAPITULO IV: DISEÑO DE LOS MODELOS

4.1 Componentes básicos de un modelo 138
4.2 Consideraciones generales 140
4.3 Tipos de modelos 172

Página

CAPITULO V: ESTUDIO ECONOMICO DE LOS EQUIPOS DISEÑADOS

5.1 Costos directos de fabricación 190
5.2 Costo de los sistemas de medición 209
5.3 Costo de los mecanismos auxiliares 210

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 212

BIBLIOGRAFIA 215

GLOSARIO 218

ANEXO A: Información adicional utilizada en la determinación del costo directo de fabricación 224

ANEXO B: Generalidades acerca del compost 227

ANEXO C: Catálogos de algunos componentes de los equipos diseñados 237
C.1 Referencia al tambor de compostación ... 238
C.2 Referente a recubrimientos anticorrosivos. 241
C.3 Referente a ruedas 266

ANEXO D: Fotografías 270

ANEXO E: Procesos de elaboración de compost que involucran el uso de digestores mecánicos 288

LISTA DE TABLAS

		Página
Tabla N° 1:	Técnicas de fabricación de compost: Humus hecho por el hombre.....	97
Tabla N° 2:	Composición de la mezcla de la 2da fase experimental	102
Tabla N° 3:	Composición de la mezcla de la 6ta fase experimental	110
Tabla N° 4:	Composición de la mezcla final resultante de los experimentos	112
Tabla N° 5:	Cronología de los experimentos realizados	114
Tabla N° 6:	Materiales ricos en nitrógeno y en carbono ...	116
Tabla N° 7:	Obtención de algunos materiales en la Comunidad	124
Tabla N° 8:	Materiales apropiados para preparar compost con predominio de nutrientes específicos	125
Tabla N° 9:	Naturaleza química de diferentes tipos de excrementos de animales	129
Tabla N° 10:	Clasificación de los equipos diseñados en base a su capacidad	139
Tabla N° 11:	Dimensiones del tambor de compostación	142
Tabla N° 12:	Costo directo de fabricación de los equipos diseñados	205
Tabla N° 13:	Costo de algunos tipos de recubrimientos anticorrosivos	206
Tabla N° 14:	Costo de la madera requerida para aislar el tambor metálico de los diferentes equipos	208
Tabla N° 15:	Costo de algunos aparatos de medición	209
Tabla N° 16:	Costo de algunos implementos de trabajo	210
Tabla N° 17:	Precio del tambor de compostación en Bs/litro.	225

Página

Tabla N° 18: Costo de los elementos de la base 226

Tabla N° 19: Algunos materiales ricos en micronutrientes.. 228

Tabla N° 20: Materiales orgánicos ricos en micronutrientes y su porcentaje de composición 229

Tabla N° 21: Composición aproximada de algunos materiales orgánicos 230

LISTA DE FIGURAS:

		Página
Figura 1:	Población de macro y microorganismos presente en el compostero	31
Figura 2:	Descomposición de la materia orgánica	32
Figura 3:	Acción de las lombrices de tierra en el suelo	43
Figura 4:	Variantes del Método Indore	57
Figura 5:	Compostero Indore sin soporte y sobre terreno ..	58
Figura 6:	Método Biodinámico	62
Figura 7:	Compostero Biodinámico Trapezoidal	63
Figura 8:	Método de Jean Pain	70
Figura 9:	Compostero de Water-closet	75
Figura 10:	Métodos Breves	89
Figura 11:	Método de los tambores rotatorios	94
Figura 12:	Fotografías del prototipo experimentado	101
Figura 13:	Fotografía que muestra el número y posición de los orificios de ventilación en el Prototipo	103
Figura 14:	Fotografía de los materiales usados en el ensayo.	104
Figura 15:	Fotografía que muestra la capacidad uilizada en el tambor del Prototipo	106
Figura 16:	Comportamiento de la temperatura durante la compostación	121
Figura 17:	Disposición de las paletas longitudinales cuando su numéro sea tres	144
Figura 18:	Disposición de las paletas longitudinales cuando su número sea cuatro	145
Figura 19:	Disposición de las paletas de forma semejante a un espiral	147
Figura 20:	Disposición de las paletas de sección rectangular fijas a un eje central	148

Página

Figura 21: Modelo 1 (base construida con tubos de sección rectangular) 150
Figura 22: Modelo 2 (Base construida con tubos de sección rectangular 151
Figura 23: Modelo 3 (base construida con tubos de sección rectangular) 152
Figura 24: Modelo 4 (base construida con ángulos)..... 153
Figura 25: Modelo 5 (base construida con vigas de sección I). 154
Figura 26: Diferentes dimensiones (largo y ancho) de la base. 155
Figura 27: Tambor horizontal fijo con eje rotatorio provisto de paletas 157
Figura 28: Tambor horizontal que rota a través de un sistema tricilíndrico 159
Figura 29: Tambor horizontal que rota a través de un sistema de rodillos múltiples 160
Figura 30: Tambor vertical que rota a través de un eje horizontal fijo 162
Figura 31: Rueda con elemento de fijación 164
Figura 32: Modelo de cortadora - desmenuzadora 165
Figura 33: Implementos de trabajo que ayuda a la recolección, desmunuzamiento, carga y descarga de los materiales 167
Figura 34: Registrador continuo de temperatura 168
Figura 35: Analizador de pH para sólidos 169
Figura 36: Método Sencillo de análisis del pH del compost ... 170
Figura 37: Modelo de tapa con abrazadera 174
Figura 38: Modelo de tapa con tornillos mariposa 175
Figura 39: Ubicación de las ruedas para el equipo tipo "A" y tipo "B" 176
Figura 40: Modelo 1 de tapa abisagrada para el equipo tipo "B", cuando el tambor es metálico 178

Página

Figura 41: Modelo 2 de tapa abisagrada para el equipo tipo "B", cuando el tambor es metálico 179

Figura 42: Modelo 3 de tapa para el equipo tipo "B", cuando el tambor es de fibra de vidrio 180

Figura 43: Modelo 4 de tapa para el equipo tipo "B", cuando el tambor es de fibra de vidrio 181

Figura 44: Modelo de tapa para los equipos tipos "C" y "D", cuando el tambor es metálico 184

Figura 45: Modelo de tapa para los equipos tipo "C" y "D", cuando el tambor es de fibra de vidrio 185

Figura 46: Cómo hacer abono casero 231

Figura 47: Problemas del compost 232

Figura 48: Artículo de "El Universal": Curso para producir abono 233

Figura 49: Artículo de "7° Día": "La Huerta del Closet" 234

Figura 50: Artículo de la Revista Ambiente: "Basura" La Reina de la Basura 235

Figura 51: Humus hecho por la naturaleza 236

LISTA DE GRAFICOS

Página

Grafico 1: Comportamiento de la temperatura durante la 2da. fase experimental 108

Gráfico 2: Comportamiento de la temperatura durante la 3ra. fase experimental 109

Gráfico 3: Comportamiento de la temperatura durante la 4ta. fase experimental 111

Gráfico 4: Comportamiento de la temperatura durante la 6ta. fase experimental 113

Gráfico 5: Reacción del suelo y nutrimentos disponibles 118

INTRODUCCION

Dado el auge que tiene el reciclaje de desperdicios y la utilización de abonos provenientes de desechos domésticos, tanto a nivel industrial como a nivel casero, surgió la idea de diseñar equipos para la producción acelerada de compost (abono orgánico) a partir de desechos domésticos a pequeña y mediana escala.

La dependencia tecnológica que ha caracterizado a nuestro país, es uno de los gravísimos problemas que se debe afrontar ahora, cuando son menos las divisas y se hace prácticamente imposible continuar importando, al menos en igual magnitud, la tecnología requerida para impulsar el desarrollo o continuar el que ya se ha iniciado y por ende para mantener una digna superviviencia. Por lo tanto, es necesario desarrollar inmediatamente, en una forma sistemática y organizada, nuestra propia tecnología intermedia y muy especialmente la aplicable al medio rural, una tecnología sencilla, no costosa, accesible a todos, hecha por nosotros mismos, sin exhibiciones ni deseos de grandeza.

Y esta tarea sólo puede ser afrontada exitosamente, de una sola y única manera: a través del desarrollo local de una tecnología adaptable a las necesidades específicas de comunidades con muy poco capital, sin proporción técnica, ni organización alguna y pobremente informadas o totalmente desinformadas. Para ello se deberá tomar en cuenta los reque-

rimientos de la zona y la materia prima existentes y posibles de ser utilizadas en la respectiva área.

Considerando las ideas expuestas anteriormente el objetivo de este trabajo es diseñar equipos destinados a producir compost en forma acelerada (en un lapso de tiempo menor de 3 semanas), basados en una tecnología intermedia, que sea sencilla, poco costosa en su inversión y mantenimiento, con materiales locales y de uso local.

La metodología utilizada para cumplir tal objetivo fue la siguiente:

1. Recopilación de toda la información disponible acerca: de los sistemas de producción de compost existentes en el mercado; y además de materiales y accesorios disponibles en el país que pueden ser utilizados en la fabricación de los equipos.

2. Selección de los criterios utilizados en los sistemas de producción de compost que puedan ser aplicables al diseño de equipos que cumplan con el objetivo fijado.

3. Determinación de las variables que intervienen en la fabricación de compost y acotamiento de las mismas.

4. Realización de pruebas basadas en la Teoría de Ensayo y Error, para obtener la mejor proporción de los componentes de la mezcla de compost.

5. Diseño de los prototipos y estimación de los costos directos de fabricación correspondientes.

Dentro de la metodología desarrollada, la recopilación de información, punto de partida de este trabajo, se vió limitada por las escasas fuentes de datos, el poco conocimiento de los métodos naturales para producir el compost y su aplicación como abono orgánico, y la falta de una concienca nacional de que la basura es un tesoro demasiado hermoso y maravilloso, cuyo desecho constituye un factor grave de contaminación ambiental y desequilibrio ecológico.

CAPITULO I:

EL COMPOST

1.1 DEFINICION DEL COMPOST

No se conoce ningún vocablo castellano para designar a uno de los productos más extraordinarios y a la vez menos valorados de la naturaleza, el "compost", como se le denomina en inglés. Esta mezcla de materia orgánica descompuesta, microorganismos, lombrices y minerales es la propia esencia de la vida vegetal. Ocurre naturalmente en los bosques y en las selvas donde, bajo la acción del agua, del sol y del viento, se incorpora continuamente a la capa vegetal, perpetuando así la fertilidad del suelo.

El compost es un fertilizante natural, es humus elaborado por el hombre a través de la técnica de los composteros. Se entiende como humus a la capa vegetal del suelo compuesta primordialmente de materia vegetal descompuesta. El hombre ha logrado imitar el proceso de humificación, utilizando diversos procedimientos. El compost es la versión acelerada, intensificada y controlada de producción de humus. Su fabricación significa entrar en un ciclo de vida ecológico donde nada se pierde puesto que todo se aprovecha y en el cual se comienza por cumplir la primera ley de los métodos naturales de Agricultura: La Ley del Retorno. Según esta Ley, se devuelve a la tierra lo que se le ha quitad y aún más.

La naturaleza crea el compost desde mucho antes que el hombre existiera y este proceso todavía continúa a nuestro alrededor. Las ho-

jas que cubren el suelo del bosque se están compostando, la grama seca de las praderas que se extiende sobre la tierra húmeda está siendo compostada; eventualmente, todos los cuerpos de los animales, pájaros e insectos se convierten en compost.

El Compostar es ecológico. Por largo tiempo lo han usado los jardineros y agricultores orgánicos y provee una alternativa al tan creciente número de fertilizantes químico-sintéticos.

El Compost es considerado como el recurso más importante de la agricultura, la herramienta infalible, el origen de la abundancia, el fertilizante más lleno de nutrientes, el más completo, el más práctico, el *más barato y rendidor, la mejor inversión para el futuro, el mejor acondicionador*, el regulador y corrector; el que permite producir comida donde sólo existen rocas y arenas del desierto.

El Compost elaborado con conocimiento del valor de los nutrientes de los materiales utlizados, permite incorporar al suelo, no sólo los macro y micronutrientes que las plantas necesitan, sino los millones de seres vivos que favorecen la asimilación de esos nutrientes por parte de las plantas, las cuales crecen fuertes, sanas, nutritivas y sin contaminación, resistentes a las enfermedades y a los insectos.

Cualquier vegetal que caiga al suelo y se pudra en forma "aerobia", es decir, con utilización del oxígeno como parte del proceso de putrefac-

ción se transforma en compost (la vegetación que se pudre de forma "anaerobia", o sin oxigeno, se convierte en turba y al final bajo el efecto de la presión, en carbón) ¿Por qué entonces tomarse el trabajo de elaborar compost?.

Cuando se arrancan malas hierbas y se las deja sobre el suelo, se pudren y las lombrices la llevan hacia adentro, con lo cual se forma compost. Si se las entierra para lo mismo pero de modo subterráneo y con mayor rapidez. ¿Por qué no enterrar cualquier vegetación que se encuentre y dejar que se pudra y se convierta por si misma en Compost?.

La razón estriba en que las bacterias que pudren la materia vegetal (al comerla) consumen gran cantidad de nitrógeno en ese proceso. Así, cuando se entierran vegetales, las bacterias absorben todos los nitratos y los nitritos que hay en el suelo y los usan para descomponer esos residuos. Agotan así las reservas de nitrógeno en detrimento de las plantas. Esto es sólo temporal porque cuando las bacterias han acabado su trabajo vuelven a liberar el nitrógeno, además del que hubiera en los residuos vegetales. De esta forma se recupera todo al final pero hay que esperar mucho tiempo para que ello ocurra. Es por esto que han surgido una gran variedad de métodos de preparación de Compost que tratan de acelerar el proceso de descomposición incluyendo algunos, etapas como la aireación y desmenuzamiento de los desperdicios.

Se prepara compost con el objeto de no incorporar a la tierra sustancias frescas. A fin de no perturbar su crecimiento, todos los materiales destinados a abono orgánico deben estar previamente digeridos, o terminados, antes de llegar al suelo. De lo contrario, las bacterias terminarían el proceso en la tierra a expensas del nuevo cultivo.

El compost se prepara en forma tal que, cuando se le incorpora, está listo para empezar a trabajar de inmediato, en beneficio de las plantas.

El compost ya listo debe:

- tener textura casi plástica, porosa, aireada como una esponja y desmenuzable;
- desmoronarse con gran facilidad;
- retener la humedad;
- desprender un aroma silvestre de campo, agradable y fresco que recuerde la tierra de montaña húmeda;
- tener un color marrón oscuro casi negro.

No debe confundirse "el compost" con la llamada "compota", la cual consiste en inyectarle a la tierra de las plantas restos de comida licuados. Esta "compota" no puede ser utilizada por la planta inmediatamente sino después de que se ha convertido en materia orgánica; mientras sólo trae insectos y malos olores.

Como conclusión de todo lo expuesto anteriormente, la existencia del compost está justificada por los siguientes principios:

1. "A la tierra debe devolvérsele lo que se le ha quitado, en forma de compost".

2. "Mientras más vida tiene el suelo, más fértil es. El compost multiplica la vida de los suelos: única y verdadera fertilidad".

3. "El suelo viviente es la base fundamental de la salud, fortaleza, y fertilidad de plantas, animales y seres humanos".

4. "Cuando el suelo viviente perece, la sociedad también perece. Las sociedades que no imitaron a la naturaleza en el cumplimiento de la Ley del Retorno, desaparecieron".

1.2 BREVE RESEÑA HISTORICA DEL COMPOST

Desde que el hombre dejó una vida transhumante, en la que se aseguraba la subsistencia con la caza y la pesca y se sedentarizó, comenzó a observar cómo la naturaleza tiene su propio "plan de agricultura"; como se suceden los ciclos, las estaciones y todo se transforma; cómo la naturaleza descompone e incorpora a la tierra restos de árboles y plantas, hojas secas, cadáveres y frutas; cómo todos se podrían, se disolvían hasta hacerse irreconocibles y cómo eran reducidos a polvo. Entonces se inventaron pilas de excrementos y montones de hojas; se incorporaron a la tierra los restos de la cosecha, una vez molidos o picados; algunas poblaciones llegaron incluso, a enterrar pescados en el suelo y otros tipos de materia orgánica para lograr así su descomposición.

Estas prácticas se usaron por tradición durante siglos y siglos hasta perdurar hoy en día entre los campesinos de Africa, Asia, Latinoamérica y Europa, en lugares donde no se han desarrollado grandes complejos agroindustriales. En algunos sitios, se usa exclusivamente el excremento de un animal para abonar la tierra o el uso se limita a un sólo tipo de desechos de materia orgánica animal o vegetal. En ese sentido, si bien se mantiene la tierra en buen estado, sin contaminarla, no se satisfacen las necesidades para cada tipo de planta, ni se incorpora al suelo todo el caudal de nutrientes que necesita. En cambio, el compost se elabora tomando en cuenta los diferentes porcentajes de composición

en nutrientes de cada tipo de material orgánico, regulando al mismo tiempo otros factores como el grado de acidez-alcalinidad.

El método del compost (compuesto orgánico) no es nuevo ni improsivado. Lo inventó el inglés sir Albert Howard, considerado como el padre del empleo científico del Compost, alrededor de los años treinta, cuando fue llamado a la India para solucionar el problema de las hambrunas. Se llama Método Indore, porque fue en esa población donde se comenzó a experimentar con las bostas de las vacas y con la basura, para obtener materia orgánica.

Para realizar estas experiencias disponía de una superficie de 300 acres y libertad de acción absoluta. Comprobó que se obtenían buenos resultados y se mantenía la salud óptima de las cosechas, cuando se transformaba en forma adecuada la materia vegetal y animal en Compost. el perfeccionamiento del Método Indore ocupó siete años de labor.

Este procedimiento se utilizó por primera vez en Kingatori State, una plantación de café de más de 200 acres, en Kenia, Africa del Sur. En este caso se aplicaron 3½ toneladas de Compost por acre anualmente.

El uso de Compost se extendió rápidamente en diferentes regiones debido a sus excelentes resultados tales como:

- Tanganyka y Rodesia del Sur en Suráfrica (1933)
- Centro y Sur América en plantaciones de café (1935)

- En la India y Ceilán en plantaciones de té (1938)
- En Malaya (1943) se hacía Compost a base de resíduos de la ciudad.
- En Inglaterra (1944) se elaboró Compost a través de una máquina que daba vuelta automáticamente a la pila de Compost.

Después del perfeccionamiento del Método Indore, éste fue aplicado a otras plantaciones como caña de azúcar, algodón, sisal, arroz y otros más, y además fue difundido por toda Sur-Africa debido a los esfuerzos de la revista "Farmer's Weekly" publicada en Bloenfontein.

En 1942 se formó en Nueva Zelandia, el "Humic Compost Club" que publica la revista "Compost Club Magazine". En 1945 se forma una asociación análoga en Australia.

En los EE.UU. también se publicó la labor de Howard y como resultado de esto, muchos agricultores y científicos americanos, fueron descartando el uso de los abonos químicos y haciéndose expertos en la preparación del Compost. De estas experiencias fueron surgiendo progresivamente una serie de técnicas basadas en el Método Indore, pero con diferentes condicioenes de elaboración.

1.3 EL PROCESO DEL COMPOST

El Compost es una combinación equilibrada de diversos materiales orgánicos de origen vegetal o animal, los cuales se someten a un proceso de descomposición aeróbica para favorecer la multiplicación no sólo de las bacterias que viven en presencia del oxígeno, sino también de los agentes activos que llevan a cabo el proceso de humificación de la materia orgánica.

El proceso del Compost es aquél en el que las bacterias, los hongos y otros microorganismos microscópicos desempeñan el papel principal. Si bien se producen alteraciones químicas, es un proceso esencialmente biológico que involucra una descomposición y putrefacción.

Hay que tener en cuenta, en primer lugar, que los microbios que intervienen necesitan ser bien alimentados, con elementos que suministren el estiércol y la materia verde con que se construye la pila. Sobre todo el estiércol provee el nitrógeno con que se alimentan las bacterias mientras éstas desintegran la celulosa. También necesitan fósforo y potasa, pero en menores cantidades, alrededor de un 10%.

En segundo lugar, necesitan condiciones adecuadas para su trabajo. Una vez que la pila ha sido construida, se inicia una fuerte fermentación y la temperatura se eleva hasta unos 70 °C. Se mantiene a ese nivel durante un tiempo y luego desciende gradualmente a 30 °C. A me-

dida que varía la temperatura, entran en acción distintos tipos de microbios. Hay ciertas especies llamadas termófilas que resisten a temperaturas muy altas y muchos grupos de actinomicetos (Microorganismos que poseen características intermedias entre bacterias y hongos. Viven en el suelo, el fango, el estiércol y en restos o substratos vegetales diversos) se desarrollan aún en temperaturas superiores a 150 °C. En ciertas etapas, sobre todo al principio, los hongos realizan gran parte del trabajo.

Al descomponerse las materias orgánicas el montón del Compost pierde altura y la temperatura interior desciende, en ese momento hay que empezar a removerlo. La primera labor de cambiar y desplazar el montón, termina en el momento en que se llega a un material sin descomponer, fresco. Para esta labor se mezclan las diferentes capas entre sí y se incorpora aire fresco. Si es preciso, hay que humedecer una vez más, tratando de que el compost siga siendo grumoso. Después de esta labor hay que cubrir de nuevo con una capa de tierra. Dependiendo del grado de descomposición del material la operación se repetirá tantas veces como sea necesario.

Mediante la aeración, se multiplican las bacterias aeróbicas. Este proceso consiste en incorporar el aire a la pila cada cierto tiempo por movimiento o rotación del material, y disponer de condiciones adecuadas donde se apilan para que su ventilación sea constante alrededor, adentro y debajo.

Después de la segunda remoción las bacterias se hacen más activas, porque la temperatura ha descendido y se aproxima a la que es característica para cada especie.

El curso de la descomposición depende de las velocidades relativas a la que se produce y disipa el calor en las etapas iniciales, pues éstas determinan las temperaturas de la descomposición y la actividad de la microflora. Estas velocidades relativas están gobernadas por la descomponibilidad de las sustancias, el aporte de agua y la aeración; un monton de Compost húmedo, suelto, bien aireado, se descompone y produce calor más rápidamente.

El compost como materia húmica aparece derivado de dos fuentes principales: las ligninas (sustancia polímera compleja que es el principal componente no hidrocarbonado de los tabiques celulares vegetales. Le proporciona a la madera consistencia y rigidez y es usada como fertilizante) de los residuos vegetales añadidos y los productos del metabolismo microbiano (excreciones reales de las células vivas, elementos estructurales de las células, elementos minerales productos de su actividad, etc.).

Algunos de los grupos de materias registradas como componentes del tejido vegetal y animal se descomponen rápidamente cuando se devuelven al suelo, mientras que otros son bastante resistentes al ataque de los organismos transformadores. En el primer grupo pueden incluir-

se las sustancias hidrosolubles, almidones, hemicelulosa, celulosa y proteínas. En cambio, las ligninas, los taninos, las ceras, y las resinas se descomponen mucho más lentamente. Se admite que la razón de descomposición de un compuesto dado en el suelo no depende solamente de la naturaleza del mismo sino que está influido por las propiedades físicas y químicas del suelo, la temperatura, la cantidad y variedades de microorganismos existentes y las sustancias asociadas al compuesto.

Dado que la lignina y la proteína constituyen gran parte, el 70 a 80% aproximadamente, de las materias orgánicas del humus y sabiendo que la lignina posee la rata de descomposicón más lenta, entonces el interés se centrará en la descripción de la descomposición de dichas sustancias.

Cambios químicos producidos por los organismos

La materia orgánica es la más intensamente afectada por la acción directa de los organismos del suelo. La materia mineral experimenta indirectamente un cambio químico bajo la acción de los productos de la actividad biológica por oxidación de algunos constituyentes por bacterias autótrofas y por la reducción de algunos compuestos de alto grado de oxidación.

1.3.1. Descomposición de la materia orgánica

Este proceso de la descomposición de la materia orgánica es principalmente una función de los microorganismos (ver Figura 1). El proceso de descomposición consiste en el desdoblamiento de compuestos complejos en otros más simples y finalmente en compuestos orgánicos sencillos y en elementos. Este último proceso se conoce como mineralización (ver Figura 2).

1.3.1.1 Descomposición de los compuestos no nitrogenados.

Los compuestos no nitrogenados, tales como los almidones, los azúcares, la celulosa y la hemicelulosa, se convierten en compuestos intermedios, cuya naturaleza depende mucho de los organismos que los atacan, del suministro de oxígeno y, desde luego, del compuesto que se degrada. Por ejemplo, los hongos convierten la glucosa en ácido cítrico y agua cuando el suministro de oxígeno es limitado, pero con una mejor aeración los productos son ácido oxálico y agua. En cambio, las bacterias anaerobias y las levaduras pueden producir ácido láctico, ácido butírico, alcohol, bióxido de carbono e hidrógeno a expensas de la glucosa. Independientemente de la naturaleza de los productos intermedios, los hidratos de carbono se reducen finalmente en condiciones aerobias a anhídrido carbónico y agua. La materia orgánica que contiene otros elementos además del carbono, hidrógeno y oxígeno, al descomponerse bajo la acción de los organismos aerobios, da lugar a diversas sa-

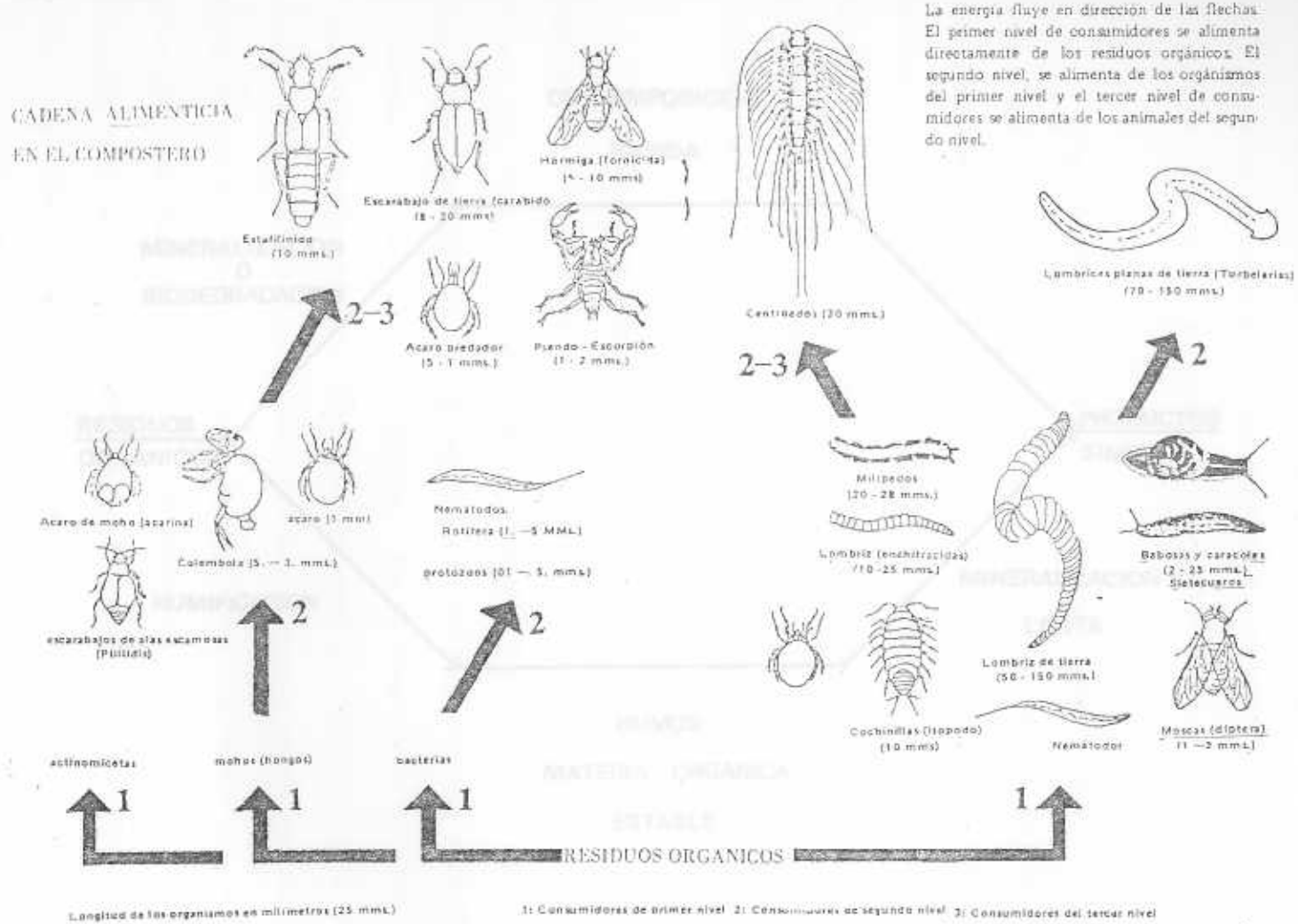


Figura 1. Población de macro y microorganismos presente en el Compostero

Figura 2. Descomposición de la materia orgànica

les, como fosfato cálcico, sulfatos, nitratos y cloruros de calcio, potasio, sodio y magnesio y carbonatos de algunos de los mismos metales. Estas sales pueden servir de nutrimentos para los mismos microorganismos.

Bajo condiciones anaerobias el ataque de la materia orgánica por los organismos del suelo determina la formación de compuestos intermedios complejos, la mayoría de los cuales son bastante resistentes a la descomposición ulterior. Se forma cierta cantidad de agua, anhídrido carbónico y amoníaco, pero se producen muy pocos compuestos sencillos que pueden servir de nutrimentos para las plantas. El proceso de descomposición es mucho más lento que bajo condiciones aerobias.

Muchos de los compuestos hallados en el tejido vegetal y animal se descomponen fácilmente bajo la acción de la mayoría de los organismos del suelo, pero algunos son bastante resistentes al ataque de todos, salvo un número relativamente pequeño de formas específicas. Por ejemplo: la celulosa y la lignina. En el caso de la celulosa, sólo las formas bacterianas específicas, los hongos y actinomicetos la degradan fácil y completamente, dando lugar sobre todo a anhídrido carbónico y pasando un alto porcentaje de materia (30-40%) a formar parte de los microorganismos que la degradan. La lignina es muy resistente a la descomposición por los microorganismos, especialmente en condiciones anaerobias; con una buena aeración se degrada fácilmente aunque el proceso sigue siendo lento.

1.3.1.2. Descomposición de los compuestos de nitrógeno

Aunque cierto número de sustancias hallado en el tejido vegetal y mineral contienen nitrógeno, incluyendo la úrea, bases purínicas, lecitina y alcaloide, gran parte del nitrógeno se encuentra bajo la forma de proteínas. Estos complejos aminoácidos contienen un promedio de 50-55% C, 15-19 % de N, 6-7% H y 21-23% O), además de pequeñas cantidades de azufre y fósforo.

El primer paso de la descomposición de las proteínas por los organismos del suelo es una hidrólisis a polipéptidos (grupo de aminoácidos) y después a aminoácidos bajo la acción de las enzimas. En condiciones aerobias se convierten en amoníaco, CO_2, ácidos orgánicos y alcoholes bajo la acción de muchos tipos de bacterias y hongos. En condiciones anaerobias se produce la putrefacción, conformación de diversos compuestos mal olientes, incluyendo los mercaptanos.

En la descomposición de los aminoácidos con formación de NH_3, lo que se conoce como amonificación, la proporción de nitrógeno convertido en NH_3 varía mucho según los organismos que intervienen y la cantidad de hidratos de carbono existentes.

1.3.1.3. Oxidación del Amoníaco

La oxidación del amoníaco la llevan a cabo únicamente bacterias específicas. El primer paso consiste en la producción de nitrito,

realizada principalmente por bacterias de los grupos Nitrosomonas y Nitrosococcus. El nitrito es oxidado después a nitrato por el grupo bacteriano Nitrobacter. Los ácidos nitrosos y nítricos producidos en el proceso de nitrificación son inmediatamente neutralizados por cationes que existen corrientemente en los suelos, y así se producen las sales correspondientes.

Las bacterias nitrificantes son muy sensibles a las condiciones del terreno, especialmente a la aeración y reacción; su actividad está limitada en los suelos fuertemente ácidos o fuertemente alcalinos.

Es necesario un suministro abundante de nutrimientos minerales, en especial fósforo y calcio para que la actividad de las bacterias nutrificantes sea máxima.

1.3.2. Cambios en los elementos minerales producidos por los microorganismos

Durante la descomposición de la materia orgánica se producen muchos cambios importantes en los elementos minerales contenidos en la misma y los microorganismos provocan cambios en los compuestos minerales que no forman parte de la materia orgánica del suelo. En conjunto, los cambios producidos en los constituyentes minerales de los tejidos vegetales y animales originan la formación de compuestos sencillos que pueden ser utilizados por las plantas o pueden desaparecer

del suelo. Por lo general, el calcio, magnesio y potasio son finalmente convertidos en sus respectivos bicarbonatos y carbonatos. Los mismos son absorbidos por los organismos en crecimiento, y absorbidos por los coloídes del suelo; formando el potasio sales de elevada solubilidad y los otros dos, carbonatos y bicarbonatos de baja solubilidad.

El hierro y manganeso son también convertidos en sales solubles en la descomposición de la materia orgánica y utilizados por los organismos vivientes, los cuales pueden oxidarlos produciendo óxidos relativamente insolubles.

El fósforo de la materia en descomposición aparece finalmente bajo la forma de iones $H_2PO_4^-$ ó $HPO_4^=$ que rápidamente se unen con iones básicos para formar diversos fosfatos de baja solubilidad.

En condiciones de aeración deficiente, el azufre de la materia orgánica se reduce a varias formas, entre las cuales figuran el sulfuro de hidrógeno, el bisulfuro de carbono y el azufre elemental. En condiciones aerobias estas sustancias son rápidamente oxidadas. La descomposición en condiciones anaerobias determina la formación de compuestos de azufre mal olientes, como los mercaptanos.

1.3.2.1. Oxidación del Azufre

Los aminoácidos portadores de azufre, cistina y cisteína, son constituyentes de muchas proteínas vegetales. Cuando éstas pro-

teínas se descomponen en el suelo buena parte del azufre permanece como constituyente del humus, pero parte es convertido en sulfuro de hidrógeno y se libera posiblemente cierta cantidad de azufre libre.

En condiciones aerobias, estos productos se oxidan después a ácido sulfúrico. Este proceso se denomina sulfoxidación. Un grupo específico de bacterias, conocido por Thiobacillus es el agente principal de oxidación.

1.4 MATERIALES APROPIADOS PARA COMPOSTAR

El Compost es una combinación de diversos materiales orgánicos de origen vegetal o animal, los cuales se someten a un proceso de descomposición aeróbica para favorecer la multiplicación, no sólo de las bacterias que viven en presencia de oxígeno sino también de los agentes activos que llevan a cabo el proceso de humificación de la materia orgánica.

MATERIA VERDE

En esta categoría está comprendida toda clase de materia vegetal como puede ser hojas (menos del 20% del total de materia verde), pasto cortado, recortes de cerca, algas marinas, paja y heno en malas condiciones, residuos de verduras de cocina, residuos de cereales, de podas, de jardín, aserrín (no más del 5% de la pila), hojas de té, borra de café, residuos de cervecerías y verdulerías y cualquier otra clase de vegetales que se pueda obtener.

El compost no se verá afectado por la presencia de plantas enfermas entre los desperdicios vegetales. Ciertas clases de materia vegetal son duras y no se desintegran con la misma rapidez que las anteriores. Entre esta materia resistente se puede mencionar: tallos de maíz, pulpa de manzana, hojas de pino, maderas leñosas, ramas, residuos de caña de azúcar, cáscaras de naranja y limón, hojas de palmera, papel (en cantidades mínimas), etc.

Debe tomarse en cuenta la frescura y grado de humedad de los materiales, y este principio los divide en varias categorías: los vegetales frescos, ricos en nitrógeno y agua, fáciles de descomponer; y los secos, tostados o marchitos, ricos en carbon como el aserrín, las cenizas de madera, etc.

Los materiales vegetales leñosos, cuyo contenido de lignina y celulosa dificulta su descomposición, tienden a compactarse e impiden la libre circulación del aire en la pila.

La materia verde, sin importar la clase a que uno se refiere, contiene todos los elementos que necesita el suelo; aparte de nitrógeno, fósforo y potasa (K_2O), contiene calcio, hierro, magnesio y muchos otros, incluso vestigios valiosos de boro y fluor. Sin embargo, por sí sola no es suficiente porque carece de las sustancias activantes contenidas en el estiércol y los residuos animales.

En general, cuanto mayor sea la variedad de plantas que entran en la composición del compost, tanto más rico y más útil será éste en potencialidad nutritiva.

EXCREMENTOS

Estos proporcionan la cantidad de nitrógeno necesaria para que gran parte de la materia vegetal se convierta en humus, a través del

proceso de descomposición (humificación) de los compuestos de carbono existentes en la materia vegetal. Entre los excrementos se pueden mencionar: estiércol seco (bovino, porcino, equino, ovino), gallinaza seca, suelo fecal seco y húmedo, fango de aguas de cloaca defecadas seco y activado, etc.

RESIDUOS ANIMALES

Estos residuos animales proporcionan el alimento necesario a los organismos que sintetizan el humus.

Los residuos animales más usados en la elaboración del compost son: desechos de pescado acidulados y secos, harina de huesos, residuos de mataderos, sangre seca, concha de huevos, desperdicios de camarón, cangrejos y langostas, polvo de cuero. Dentro de los residuos animales no es conveniente utilizar carnes y grasas por ser materiales putrefactivos que tienden a fomentar las descomposiciones anaeróbicas con gusanos.

AGUA Y AIRE

Son esenciales para una buena humificación.

El agua es necesaria durante todo el proceso de formación del humus. Una abundante aeración es también esencial en las etapas iniciales.

Si se usa una cantidad excesiva de agua, la aeración de la pila se ve impedida, el proceso de fermentación se detiene, y puede convertirse en una descomposición anaeróbica. Mientras que si la cantidad de agua es deficiente, la actividad de los microorganismos se torna lenta hasta detenerse.

La pila debe estar como una esponja húmeda pero no empapada, con los materiales bien sueltos, a fin de facilitar la circulación de aire. No se debe dejar que los materiales, total o parcialmente se compacten, se asfixien o tomen consistencia pastosa por exceso de humedad o falta de aire. En esas condiciones se desencadena una descomposición anaeróbica, localizable en "focos" bien definidos, de color negro verdoso, de consistencia líquida y de un olor repugnante que inmediatamente atrae moscas y otros insectos; estos focos anaeróbicos presentan larvas en movimiento.

BASURA CASERA

Cuando se realiza la limpieza de la cocina siempre se consiguen verduras, frutas y restos de comida en mal estado para el consumo humano, pero excelentes para hacer compost. Todos estos materiales se aprovechan, así como las flores marchitas de los floreros, el pelo y el polvo. Se pueden guardar en bolsa restos de vegetales, conchas, cáscaras, borra de café, plumas, papeles desmenuzados y servilletas, tratando

de que no entren en contacto con insectos que puedan desovar allí. No deben usarse celofanes, vidrios, plásticos ni metales de ningún tipo.

TIERRA

Sirve para aportar bacterias y microorganismos al compostero.

LOMBRICES DE TIERRA

Contribuyen a mejorar la estructura del terreno, sin que ello implique un aumento en su fertilidad. El número de lombrices en una hectárea de terreno varía según las condiciones del suelo, mientras mayor sea el contenido de materia orgánica en éste, más propicio es el medio para el desarrollo de una gran población de lombrices.

Las lombrices de tierra mejoran la aeración del suelo, por dos mecanismos: minan y forman galerías de manera muy extensa, y éstas sirven para mejorar el avenamiento del suelo superficial, para formar regiones de buena aereación y para dar soltura al conjunto del suelo a través de la zona en que desarrollan sus actividades (ver Figura 3).

Los hábitos alimenticios de las lombrices de tierra dan lugar a una mezcla más íntima entre la materia orgánica y la porción mineral del suelo de lo que sería sin ellas. Algunas especies ascienden hasta la super-

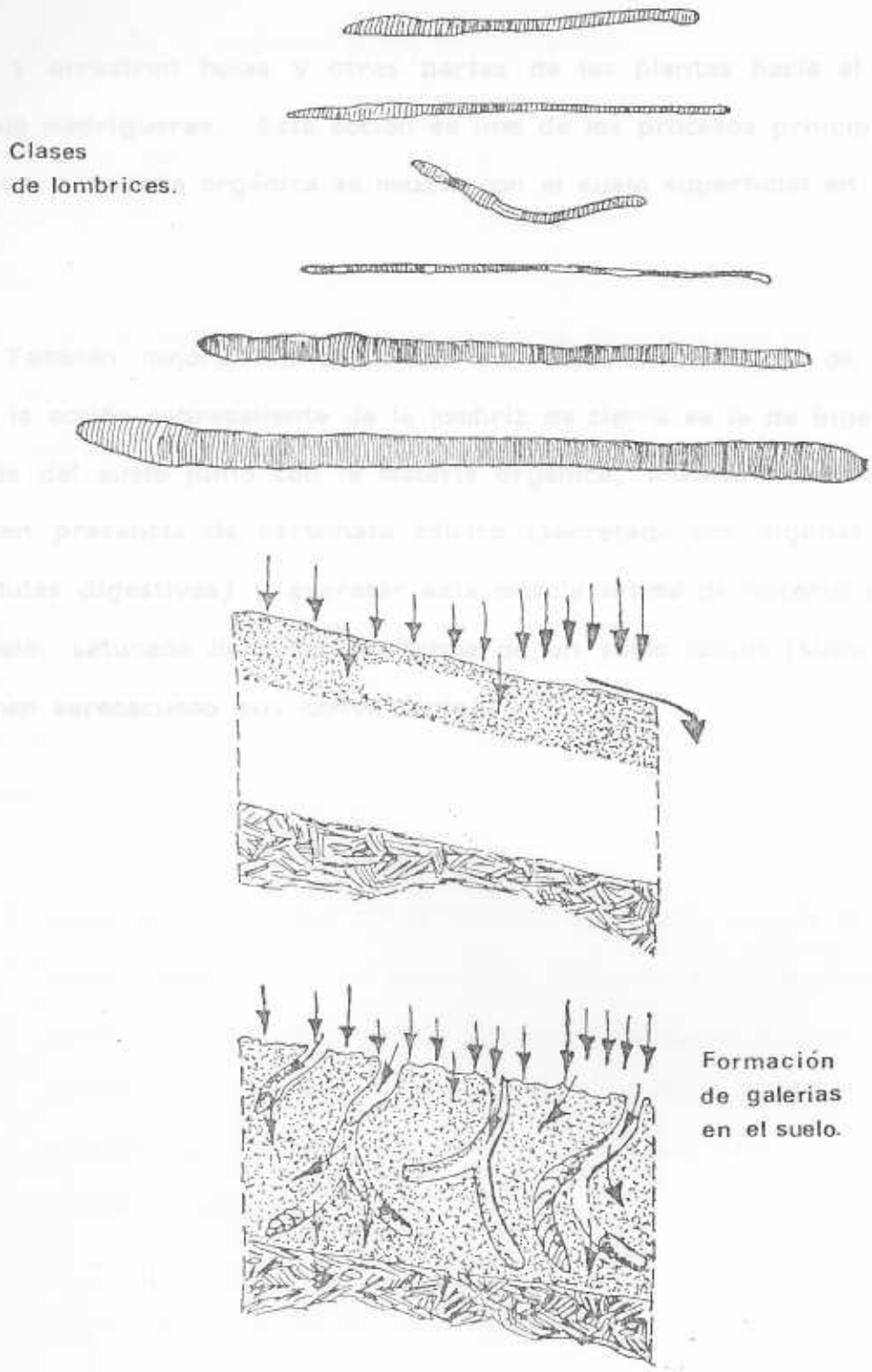


Figura 3. Acción de las lombrices de tierra en el suelo

ficie y arrastran hojas y otras partes de las plantas hacia el interior de sus madrigueras. Esta acción es uno de los procesos principales por los que la materia orgánica se mezcla con el suelo superficial en los bosques.

También mejoran la capacidad de retención del agua de la pila, pues la acción sobresaliente de la lombriz de tierra es la de ingerir partículas del suelo junto con la materia orgánica, triturar ésta con aquellas en presencia de carbonato cálcico (secretado por algunas de sus glándulas digestivas) y excretar esta mezcla íntima de material orgánico y suelo, saturada de calcio en forma de un suelo mould (suelo con un régimen aereoacuoso muy conveniente).

1.5 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL COMPOST

El valor del compost para mejorar la productividad del suelo ha sido conocido desde hace muchas generaciones. A pesar de todas las ventajas que involucra el uso del compost, no resulta práctico considerar su aplicación a gran escala en los terrenos de las fincas, ya que, las tareas de recolección de materia verde, residuos animales, basura casera y otros materiales serían demasiado laboriosas y a un costo prohibitivo. No obstante, su utilización como fertilizante del suelo permitiría obtener a largo plazo cosechas de mejor calidad y suelos de mayor productividad, traduciéndose esto económicamente en una ganancia indirecta. Es bien sabido que las aplicaciones abundantes de compost conducen a condiciones físicas deseables en la mayoría de los suelos, contribuyendo a mejorar su calidad de varias formas:

1. Como acondicionador de la textura del suelo, impide la compactación excesiva de los minerales, actuando a la vez, como sutil aglutinante de los mismos. Además, le imparte al suelo una capacidad única para retener el grado preciso de humedad que requieren las plantas. La capacidad del suelo para retener y absorber el agua aumenta de 20 a 50 %.

2. Como regulador de la fertilidad del suelo, el ácido húmico que contiene el compost solubiliza los nutrientes inorgánicos que de otra forma no estarían disponibles para las plantas.

3. Como renovador del ecosistema, aporta microorganismos e insectos beneficiosos al terreno. Multiplica la población microbiana del suelo; las bacterias y los hongos aumentan enormemente cuando se enriquece el suelo con materia orgánica, ayudando mucho al proceso de crecimiento; una mejor aeración y la humedad más constante contribuyen a su desarrollo. Las lombrices se multiplican más, porque la materia orgánica constituye su alimento natural; los abonos artificiales las matan y las auyentan.

4. Como fuente de minerales, repone alguno de los elementos vitales, como el N, P, K, Mg y otros micronutrientes (que son utilizados por la planta en muy pequeñas cantidades para regular ciertos aspectos de su desarrollo), los cuales normalmente han sido agotados del suelo por las cosechas previas o bien porque éste carece de ellos.

5. El suelo tiene mejor aeración, lo que permite una fertilidad óptima. Los espacios de poros presentan una mayor superficie a la que puede adherirse la película de agua subterránea.

6. Hay menos riesgo de malas cosechas. Debido a las complicaciones que involucra el uso de abonos químicos, hay a veces malas cosechas a causa de enfermedades, condiciones ácidas por exceso de sustancias químicas, etc. Esto no sucede cuando el suelo

es abonado con compost porque éste posee sustancias orgánicas naturales que proporcionan a la planta una alimentación adecuada haciéndola más fuerte y resistente, y menos susceptible a las enfermedades.

7. Se reduce a un mínimo la amenaza de insectos. Al parecer, por alguna razón, la mayoría de los insectos no atacan a plantas sanas sino a las enfermizas o imperfectas. Las plantas que se cultivan con abonos químicos, que no son sanas en un 100%, parecen atraer a los insectos dañinos.

8. El ganado alimentado con forraje orgánicamente cultivado es más sano. Sir Albert Howard alimentó algunos vacunos con forraje cultivado con humus. Permitió que entrarán en contacto con vacunos enfermos de fiebre aftosa. Ninguno de sus vacunos se enfermó. Hay pruebas que indican que la terrible prevalencia de enfermedades en animales de granja se deben en gran parte a su alimentación con forrajes desvitalizados, que se cultivan con abonos químicos.

9. Los alimentos cultivados orgánicamente tienen mejor sabor. Los alimentos modernos que se cultivan comercialmente están perdiendo su antiguo sabor. Las verduras crecidas en tierras abonadas químicamente son menos tiernas y más fibrosas, y carecen de ese sabor que tienen las que se cultivan orgánicamente. Los alimentos derivados de suelos orgánicos se conservan mucho mejor.

CAPITULO II:

SISTEMAS DE ELABORACION DE COMPOST

Hay varios procedimientos comprobados como eficientes para elaborar el compost. Así mismo, los materiales que se utilizan varían de acuerdo a las disponibilidades del lugar.

Para cada sistema en particular (método natural) la pila de compost puede variar en cuanto a sus dimensiones, su forma, disposición de las capas alternadas en cuanto a su orden, forma específica y espesor; las combinaciones y proporciones de los materiales orgánicos; los intervalos para la aeración y muchos otros factores, tales como la humedad, temperatura, grado de acidez, relación carbono-nitrógeno y el tamaño de los trozos, fragmentos y partículas de los materiales que lo integran. Cada sistema es único y original.

Clasificación de los Métodos Naturales de Agricultura

A. Métodos de Fabricación de Compost en forma lenta:

- Indore
- Biodinámico
- De la G.G.A. Asociación de Buenos Horticultores
- De Retorno Rápido
- Jean Pain
- Compost de Algas
- Compost de Sabana
- Compost de Cartón y Papel
- Compost de "Toilette" o "W.C." sin agua
- Compostero de lombrices de tierra y de otros animales.
- Compost de Gallinero
- Compost de Cochineras
- Compost de Potreros
- Método adecuado a un Sistema Cooperativo que beneficie a la Comunidad

- Proceso Jersey (¹)

- Proceso Nusoil (¹)

- Proceso Seri-Sofratone (¹)

B. Métodos de Fabricación de Compost en forma acelerada:

- Método de los 14 días de la Universidad de California

- Tambores Rotatorios

- Método que tarda dos semanas y media

- Proceso Dano (¹)

- Proceso Naturizer (¹)

(¹) Estos procesos se describen en el Anexo E.

2.1 FABRICACION DE COMPOST EN FORMA LENTA

Se entiende como método de producción lenta de compost aquél cuyo período de compostación es mayor de un mes.

Dentro de esta clasificación existen varios sistemas los cuales se describen a continuación:

2.1.1 Método Indore

Ideado por Sir Albert Howart entre 1924 y 1931 en el Instituto para el Cultivo de Plantas en Indore (India Central).

Este método se afianza en dos principios esenciales: la combinación de 2/3 de materiales vegetales por 1/3 de excrementos de animales con una base alcalina para neutralizar la acidez y un tratamiento que permita a los microorganismos desarrollar eficazmente el proceso de humificación de la materia orgánica.

La versión del Método Indore a escalas de huerto familiar o escolar que más se ha popularizado, consiste en construir una pila preparada directamente sobre la tierra ligeramente removida, con el fin de que pequeños animales, bacterias y otros microorganismos que habitan en el suelo viviente y que son los responsables del proceso de humificación de la materia orgánica puedan subir a descomponer los materiales

apilados. La superficie de las tierras donde se va a montar la pila, se puede remover con una chícora, un pico o la punta de un machete.

Los pasos a seguir son:

2.1.1.1 Recolección de los materiales vegetales y de origen animal.

Debe tomarse en cuenta la frescura y grado de humedad de los materiales y este principio los divide en varias categorías: los secos, tostados o marchitos; los vegetales frescos y los materiales vegetales leñosos. Las hojas secas, así como los papeles, trapos, cartones, coletos y fibras vegetales, se pueden impregnar con agua previamente hasta que se ablanden, para ayudar a su descomposición.

Se puede recopilar material vegetal por su riqueza en un determinado nutriente.

2.1.1.2 Recolección de excrementos de animales

Se pueden utilizar los excrementos, bostas y orines de cualquier animal. Estos sirven como "activadores" que generan el proceso de descomposición de la pila, por su alto contenido de Nitrógeno. Los animales deben estar sanos y bien nutridos.

2.1.1.3 Recolección de la "basura" casera

Incluye: verduras, frutas y restos de comida en mal estado para el consumo humano, pero excelentes para el compostero. Todos estos materiales se aprovechan, así como las flores de los floreros ya marchitas, el pelo y el polvo que se recogen con la aspiradora y la escoba. Además, puede ir guardándose en una bolsa los restos de vegetales, las conchas, cáscaras y borra de café, plumas, las servilletas y papeles desmenuzados. A veces es conveniente cortar en trozos, las conchas gruesas como las de toronja y patilla y desmenuzar las cáscaras de huevo. Cada vez, se cierra la bolsa para que no vengan insectos a desovar ahí. El contenido de la bolsa puede permanecer cerrado hasta dos días, a temperatura ambiente sin que se desencadene una descomposición aneróbica y puede permanecer más tiempo en la nevera, antes de usarse su contenido en el compostero.

La materia vegetal debe ser fresca, de olor agradable y dulce. Si el olor que se desprende es repugnante, quiere decir que se formó una descomposición anaeróbica y si se usan estos materiales lo más probable es que luego, en el compostero, se observen gusanos a causa de los huevos que fueron depositados por los insectos en ellos, antes de incorporarlos a la pila. El compostero es un medio aeróbico, incómodo para el desarrollo de insectos, no sólo porque alcanza altas temperaturas (60 a 80 °C), sino también porque se remueve la pila constantemente y porque los materiales secos, como polvo y harina, absorben el exceso de humedad de los materiales húmedos y blandos.

Es recomendable no utilizar carnes, grasas y restos de pescado, hasta que se tenga cierta experiencia en el arte y ciencia de hacer compost, porque son materiales putrefactivos. No deben usarse: celofanes, vidrios, plásticos, cauchos, ni metales de ningún tipo.

2.1.1.4 Tierra

Sirve para aportar bacterias y microorganismos al compostero. Es como una "inoculación".

2.1.1.5 Un material para neutralizar la acidez

Puede ser piedra caliza pulverizada (carbonato de calcio) o carbonato de potasio (en forma de cenizas de madera). Se puede también utilizar tierra. No es conveniente la utilización de "cal viva" porque es muy fuerte y mataría los macro y microorganismos del compostero. Si el suelo es alcalino, no deberían agregarse al compostero, materiales para neutralizar la acidez.

2.1.1.6 Agua y Aire

La pila debe estar como una esponja, húmeda, pero no empapada, con los materiales bien sueltos, a fin de facilitar la circulación de aire.

2.1.1.7 Escogencia del lugar, forma de sostener los materiales y medidas

Dentro de ciertas variaciones que no pueden disminuirse ni excederse, las medidas recomendadas son: 1,20 metros x 1,20 metros x 1 metro de altura. Sin embargo, la altura máxima puede llegar a ser de 2 metros. Es muy difícil que ocurra la fermentación con menos de 1 metro de altura. El largo de la pila puede variar y, a partir de 1,20 metros, puede prolongarse todo lo que se desee.

La persona que aprende a hacer bien el compostero con el Método Indore en su versión de pila sin soportes y sobre terreno, está capacitada para practicar otras variantes en recipientes, con instalaciones y con medidas más pequeñas, con absoluto éxito. En el medio urbano, la falta de espacio y de tierra, hacen que el aprendizaje de variantes más pequeñas cobre mayor popularidad tales como el compostero en pipotes, jardineras, tobos, barriles y cajones (Figura 4)

Compostero Indore, sin soporte y sobre terreno (Figura 5)

Los materiales se ponen por capas: las de materia vegetal son más gruesas (10 a 15 centímetros) que las de basura y excremento (2 a 5 centímetros). Se disponen los materiales muy húmedos pastosos o jugosos en capas delgadas alternados con otros secos, absorbentes y aireados (aserrín, tierra, veniza, cascarilla, paja seca) a fin de que la pila esté húmeda pero no muy mojada o empapada.

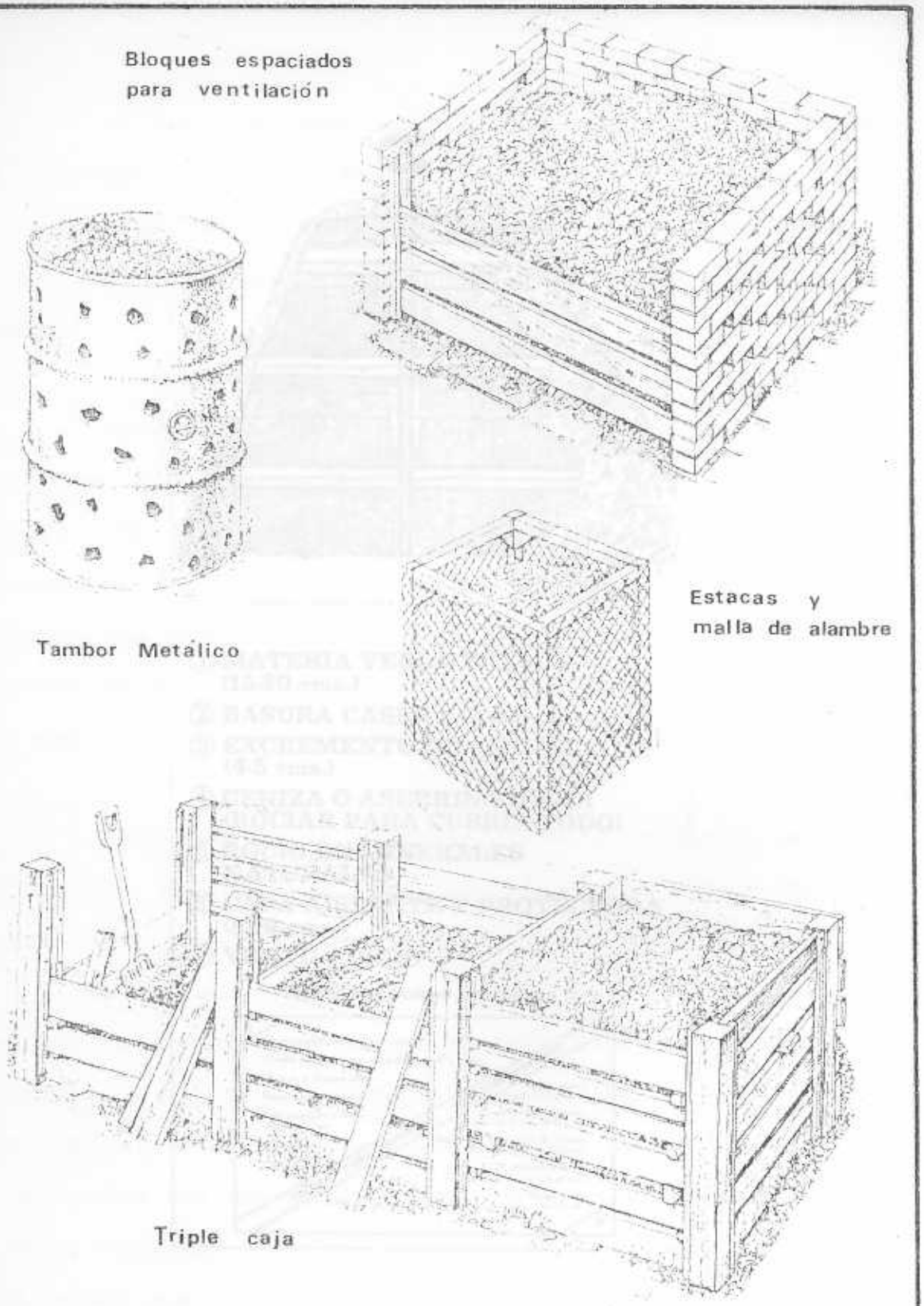
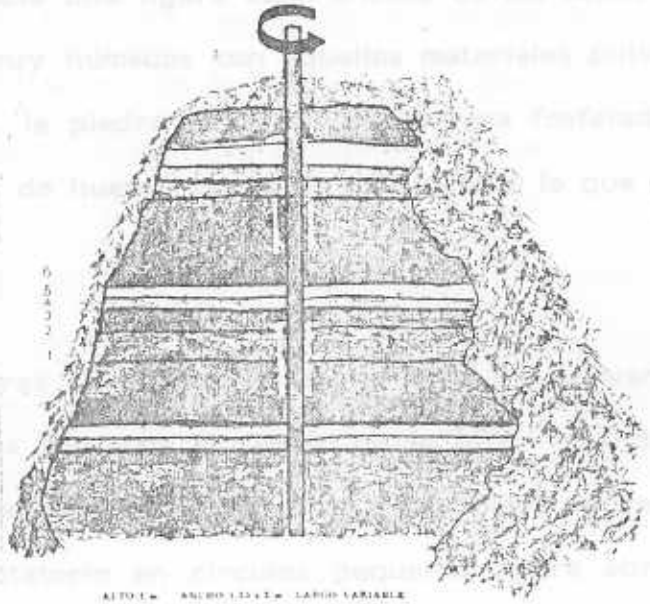


Figura 4. Variantes del Método Indore



① MATERIA VERDE FRESCA (15-20 cms.)

② BASURA CASERA (5-6 cms.)

③ EXCREMENTO DE ANIMAL (4-5 cms.)

④ CENIZA O ASERRIN-TIERRA (ROCIAR PARA CUBRIR TODO)

⑤ ROCIO DE MINERALES NATURALES

⑥ CAPA AISLANTE Y PROTECTORA (8-10 cms.)

⑦ VENTILADERO

RELACION CARBONO - NITROGENO

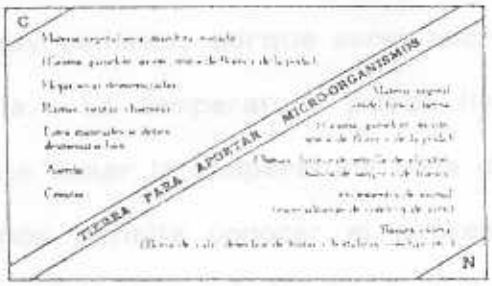


Figura 5. Compostero Indore sin soporte y sobre terreno

Se rocía una ligera capa encima de las capas de excremento o de materiales muy húmedos con aquellos materiales pulverizados, tales como: la ceniza, la piedra caliza o cal, la roca fosfatada, las conchas marinas, cáscaras de huevo, borra de café y todo lo que está convertido en polvo.

Mientras se construye la pila se le clavan varios palos o estacas en los sitios cercanos al centro de la pila; cuando se alcanza la altura de 1,20 metros, se hacen girar estos palos sobre sí mismos con un movimiento rotatorio en círculos pequeños, para abrir un canal de ventilación que alcance el fondo de la pila, lo cual favorece la libre circulación del aire. Una vez alcanzada la altura de 1,20 metros, se rocía el compostero con agua y se deja reposar por dos semanas.

Terminada la pila, se cubre totalmente con tierra, ceniza o gamelote a fin de que los insectos (moscas, avispas y mosquitos) no vengan a poner huevos, mantener el calor, proteger la pila de los vientos y de los cambios de temperatura. A los pocos días (3 a 5 días), el compostero se pone muy caliente, porque seres microscópicos están descomponiendo la materia. La temperatura puede llegar a alcanzar 60 a 80 °C. Es conveniente tomar la temperatura cada dos o tres días y llevar un gráfico que nos permita conocer el proceso de descomposición con mayor exactitud. Cada vez que la temperatura comienza a bajar se puede deducir que la actividad de los microorganismos ha decaído, por lo cual se debe incorporar oxígeno en la pila y poner los materiales no

descompuestos en el centro, para que el proceso de humificación continúe. Lo que está afuera de la pila, se pone adentro. Lo que está arriba, se pone abajo. Lo que está adentro, se pone afuera.

La primera aeración debe realizarse a partir de la primera semana. El compost está casi listo a los dos meses, pero sólo después de tres meses se logra un compost "estable", totalmente humificado (los pequeños fragmentos de algunos materiales duros no pueden reconocerse).

El compost puede estar listo a las seis semanas, o a los dos o tres meses, dependiendo de los materiales usados, de la frecuencia de las aeraciones y de otros factores. Mientras más picado o desmenuzado estén los materiales y mientras más aire reciba la pila, más rápido estará lista.

Si por alguna razón el compostero llegara a generar un olor desagradable que causa repugnancia, se debe con toda seguridad que se ha formado en su interior un "foco anaeróbico" por exceso de humedad y falta de aire. En ese caso, hay que remover la pila para airearla e incorporar materiales secos y absorbentes como aserrín o cenizas.

No se debe hacer la pila más pequeña que lo indicado porque, entonces, nunca se calentará. Si la pila está muy seca, no se iniciará el proceso de descomposición y permanecerá fría. La presencia de hor-

migas y bachacos, son indicadores de sequedad y, en este caso, se debe humedecer.

También pueden ser regulados los grados de PH de acuerdo a las diferentes necesidades de las plantas.

2.1.2 Método Biodinámico (Figuras 6 y 7)

El Compost Biodinámico, presenta cinco modalidades de compost: El compost de jardín, el cual se prepara con todos los desechos vegetales de parques, jardines y huertas, mezclados con tierra y algún tipo de exrementos frescos, o seco. El proceso de humificación tarda un año y sólo se usa cuando los materiales están totalmente descompuestos. El compost de excrementos: se prepara con los materiales vegetales (paja, heno, cascarilla, aserrín) que son utilizados usualmente para absorber los excrementos y orines de los animales confinados en corrales, establos, jaulas y galpones. Esos animales deben ser muy sanos y estar bien nutridos. El compost mineralizado: esta modalidad se prepara con mezclas de minerales naturales, tales como roca fosfatada, dolomita, glauconita, piedra caliza, granito (potasio feldespático), roca basalto y otros. Los composteros "ácidos" son elaborados con un control de PH grado de acidez-alcalinidad; los composteros con predominio de hojas y agujas de pino, se utilizan para plantas que prefieren suelos ácidos (como las fresas), puesto que es en esa condición que éstas pueden aprovechar el hierro. Compost de basura: se utilizan técnicas y procedimientos especiales para el reciclaje a gran escala de la basura.

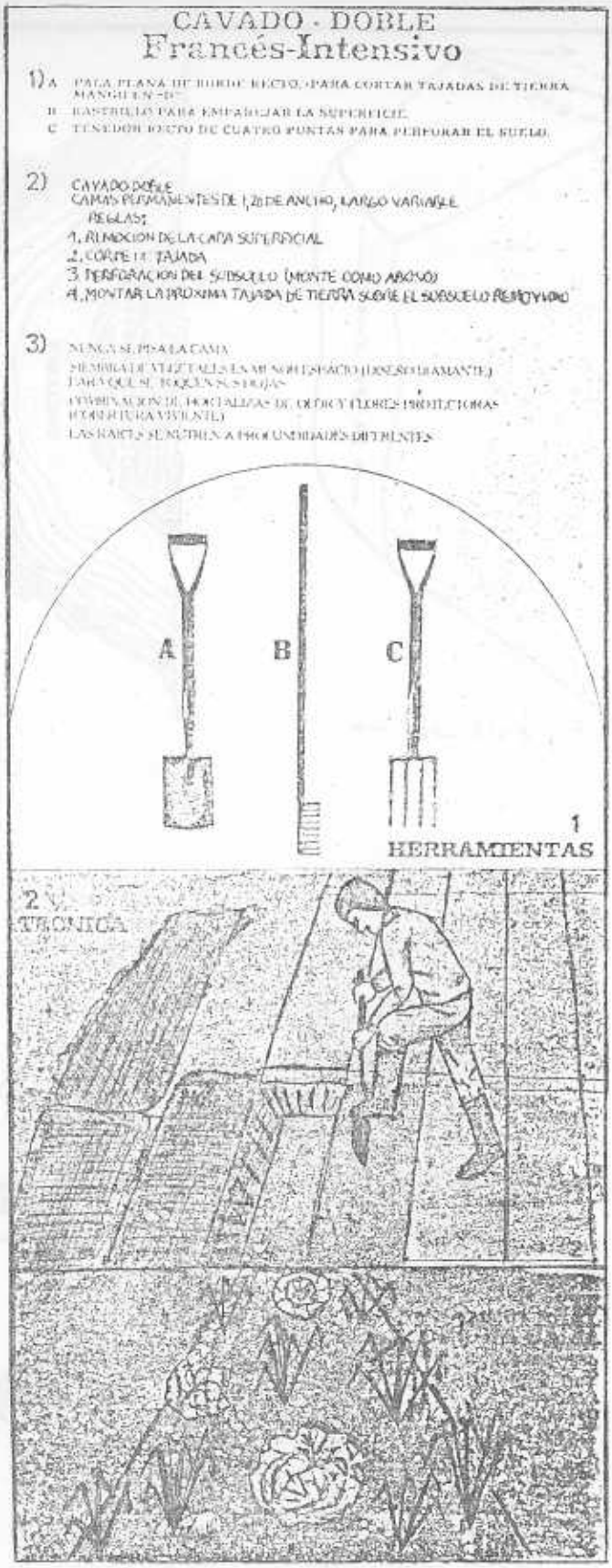
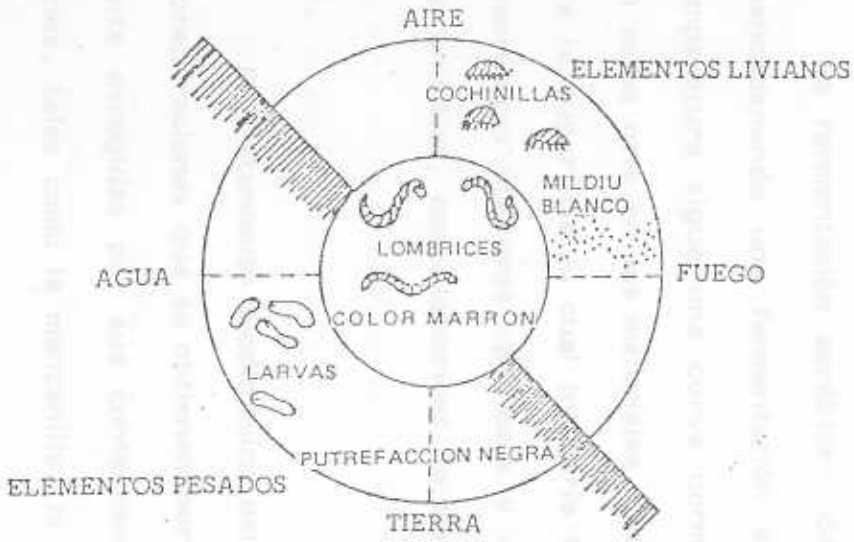


Figura 6. Método Biodinámico



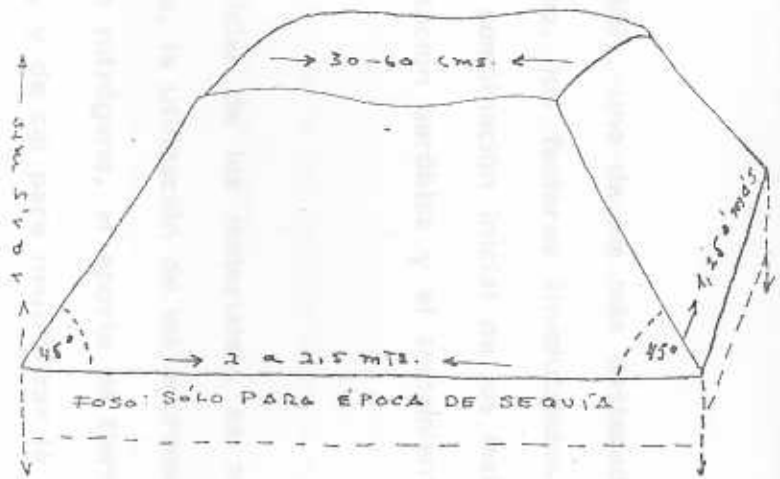


Figura 7. Compostero Biodinámico trapezoidal

Según H.H. Koepf, (1966), uno de los más destacados representantes del Método Biodinámico, los factores involucrados en la preparación del compost, son: la combinación inicial de los materiales utilizados, el control de la fermentación aeróbica y el tratamiento biodinámico.

Para la combinación inicial de los materiales, se toma en cuenta la relación carbono-nitrógeno, la utilización de los excrementos y de materiales especialmente ricos en nitrógeno, el aporte de tierra o de compost preparado con anterioridad, y de cal para neutralizar la acidez. Los materiales deben de estar bien picados o desmenuzados.

La fermentación aeróbica: Se puede reconocer que la pila está desencadenando una fermentación aeróbica porque el seguimiento de la temperatura sigue una curva normal, la pila no se seca, no se forma un moho gris en los materiales ubicados a los 6-2 centímetros por debajo de la superficie lo cual indicaría falta de humedad, no presenta focos anaeróbicos obscuros, pastosos y de mal olor y porque contiene pequeños animales, como lombrices de tierra, tijeretas, gorgojos y milpiés.

El tratamiento biodinámico del compost, consiste en agregar ciertas preparaciones que se obtienen por la fermentación de plantas especialmente escogidas por sus contenidos en determinados minerales o substancias, tales como la manzanilla, la valeriana, la ortiga y el diente

de león. Las preparaciones ejercen una influencia en la formación de humus estable y en una mayor capacidad del compost para almacenar los nutrientes.

El lugar para situar el compostero debe estar protegido del viento y del sol, en un terreno ligeramente en pendiente para que haya buen drenaje, parcialmente sombreado y bien limpio.

Las medidas de los composteros de jardín son: de 1 metro a 1,50 metros de alto; de 2 a 2,50 metros de ancho en su base; y un mínimo de 1,25 metros de largo, pero se puede prolongar de acuerdo al espacio disponible.

Los composteros hechos con materia vegetal usada para cubrir el piso de corrales, jaulas, galpones y establos, son más grandes, la altura debe ser de 2 a 2,50 metros de altura y el ancho, de tres metros.

La forma del compostero es trapezoidal; los lados de la pila se van reduciendo desde la base hacia su máxima altura, en un ángulo de 45 grados y a la parte de arriba se le hace una pequeña depresión. Nunca se le deja en forma "picuda" porque se pierde la buena distribución del calor.

Las proporciones de las combinaciones recomendadas, son: de 20 % de excrementos de animal, 70 % de materia vegetal y 10 % de

tierra; está contraindicado el uso de cal o piedra caliza cuando la planta necesita un suelo "ácido" o cuando la pila contiene excrementos.

Este compost debe airearse una vez al año y alcanza su madurez al año y medio, aproximadamente.

2.1.3 Método de la G.G.A., Asociación de Buenos Horticultores

Este método es una variante del Método Indore, pero tiene características especiales. Por ejemplo, la utilización de una caja cuadrada de madera, especialmente construida sobre el suelo directo, con tablas horizontalmente dispuestas a distancias de 2,5 centímetros entre sí y tratadas con un líquido especial para preservar madera que no contenga alquitrán o brea de cresota. Esta caja ofrece una ventilación adecuada.

Se recomienda fabricar 2 cajas contiguas para asegurar la continuidad de la producción de compost. Mientras el compost se va "curando" en una caja, se comienza un compostero nuevo en la otra.

Las medidas deben ser exactas y hay tres posibilidades, a escoger: 1,2 metros x 1,2 metros; 1,8 metros x 1,8 metros; o 3 metros x 3 metros. La altura debe corresponder al largo x ancho escogidos para las cajas.

Los materiales utilizados son tan variados como los utilizados en los métodos anteriormente descritos, pero la forma de disponerlos, es diferente: por cada 15 centímetros de materia vegetal se aplica un rocío de jugo de algas o de extracto de pescado, en proporción de 100 gramos o de 3 onzas, por cada metro cuadrado. También se recomienda, si es posible, la adición de orines de animales y excrementos de conejo o de gallina.

Si el tiempo está muy seco y caliente se rocía la pila con agua. Si el suelo es ácido, se recomienda agregar cal hidratada en finos rocíos cada medio metro, en proporción de 133 gramos por cada metro cuadrado. Al finalizar la construcción de la pila, se pincha para abrir canales de circulación de aire y se cubre con 5 centímetros de buena tierra.

Se deja reposar durante seis meses, para lograr una total humificación de la materia orgánica.

2.1.4 Método de Retorno Rápido Q.R.

Este método ha sido desarrollado por Maye E. Bruce y se ha popularizado en Inglaterra porque, a través de él, se logra un buen compost en poco tiempo; el proceso tarda de seis a doce semanas. Una de las características más relevantes es el uso de un activador que se usa en pequeñas dosis, el cual se prepara con una solución que combina

la miel pura con cinco hierbas de olor bien disecadas y pulverizadas: manzanilla, diente de león, valeriana, ortiga y "milenrama" o "milhojas" y con corteza de roble pulverizado. Esta mezcla es sometida a un tratamiento especial y se usa en pequeñas dosis (1 cucharadita), por 0,60 litros de agua; la solución obtenida debe reposar varias horas antes de usarse. Se aplica rociado entre las capas o se vierte a través de agujeros verticales abiertos en la pila, con ayuda de una estaca.

Las medidas de la pila pueden variar desde 0,60 metros cúbicos hasta 0,90 metros cúbicos. Para sostener la pila se pueden usar palos, maderos, tablas, cartón corrugado sostenido con alambres, bambúes o cañas; no se recomienda materiales que impidan la libre circulación del aire, tales como: bloques, ladrillos, o láminas de metal o asbesto. Este método se basa en el uso de material vegetal, pero con ciertas limitaciones, como por ejemplo: evitar hojas secas, ramas o plantas herbáceas ya marchitas, troncos de repollos y otros materiales fibrosos. En cambio se recomienda usar preferentemente, materia verde, fresca y blanda, picar los tallos o ramas verdes en pedacitos menudos y desmenuzar los vegetales fibrosos. No se utiliza en absoluto ningún papel o cartón, metales, carnes, grasas, huesos, restos de comida provenientes de la cocina, ni restos de animales. La grama recortada se dispone en capas de 5 a 8 centímetros, mientras que otros materiales vegetales se disponen en capas de 15 centímetros. Se rocía una delgada capa de tierra, cada 30 centímetros de altura, así como un ligero rocío de cal.

La primera capa se coloca directamente sobre la tierra removida y nunca sobre piso de concreto, cemento o ladrillo.

2.1.5 Método de Jean Pain (Figura 8)

Este método deriva de las investigaciones de Jean Pain. Es denominado también, "Compostero de monte" porque la materia utilizada es exclusivamente vegetal, recogida en los bosques o en cualquier parte donde exista gamelote, monte, árboles y arbustos, de cualquier variedad.

Con este método un sólo hombre puede preparar 2.000 kgs. de compost en 111 días, sin usar maquinaria ni instalaciones complicadas.

El procedimiento a seguir consta de varias etapas:

RECOPILACION: consiste en recoger toda la materia vegetal suelta que abunda en los bosques, parques, sabanas y selvas.

Si no se cuenta con herramienta o maquinaria adecuadas para cortar o picar, es recomendable entonces, no incluir ramas con más de 8 milímetros de espesor, porque su descomposición es muy lenta. No hay ninguna excepción, escogencia o límite, en la recolección de la materia vegetal, tanto fresca como seca o marchita.

IMPREGNACION: Esta tarea consiste en impregnar con agua la materia vegetal recopilada, bien sea recogiéndola y apilándola rápidamente en un día de lluvia fuerte, rociándola con gran abundancia de

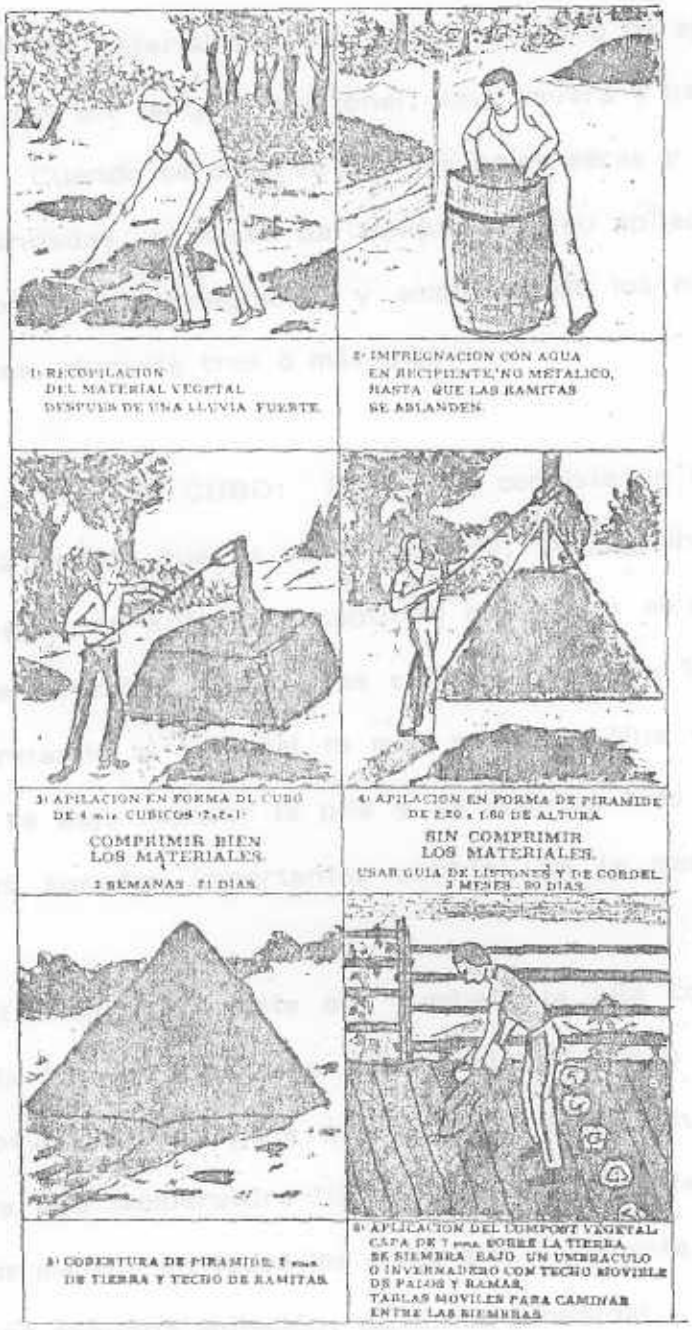


Figura 8. Método de Jean Pain

agua, sumergiendo los materiales en un recipiente lleno de agua, no metálico que puede ser un tanque, un tonel, una nevera o bañera vieja o un tobo gigante. Cuando se observe que las hojas secas y ramas y pequeñas están ablandadas, se sacan del tanque para su apilación. El proceso de ir recopilando, impregnando y amontonando los materiales, se repite varias veces, durante tres o más días.

APILACION EN CUBO: Este paso consiste en ir apilando la materia vegetal a medida que se va recogiendo, impregnando y sacando del tanque de agua, en suficiente cantidad como para alcanzar las medidas exactas de un cubo de 4 metros cúbicos (2 x 2 x 1 altura) comprimiendo y apretando el material lo más posible. Una vez alcanzado dicho volumen, se deja reposar la pila y se cuentan tres semanas, durante las cuales suceden importantes cambios en la materia vegetal.

AERACION: Consiste en "tumbar" la pila comenzando por los bordes de la pila. La persona lanza hacia un lado o hacia atrás de de si misma, los materiales, para que se aireen bien. Durante la aeración se observa una temperatura tibia en el centro de la pila, un olor ácido y un color marrón en todos los materiales. Durante esta aeración, se construye una segunda apilación, de forma piramidal.

APILACION EN PIRAMIDE: Esta operación es muy precisa y las medidas deben ser respetadas estrictamente. Se utiliza "una guía triangular" fabricada con madera y cordel, la cual se sostiene sobre el

terreno en forma vertical. La base de la guía es de 2,20 metros y la altura, en el centro, es de 1,60 metros. La materia vegetal se va lanzando al eje central, a ambos lados de la guía, de modo que caiga suelta y aireada. De esa manera, la apilación va adquiriendo la forma piramidal, la cual debe perfeccionarse con la ayuda del escardador. Al terminar se cubre la pirámide con una capa de tierra de 2 centímetros, o de compost previamente preparado. En la construcción de la pirámide no se comprimen los materiales. Luego se protege la pila piramidal, con una cobertura de ramas, cañas o palmas, en forma de techo.

PROCESO DE HUMIFICACION: El compost de monte está listo después de tres meses. Si no se utiliza de inmediato, se cubre bien y se mantiene así por varios meses más.

UTILIZACION: Al cabo de noventa días, el compost está "curado".

2.1.6 El Compost de Algas

L.C. Chilcott ideó un compost en el cual combinaba harina de algas y harina de sangre; esta última es una de las más ricas fuentes en nitrógeno y también contiene ácido fosfórico, mientras que las algas constituyen un despliegue maravilloso de toda clase de minerales.

El procedimiento de Chilcott consta de dos composteros. El compostero de algas, se prepara mezclando 50 kgs. de harina de al-

gas con 10 kgs. de sangre seca y rociando la mezcla con un poco de agua. Se apila la mezcla bajo techo para protegerla de las lluvias y se deja por cuatro o seis semanas, durante las cuales sobreviene una gran actividad de los microorganismos. No se dan instrucciones específicas sobre las medidas o la forma de la pila. El segundo compost se prepara con una parte de tierra, tres partes de turba, una y media parte de arena y una parte de carbón molido. Se pesan estos ingredientes, salvo la arena y el carbón y se le agrega la misma cantidad de compost de algas.

2.1.7. Compost de "Sabana"

Consiste en combinar la acción de un "abono verde" que puede ser algún tipo de leguminosa o pasto especialmente escogido para ese fin, el cual se corta antes de alcanzar la madurez y se deja sobre el terreno. Luego se añaden otros minerales ricos en nutrientes, bien pulverizados, tanto orgánicos como minerales naturales. Hay dos versiones: Estos materiales se mezclan con la ayuda de moto-cultivadora a la capa superficial del suelo. Los materiales se dejan sobre el suelo sin revolver o arar, hasta que se descompongan (cobertura nutritiva). En ambos casos, el trabajo de descomposición de la materia orgánica hace que las bacterias consuman el nitrógeno del suelo, lo cual produce una carencia temporal de éste que afecta el crecimiento de las plantas; en el caso de que el suelo sea muy rico en humus, esta carencia no ocurre y más bien se facilita la solubilidad de los minerales naturales. Al

cabo de un tiempo, las bacterias que contienen ese nitrógeno almacenado en su cuerpo, ya cumplida su tarea de descomponer la materia, mueren; y es entonces cuando liberan ese nutriente para las plantas.

2.1.8. Compost de Cartón y Papel

Este método es invención de un habitante de la población de Canoabo, Distrito Bejuma, en el Estado Carabobo, donde se realizó el proyecto "La Basura es un Tesoro", durante el año 1977 - 1978. El informante explicó que se recolectan todas las cajas de cartón vacías y se cortan sus lados para abrirlas y aplanarlas; también se recopila todo tipo de papel. Se arma una pila, alternando los cartones bien mojados en capas de una lámina, rociados con una capa de tierra. Las medidas de ancho y largo pueden variar pero la altura mínima es de 1,60 metros. Al finalizar, se rocía todo con agua y se cubre con más tierra. Se deja reposar por varios meses, dependiendo de la cantidad de cartón y papel amontonados, al cabo de los cuales, todo el material se habrá desmenuzado completamente. La tierra puede provenir de un potrero en desuso.

2.1.9. Compost de "Toilette" o "W.C." sin agua (Figura 9)

El llamado "Water-closet" llamado en nuestro idioma "excusado", "inodoro", "retrete", "toilette", es la forma más absurda de derrochar el agua, porque cada vez que se baja la tanquilla, se pierden

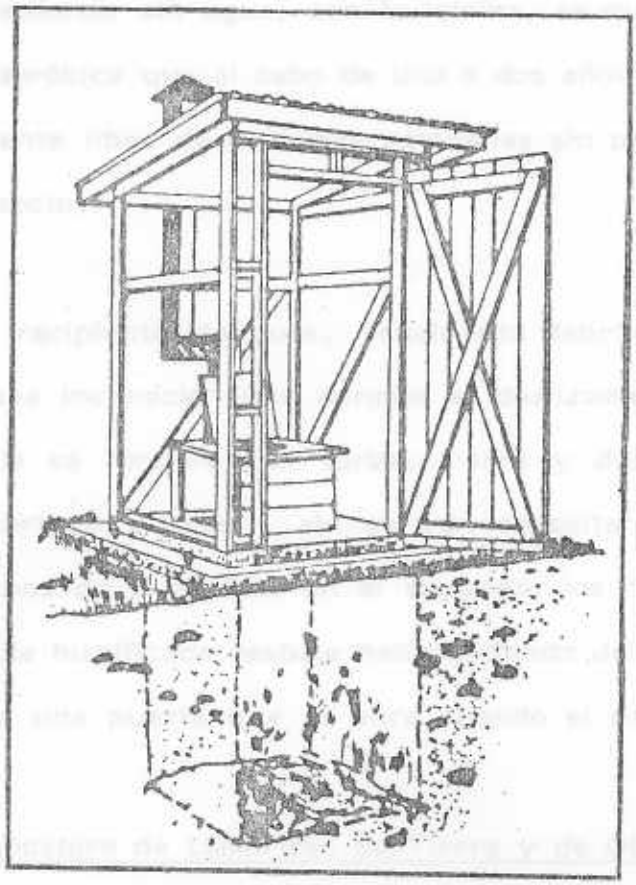


Figura 9. Compostero de Water-Closet

más de veinte litros. Es por ello que han surgido numerosas compañías que fabrican esta nueva y moderna versión de la letrina. Las diferencias de estos depósitos sin agua, con la letrina, es que promueven una descomposición aeróbica que al cabo de uno o dos años produce un compost, completamente libre de bacterias patógenas sin problemas de malos olores, ni de insectos.

Los recipientes-tanques, usualmente fabricados de fibra de vidrio, tienen una inclinación que permite el deslizamiento de los materiales. El fondo se recubre con turba, tierra y desechos vegetales, como grama recortada y hojas; ahí se van depositando, en el primer nivel, los desechos de la cocina, en el segundo, los desechos del W.C. y luego, la mezcla humificada resbala hacia el fondo del depósito, el cual está previsto de una puerta que se abre cuando el compost está listo.

2.1.10 Compostero de Lombrices de Tierra y de Otros Animales

Un compostero especial para cría de lombrices de tierra, permite tener otro valioso recurso en la aplicación de los métodos naturales de agricultura ecológica.

EL DEPOSITO

Se acostumbra tener dos depósitos contiguos para la cría permanente de las lombrices de tierra; estos deben tener buena venti-

lación por debajo y por los lados y para ello deben ser perforadas aberturas de 1 a 2 centímetros de diámetro con un taladro, en el caso de cajones de madera, de anime o de cualquier otro material y luego, cubrir todo el interior con malla fina de mosquitero, a fin de que las lombrices no puedan salirse.

Las medidas, las formas y los materiales de los depósitos que se utilizan en la cría es muy variada: desde barriles, tambores, pipotes, tobos, bañeras viejas, o cajones especialmente construidos. Sin embargo, deben ser más bien aplanados y su altura debe permitir alcanzar la altura que requiere el medio o "hábitat" y un margen de seguridad para que las lombrices no se salgan por arriba del depósito. Los soportes pueden ser bloques, ladrillos, pilotes o patas de madera.

EL LUGAR

Debe ser fresco y sombreado, sin corrientes fuertes de aire. Puede estar situado al aire libre o en el interior de la casa. Si la cría de lombrices es en el exterior, conviene tener un techo portátil o fijo durante la temporada de lluvias, para evitar la inundación del depósito. Se evitan las corrientes de aire para disminuir la sequedad de la superficie. Se evita la luz directa del sol, porque molesta a las lombrices y porque aumenta la temperatura a límites que -entre las 11 a.m. y las 3 p.m.- pueden ser peligrosas para ellas.

EL MEDIO O HABITAT

Debe imitar el orden de las zonas del suelo viviente. En el fondo, una capa de 8-10 centímetros de arena para absorber algún exceso de líquidos y facilitar el drenaje. Luego una capa de 15-20 centímetros de tierra ligeramente húmeda y bien porosa, que no sea arcillosa y sin piedras. Encima de ésta se colocarán las lombrices y luego se cubrirán con una cobertura nutritiva de 25 centímetros de alto. Esta consiste en 7 partes de desechos vegetales frescos y secos como grama recortada, gamelote, monte, restos de poda, hojas secas desmenuzadas, flores, conchas, restos de frutas y verduras, aserrín y borra de café; 2 partes de excremento de vaca, caballo o burro y 2 partes de compost, o en su defecto, de tierra. Se humedece ligeramente todo y se mezcla bien. Cuando se pone la mezcla encima de las lombrices debe hacerse con suavidad, tratando de que quede uniformemente distribuida y nivelada. La materia orgánica no debe sobrepasar los 30 centímetros de alto porque su descomposición puede elevar la temperatura a límites peligrosos para las lombrices.

RECOLECCION DE LAS LOMBRICES

Estos diminutos y graciosos animales se consiguen en terrenos húmedos, sombreados, donde abunda la materia vegetal y los árboles. También se consiguen en potreros y corrales. Se guardan en depósitos abiertos, cajas o frascos sin tapa, con su tierra, evitando la luz fuerte para que no sufran.

COBIJA PROTECTORA

Es conveniente cubrir toda la superficie del compostero, con una capa de turba aislante y protectora.

MANTENIMIENTO Y ALIMENTACION

Cada semana deben reponerse los materiales de la cobertura nutritiva. La cobija protectora de turba debe reponerse a medida que se desgasta. Tomando en cuenta que los cuerpos de las lombrices tienen una gran riqueza de proteínas, deben alimentarse con una ración variada que pueda incluir, harinas de trigo integral o de maíz, o de otros cereales, afrecho, hojuelas de avena y leche en polvo. Estos alimentos se rocían sobre la superficie de la cobertura nutritiva, para lo cual se retira la capa de turba. La frecuencia dependerá del número de lombrices y del tamaño del criadero.

TEMPERATURA, HUMEDAD Y PH

La temperatura ideal debe mantenerse entre los 24 grados centígrados y 27 grados centígrados. La condición del medio debe ser húmeda, pero no empapada. Cualquier exceso de agua o resequedad, pueden ser fatales para las lombrices. El grado de acidez debe mantenerse *ligeramente ácido, entre* 5.5 y 7.0.

No deben incorporarse al compostero, conchas o restos de frutas cítricas, ni otros materiales ácidos.

2.1.11 El Compost Gallinero

La señora Lady Eve Balfour, una de las seguidoras más importantes del Método Orgánico en Inglaterra, ha ideado un método de hacer compost que consiste en un gallinero techado, bien construido, bien ventilado, a prueba de agua y de corrientes de aire, para poner las perchas y los nidos. Al lado del gallinero, se construye un galpón techado con sus bebederos y comedores de granos suspendidos del techo; el piso, de tierra, debe estar cubierto de cascarilla, paja, grama recortada, monte, gamelote o heno seco. Ahí se les van lanzando los restos de comida casera y restos de la poda, para que ellas escarben; de esa manera, desmenuzan el material y mezclan la materia vegetal con sus excrementos. En las cercanías también se construyen uno o dos corrales sin techo, al aire libre, con palos clavados en la tierra y malla de alambre, bien alta, para que las gallinas no puedan saltar. En esos espacios abiertos se les va lanzando una mezcla de grama, hierbas aromáticas y leguminosas.

Cada dos o tres semanas se recoge el material, se apila en un compostero y, si está muy seco, se humedece ligeramente, con lo cual la materia orgánica termina de descomponerse hasta humificarse del todo. Con este método se obtiene un compost excelente.

El "corral al aire libre" se puede mudar de su sitio al cabo de uno o dos años, debajo de árboles de mango o de otros frutales. Así

las gallinas comen las frutas que caen ya maduras; es posible sembrar una huerta o maizal en el sitio donde estuvo antes el corral al aire libre, puesto que en ese sitio, el suelo viviente estará pleno de fertilidad.

2.1.12 Compost de Cochineras

En algunos países como por ejemplo -en Inglaterra- se están reciclando miles de kilos de papel desechado de las oficinas e instituciones educativas, de la siguiente manera: Se pica el papel en tiras finas y se pone en el piso de las cochineras para que los cochinos lo revuelvan con sus patas. El material se recoge cuando está bien desmenuzado y húmedo con sus excrementos, sólidos y líquidos y se apila en composteros grandes, hasta lograr su total humificación.

2.1.13 Compost de Potreros

En los potreros de caballos, chivos, burros y ganado, se cubre el terreno con hojas secas, pasto, grama, gamelote y papeles picados, a fin de que los animales muelan y desmenucen los materiales vegetales con sus patas, aportando sus excrementos, ricos en nitrógeno.

En estos composteros los animales cumplen con la función de moler-desmenuzar y mezclar los materiales orgánicos. Es preciso el aporte abundante de materia vegetal seca y fresca en proporción de 2/3 para combinar con los excrementos, en proporción de 1/3.

Debe evitarse el exceso de humedad, con la incorporación de vegetales secos y absorbentes, a fin de no promover descomposiciones anaeróbicas. El material ya desmenuzado se recoge y se apila hasta lograr el estado final de humificación. Las pilas pueden ser de 2 metros cúbicos, o más, similares a las pilas Indore, salvo que aquí no se alternan capas superpuestas. Es recomendable cubrir los composteros con una capa fina de tierra y protegerlos, a fin de que no se inunden con los aguaceros torrenciales.

2.1.14 Método de Fabricación de Compost adecuado a un Sistema Cooperativo de Producción que beneficie a la comunidad.

Combina métodos que tardan de 3 a 4 meses: no requieren maquinaria ni electricidad.

Este modelo de fabricación de compost, se recomienda para asentamientos campesinos, comunidades rurales, haciendas, fincas e instituciones que no cuenten con muchos recursos económicos, sino más bien con energía humana. Si bien el proceso de humificación puede tardar de tres a cuatro meses, el compost puede ofrecerse a la venta a precios muy ventajosos y además su elaboración no requiere grandes inversiones, ni maquinarias.

En este modelo se puede utilizar fundamentalmente, 4 o más métodos combinados, como por ejemplo: Método Indore. -GGA-. Compos-

tero de algas. Método de Jean Pain. Compost de cartón. Compost de lombrices de tierra y otros.

Los recursos básicos, son: un terreno, un camión pick-up, carretillas, palas y horquillas o tenedores de cuatro puntas para airear los composteros, machetes, láminas grandes de material plástico y palos gruesos, una manguera con rociador fino. Techos para cubrir la zona de composteros, galpones para resguardar los materiales secos y herramientas.

Posteriormente se podrían incorporar una máquina moledora-demenuzadora y una pala mecánica para facilitar la aeración, así como una mezcladora de materiales que pueden usarse para facilitar el trabajo de la aeración o tambores giratorios.

La zona de fabricación de compost con Método Indore debe estar situada cerca de los establos, galpones o jaulas de animales para que el traslado de los excrementos sea más fácil.

Se hacen 15 divisiones contiguas, de 1,30 metros de ancho por 3 o más metros de largo, que se pueden quitar y poner, a conveniencia, hechas con cercas de madera, de alambre, de bloques, de ladrillos, etc.

Las aeraciones se realizan cada dos semanas, manualmente, con ayuda de las horquillas o tenedores de cuatro puntas.

Construcción de la pila: a) La primera capa, de caña o palos para que circule el aire por debajo de la pila. b) Luego, encima se coloca una capa de restos de vegetales de unos 15 centímetros. La materia vegetal puede ser fresca y verde o seca y marchita, picada con machete en trocitos pequeños; se usa en proporción de 2/3. c) Luego se extiende una capa de 5 centímetros de cualquier tipo de excremento sólido y líquido de animales; se usa una proporción de 1/3. d) Por último, rocío de un activador, como harina de sangre de huesos, de semillas de algodón. e) Rocío de tierra. f) Rocío de piedra caliza o de cenizas de madera. g) Rocío ligero de agua. h) Cobertura protectora contra aguaceros.

Las alturas de las pilas pueden llegar a alcanzar 1,60 metros o más pero no deben ser menores de 1 metro. Para abrir agujeros de ventilación, se colocan varios palos gruesos paralelos y horizontales, a lo ancho de la pila, cuando se haya alcanzado la mitad de la altura de la pila; una vez finalizada la apilación, los palos se sacan, para que queden los ventiladeros abiertos, en sentido horizontal.

Al finalizar la apilación, las pilas deben cubrirse totalmente con un rocío de tierra, ceniza o aserrín. Luego se protege del sol y el viento con hojas de plátano, con restos de sacos y de cartones gruesos, en época de verano. En época de lluvia hay que poner un techo de zinc, asbesto o plástico encima del área de los composteros, para impedir que las pilas se inunden con los aguaceros torrenciales.

El tiempo de fabricación varía de acuerdo a dos factores importantes, a saber: la aeración y el tamaño de los materiales.

Mientras más oxígeno reciba la pila y más picados estén los materiales; más breve será el proceso de humificación. La frecuencia de aeración debe fijarse en la fábrica, de acuerdo a los recursos disponibles para esa tarea.

El proceso de humificación puede acelerarse, si se logra airear la pila una vez cada semana. En este caso, se precisan de doce o quince secciones o depósitos contiguos para pasar los materiales de uno a otro. La aeración se cumple, cuando se pasa el material de un compartimiento, al que le sigue, aventando el material para que quede suelto y esponjoso.

Esta operación debe realizarse siempre en un día fijo a la semana y, en esa oportunidad, se humedece el material, sólo en el caso de que esté muy seco.

Otros aspectos que deben vigilarse son: el control de la temperatura y la relación C/N.

Una vez finalizado el proceso de humificación de la primera pila (al cabo de dos y medio o tres meses), se recoge el compost del último compartimiento y éste se lleva a un galpón techado, donde se en-

vasa y almacena. Se observa que el volumen original disminuye considerablemente.

Es conveniente cernir el compost, con una malla gruesa que impida el paso de pedazos grandes de palos, piedras, mecates o algún otro material que no se haya terminado de descomponer. Una vez cernido, es la oportunidad de mezclarlo con otros materiales, tales como: compost de lombrices de tierra o -si es posible-, minerales molidos (como la roca fosfatada) o conchas marinas pulverizadas y también es el momento de agregar otros materiales orgánicos totalmente humificados en sectores especiales.

El compost se puede mezclar variando las proporciones con materiales escogidos por ser muy ricos en un determinado tipo de nutriente.

Se puede instalar un área especial para fabricar compost con el Método de Jean Pain, el cual no usa excrementos de animales sino restos vegetales de todo tipo, agua y tierra para cubrir.

Para la fabricación de compost con el Método de Jean Pain a gran escala, se requiere una cortadora-desmenuzadora que permita reducir el tamaño de las piezas duras y leñosas. El espesor recomendado es de 1 milímetro y los fragmentos deben ser largos y delgados, para que se impregnen de agua más fácilmente.

Las dimensiones de la pila: 6 metros de largo x por 5 metros de alto y 2,50 metros de altura, permiten producir 50 toneladas de compost que alcanzan para cubrir aproximadamente una hectárea de terreno. La impregnación se realiza rociando las capas de 10 centímetros, a medida que se construye la pila. El proceso de humificación puede tardar dieciocho meses, aireando la pila una sola vez un mes antes de ser usado. La humificación puede acelerarse, con aeraciones frecuentes cada tres semanas. Se pueden hacer compartimientos que permitan voltear los materiales al espacio siguiente, similar al usado en el Método Indore.

2.2 SISTEMAS DE ELABORACION DE COMPOST EN FORMA ACELERADA

Estos sistemas se caracterizan por un período de compostación menor o igual a un mes.

A continuación se describen algunos de ellos (Figura 10):

2.2.1 Método "de los catorce días" de la Universidad de California o Método "Breve"

El método de los 14 días permite reducir el tiempo que toma el proceso de humificación, porque se basa en el uso de materia orgánica desmenuzada y molida en trocitos muy pequeños y en la aeración frecuente de la pila. Cuando los materiales son picados finamente, se multiplica la población de los microorganismos porque aumenta el número de superficies expuestas a su acción. Las labores de aeración resultan más fáciles por el poco peso de los materiales y por el aporte frecuente de oxígeno se permite a las bacterias aeróbicas multiplicarse y actuar más rápidamente.

Este método permite aprovechar materiales como huesos, caracoles, ramas gruesas y hojas secas, tan abundantes y, sin embargo, tan difíciles de descomponer. Por ejemplo, no se recomienda el uso de hojas secas en otros métodos de apilación por su impermeabilidad y tendencia a la compactación, por lo cual "asfixian" a otros materiales en su

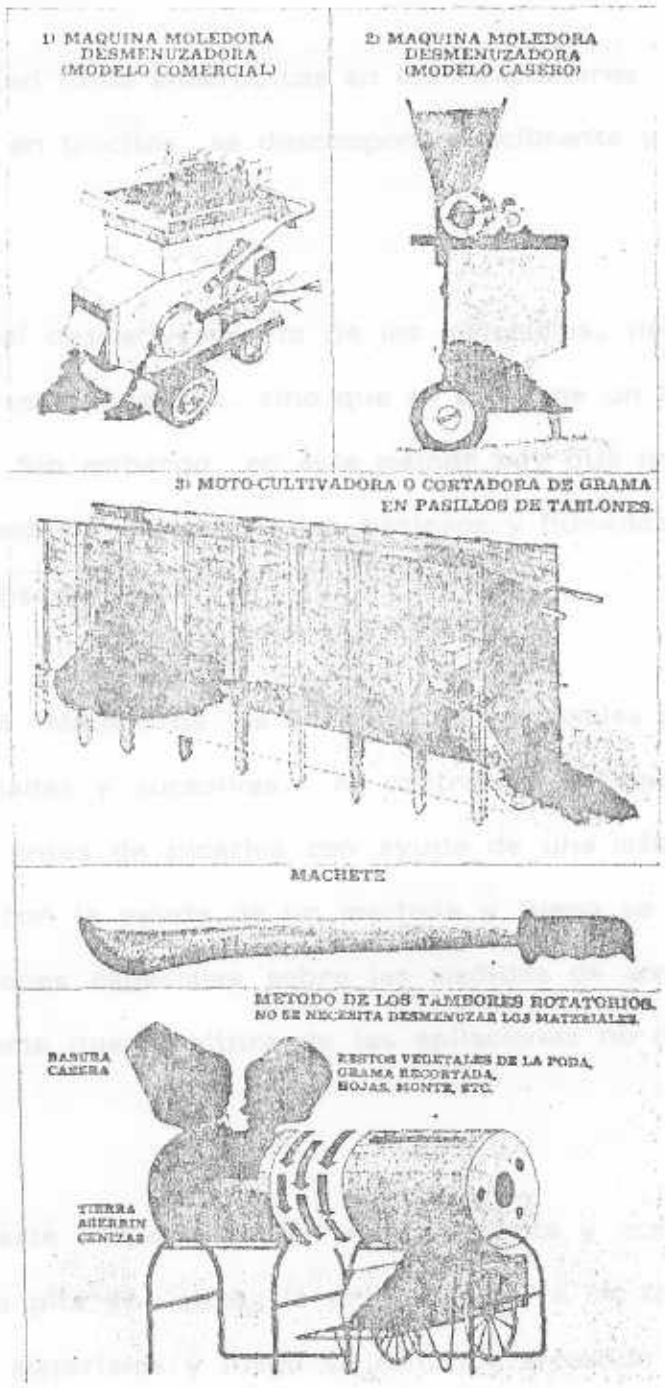


Figura 10. Métodos Breves

cercanía y fomentan focos anaeróbicos en los composteros. En este caso, las hojas picadas en trocitos, se descomponen fácilmente y no se compactan.

Con el desmenuzamiento de los materiales, no sólo se facilita el trabajo de voltear la pila, sino que se mantiene un buen equilibrio de la humedad. Sin embargo, en este método hay que tener la precaución de saber combinar los materiales pastosos y húmedos con otros secos, porosos y absorbentes.

En el "Método de los 14 días" los materiales no se combinan por capas alternadas y sucesivas. Al contrario, los materiales escogidos se mezclan, antes de picarlos con ayuda de una máquina moledora-desmenuzadora, con la ayuda de un machete y luego se apilan. No se dan recomendaciones especiales sobre las medidas de ancho y de largo pero si se advierte que la altura de las apilaciones no debe ser menor de 1,50 metros.

En este método también se incrementa y acelera el proceso de aeración. La pila se voltea, la primera vez, a los tres días, revolviendo bien los materiales y luego se continúa aireando cada dos días, durante dos semanas. Sin embargo, hay que esperar a que el compost se "estabilice" y se humifique totalmente antes de aplicarlo a la tierra, lo cual puede tomar una o más semanas.

El Dr. Golueke encontró un aspecto crítico en el "Método de los 14 días" y es, la combinación de los materiales muy húmedos con los secos y absorbentes. Su interés en el reciclaje de la basura urbana, lo llevó a experimentar con papel como material absorbente, puesto que es uno de los desechos sólidos más abundantes.

La medición de la temperatura permite diagnosticar el proceso de humificación: si todo va bien, la temperatura de la pila puede alcanzar de 44 grados centígrados a 48 grados centígrados en el segundo o tercer día y subir a 66 grados centígrados en el cuarto o quinto día.

Se corrige el exceso de humedad, aireando la pila dos o más veces diariamente y si no hay exceso, se airea la pila con frecuencia interdiaria. El compost está listo en dos semanas.

También Golueke estudió la pila abierta sobre tierra y la pila en dos depósitos contiguos hechos de tablones de madera de 1,50 metros de altura y una base de 1 metro x 1 metro aproximadamente. Las tablas frontales de la caja son removibles, como unos portones, para facilitar el traslado de la pila de un depósito a otro.

Golueke estudió muchos otros factores como la regulación de la acidez con cal, la relación C/N (Carbono-Nitrógeno) y las relativas influencias de las inoculaciones de bacterias en las pilas; también conclu-

yó que la población de los microorganismos es variable, de acuerdo al tipo de materia orgánica utilizada en el compostero, ya que, a cada tipo de materia corresponde un procesos diferente de descomposición. Estos cambios y procesos deben de ser entendidos para que la combinación de los materiales sea equilibrada. (Golueke C. 1975).

En resumen las características esenciales del Método de los 14 Días de la Universidad de California, son:

1. Se incrementa la superficie de área de los materiales, en la cual se multiplican los microorganismos.
2. Se incrementa la aeración de la masa porque el material desmenuzado tiene menos tendencia a compactarse o apelmazarse.
3. Se facilita el control de la humedad
4. Se facilita el voltear la pila porque los materiales son más livianos.
5. No se usan capas alternadas
6. Aeración cada 2-3 días.
7. No se pierden nutrientes por filtración de líquidos.
8. Se combinan materiales frescos, húmedos y blandos, con materiales secos y absorbentes y se arman las pilas sin ordenar por capas.

2.2.2 Tambores Rotatorios (Figura 11)

La aeración o ventilación manual del compostero es una labor ardua, cuando los materiales utilizados son gruesos y grandes o si la pila es de gran tamaño. Es por ello que se han popularizado una serie de recipientes que facilitan esta tarea y permiten airear la materia orgánica depositada en su interior con frecuencia diaria; la aeración frecuente permite obtener compost al cabo de dos semanas. Los recipientes son cilindros, tambores o pipotes metálicos o de otro material provistos de aberturas de ventilación, montados sobre un soporte y que se hacen rotar sobre su propio eje, con ayuda de una manivela.

No es imprescindible picar o desmenuzar los materiales, salvo aquellos muy gruesos y leñosos. Estos tambores se utilizan para reciclar la basura casera, proveniente de la cocina, los restos de la poda, recortes de grama y hojas, etc., combinados con un poco de tierra.

2.2.3. Métodos que tardan dos semanas y media

Este método ofrece sugerencias para organizar una fábrica de compost combinando dos métodos que faciliten y aceleren el proceso de aeración, a saber: el método "de los 14 días" de la Universidad de California y el Método de los Tambores Rotatorios. El primero, hace énfasis en el desmenuzamiento de los materiales y el segundo, en la aeración.

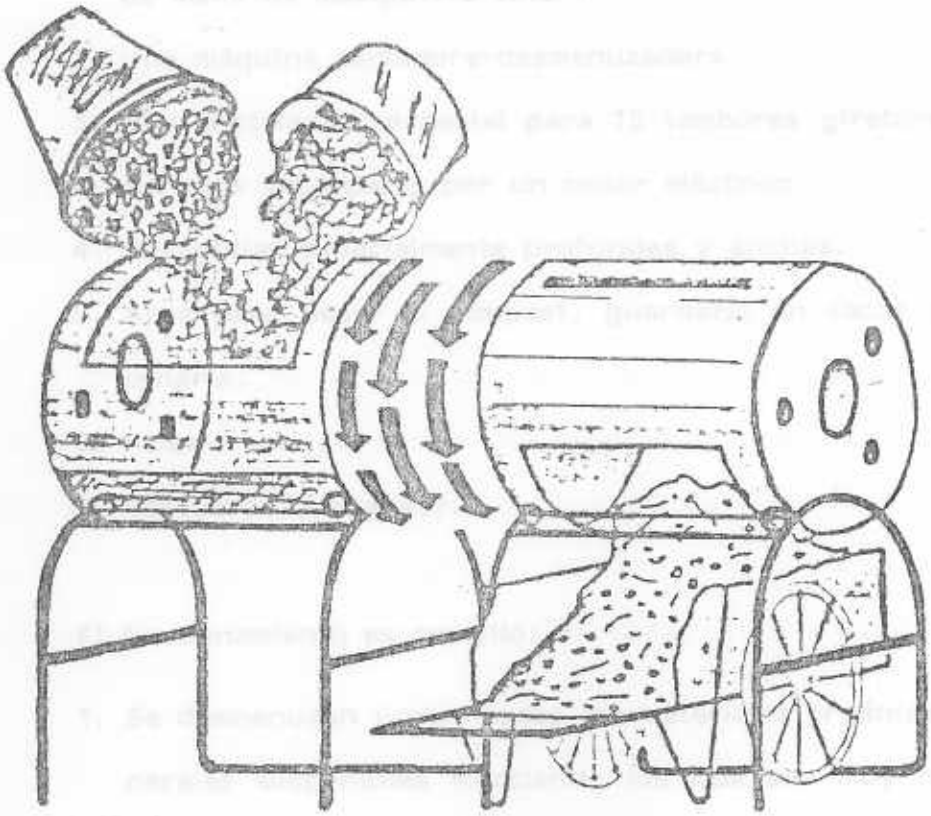


Figura 11. Método de los Tambores Rotatorios

Se requiere una inversión inicial moderada:

1. Para construir un galpón techado con instalaciones de agua y luz eléctrica, con pisos de cemento y paredes de malla de mosquitero fina.
2. Una máquina cortadora-desmenuzadora.
3. Una instalación especial para 15 tambores giratorios numerados impulsados por un motor eléctrico.
4. Carretillas especialmente profundas y anchas.
5. Area para pesar el compost, guardarlo en sacos y almacenarlo.
6. Palas
7. Pesadoras (romanas).

El funcionamiento es sencillo:

1. Se desmenuzan juntos todos los materiales orgánicos y minerales disponibles mezclando los que son muy húmedos con los secos y absorbentes.
2. Cada día se llena un tambor, hasta 3/4 de su capacidad, a fin de dejar un espacio para que el material pueda moverse fácilmente, cuando se giran los tambores.
3. Se giran los tambores, sobre sí mismos manualmente (con ayuda de una manivela) o eléctricamente (por medio de un motor adaptado a un sistema de engranaje), diez veces cada día, durante catorce días.

4. Se revisa el estado de humificación de la materia, para proceder a las correcciones, cada siete días.
5. Se saca el compost del primer tambor, cuando hayan transcurrido quince días.
6. Se cierne el compost y se guarda en los sacos.

En esta forma se mantiene un ciclo permanente de producción que se cumple en plazos fijos, lo cual permite organizar las tareas por turnos diarios, semanales y mensuales.

El volumen de producción depende del tamaño de los tambores escogidos, así como del número de tambores que se instalen. Estos criterios deben ser fijados una vez diagnosticada la zona donde se instalará la fábrica, a fin de determinar el tipo y la cantidad de materia prima (sin costo alguno) que puede recogerse en la comunidad cercana.

TABLA N° 1

TECNICAS DE FABRICACION DE COMPOST: HUMUS HECHO POR EL HOMBRE

NOMBRE	CREADOR	PAISES DONDE SE INICIARON LAS INVESTIGACIONES Y FECHAS
1. Método Indore	- Sir Albert Howard (Inglés)	Indore, India, entre 1924 y 1931.
2. Método Biodinámico	- Rudolf Steiner (Austríaco). H.H. Koepf. Ehrenfried Pfeiffer.	Austria, desde 1924
3. Método de la G.G.A. (Asociación de los Buenos Horticultores)	- W.E. Shewell Cooper (Inglés)	Inglaterra, 1964
4. Método de Retorno Rápido Q.R.	- Maye E. Bruce (Inglesa)	Inglaterra (Fecha desconocida)
5. Método de Jean-Pain	- Jean Pain (Francés)	Francia, 1950
6. Método de Compost de Algas	- Chilcott, M.C. (Inglés)	Inglaterra, 1959
7. Método de los 14 días de la Universidad de California	- Equipo de Investigadores del Departamento de Ingeniería Sanitaria de la Universidad de California Clarence G. Gouleke.	Estados Unidos, 1949.
8. Tambores Rotatorios	- (Desconocido)	(Desconocido)
9. Compost de "Sabana"	- (Desconocido)	(Desconocido)
10. Compost de "Papel y Cartón"	- (Conocimiento Popular de Venezuela)	Pueblo de Canoabo, Distrito Bejuma en el Edo. Carabobo, Venezuela.
11. Compost de Toilette o W.C. sin agua.	- (Desconocido)	(Desconocido)
12. Compost de "Lombrices de Tierra"	- (Desconocido)	(Desconocido)
13. Compost de Gallinero	- Lady Eve Belfour	Inglaterra (Fecha desconocida)
14. Compost de Cochineros y Potreros	- (Desconocido)	(Desconocido).

Fuente: "La Basura es un Tesoro". Ofelia Suárez.

2.3 SELECCION DEL SISTEMA DE ELABORACION DE COMPOST MAS ADECUADO

El sistema de elaboración más adecuado es aquél que cumple con las exigencias del objetivo del trabajo, es decir, producir compost en forma acelerada a partir de desechos domésticos en pequeña y mediana escala.

Después de analizar todos los métodos expuestos anteriormente se seleccionó un sistema donde se combinan el "Método de los 14 días" y el de los "Tambores rotatorios". Con los criterios de ambos métodos se fijará una metodología que permitirá determinar los intervalos de valores de los parámetros a controlar en la producción de compost, es decir, relación C/N, pH, humedad, temperatura, desmenuzamiento, aeración, cantidad y tipo de material utilizado, organismos macro y micro, instrumentos y equipos, costos involucrados y otros.

CAPITULO III:

DISEÑO EXPERIMENTAL

3.1 METODOLOGIA EXPERIMENTAL DESARROLLADA PARA OBTENER COMPOST EN FORMA ACELERADA

Debido a la incertidumbre y a la variabilidad de criterios que se exponen en los diferentes métodos acerca de cómo obtener el mejor compost en forma acelerada, se decidió realizar una serie de pruebas, basadas en la Teoría del Ensayo y Error, con el fin de acotar los parámetros que determinan el buen desarrollo del proceso de compostaje.

Numerosas investigaciones realizadas en el Centro de Reciclaje y Agricultura Urbana con la cooperación de la Licenciada Ofelia Suárez (participante del Curso Agricultura Orgánica en los EE.UU., Fundadora de la Universidad Simón Rodríguez, autora del libro "La Basura es un Tesoro" en 1981) demuestran que si la mezcla de Compost no se calienta en 3 a 6 días, es porque la humedad es excesiva, porque no hay suficiente nitrógeno o porque es demasiado pequeña la pila para retener el calor.

Considerando esta afirmación: - la fase inicial consistió en construir un equipo de prueba sencillo donde se efectuaría la mezcla y biodegradación de los materiales. Este equipo constaba de un tambor metálico, que comúnmente se usa como recipiente para almacenar grasas, basura, etc.; de una capacidad aproximada de 200 litros, asentado sobre una base metálica provista superiormente de cuatro ruedas que permiten que el tambor gire favoreciendo la mezcla de los materiales (ver Figura 12).

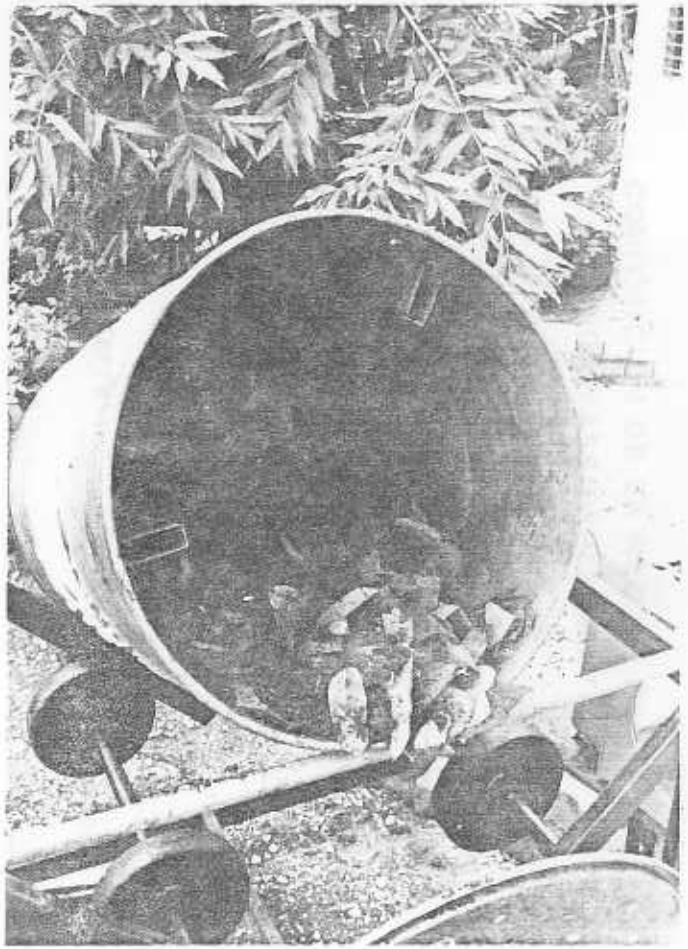


Figura 12. Fotografías del Prototipo experimentado

El tambor dispone de una tapa, ajustada por una abrazadera, a través de la cual es posible la carga de los materiales. Tanto la tapa como el fondo del tambor presentan una serie de orificios que favorecen la entrada de aire produciéndose así una fermentación aeróbica controlada. El número y posición de los orificios se realizaron al azar (ver Figura 13).

- Segunda fase consistió en la recolección de los materiales requeridos para la mezcla (ver Figura 14). En la prueba se utilizaron los siguientes elementos en las cantidades indicadas en la Tabla 2. La unidad de medida utilizada fue un tobo de capacidad aproximada 10 litros; la razón de su uso estuvo en que es fácil de conseguir, manipular y cuantificar.

TABLA 2

COMPOSICION DE LA MEZCLA DE LA SEGUNDA FASE EXPERIMENTAL

Materiales	Cantidades (Tobos = 10 litros)
Hojas secas	2
Hojas verdes	1 1/2
Basura casera	2 1/2
Borra de café	3/4
Aserrín	2 1/2
Papel	1/2
Compost + tierra	21/4
Agua	Rocío
TOTAL	12 tobos = 120 litros

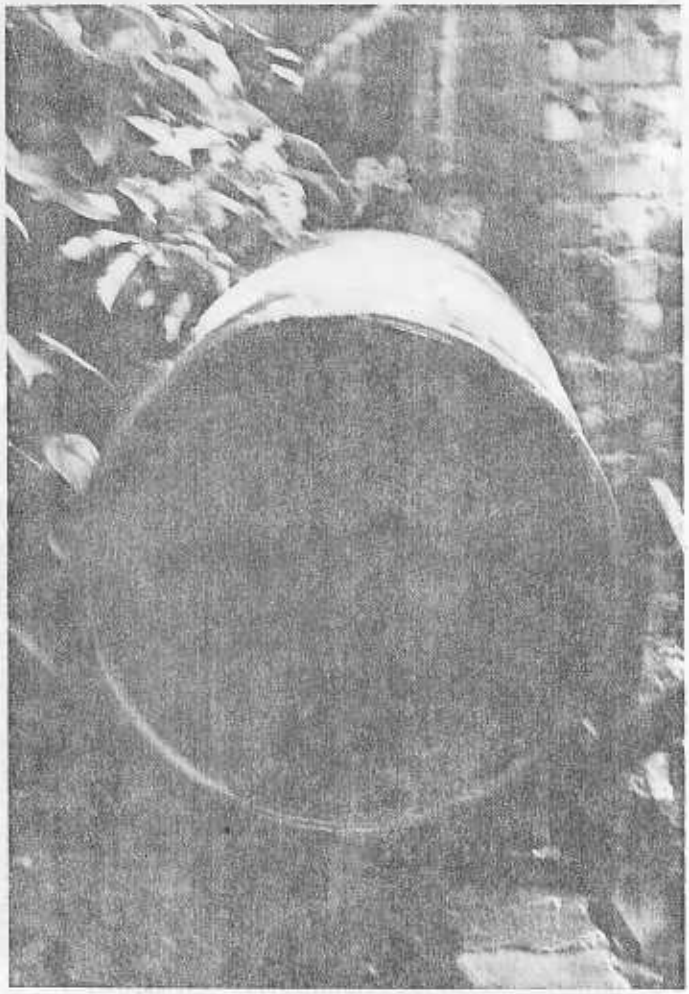


Figura 13. Fotografía que muestra el número y posición de los orificios de ventilación en el Prototipo

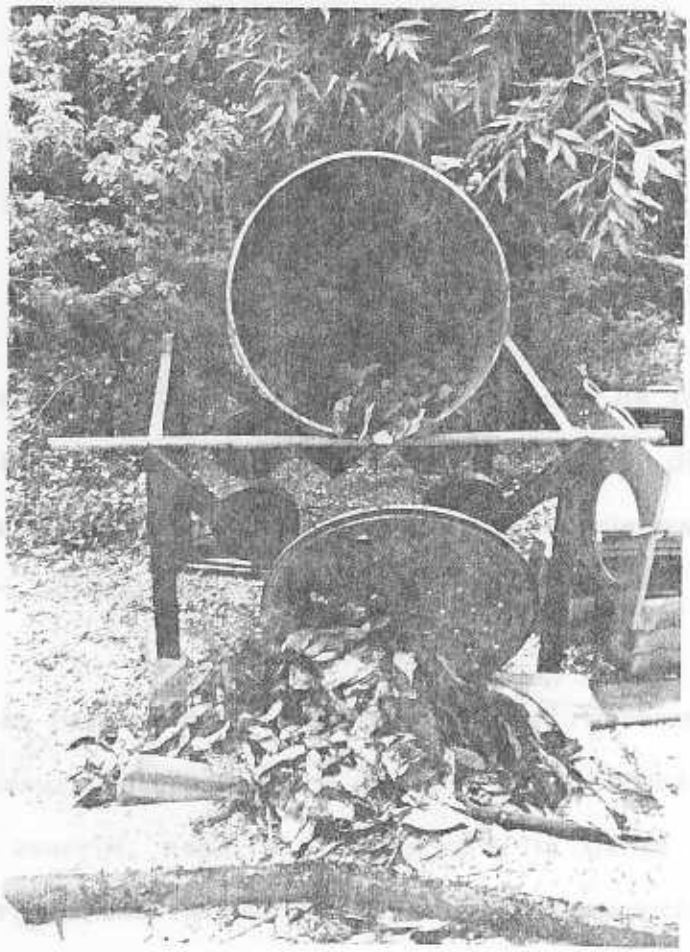


Figura 14. Fotografia de los materiales usados en el ensayo

Se decidió llenar el tambor sólo un 60% de su capacidad, es decir, 120 litros. De esta forma, se facilita el mezclado y la aeración de los materiales (ver Figura 15).

Las proporciones elegidas para cada uno de los materiales se basó principalmente en la relación carbono/nitrógeno, la cual es aconsejable que esté entre 15/1 y 30/1 puesto que los microorganismos intervinientes en la fermentación consumen 15 a 30 átomos de carbono por cada átomo de nitrógeno. Además, también se consideraron la presencia de elementos como el fósforo, cobre, potasio y manganeso.

Para mantener un registro de temperatura durante el proceso de fermentación se utilizó un medidor continuo de temperatura. Este medidor es sensible a variaciones mayores o iguales a un grado centígrado.

Después de haber colocado y regulado el medidor de temperatura en la hora de finalizar el mezclado dentro del tambor, un día después y así sucesivamente durante 14 días, se procedió a darle media vuelta diaria al tambor para agilizar el proceso de descomposición.

En la prueba las fuentes de nitrógeno estuvieron representadas por las hojas verdes, basura casera y borra de café. Como fuentes de carbono hojas secas, aserrín, papel. El compost y la tierra aportó las bacterias y microorganismos necesarios para la descomposición. Como

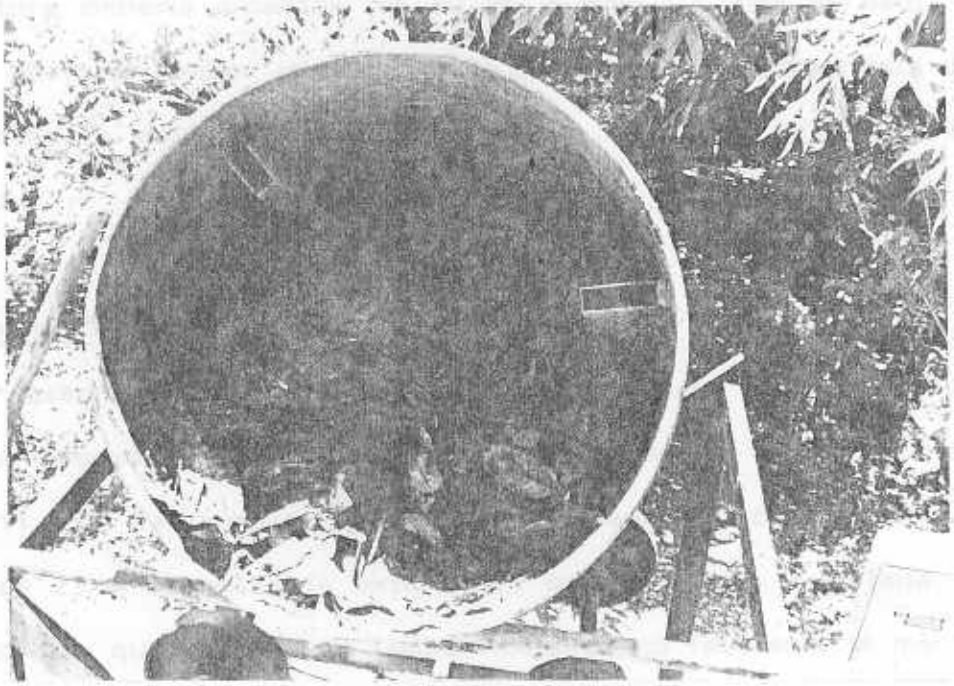


Figura 15. Fotografía que muestra la capacidad utilizada en el tambor de compostación

fuente de potasio: conchas de naranja de la basura casera. Como fuente cobre: el aserrín. Como fuente de manganeso: hojas secas.

Al término de 7 días no se observó ningún aumento notable de temperatura (ver Gráfico 1), por lo que, se concluyó que el proceso de fermentación no se había iniciado, ya que, teóricamente al cabo de 24 horas la temperatura debería alcanzar los 60 °C o más. A raíz de esto, se procedió a abrir el tambor y examinar la mezcla encontrándose ésta demasiado húmeda; entonces se atribuyó a esto la razón del fracaso del experimento.

- Tercera fase, se procedió a eliminar un poco de mezlca, y sustituirla por aserrín para que éste absorbiera el exceso de agua. Nuevamente, se procedió a cerrar el tambor y se esperó 11 días más. Durante los 11 días tampoco se observó ningún aumento de temperatura (ver Gráfico 2) y entonces la explicación que se le dio a la falla del experimento fue que por ser el tambor metálico no favorecía el mantenimiento de la temperatura necesaria para que se iniciara la fermentación. A pesar de que este intento también resultó un fracaso,la mezcla mantenía una apariencia homogénea, fresca, con buen olor y color.

- Cuarta fase: Debido a que se consideró el equipo como la causa que dio origen al fracaso del experimento, se procedió a comprobar, si la mezcla de los materiales era la más óptima para producir compost en forma acelerada. Para ello se depositó la mezcla en el suelo formando

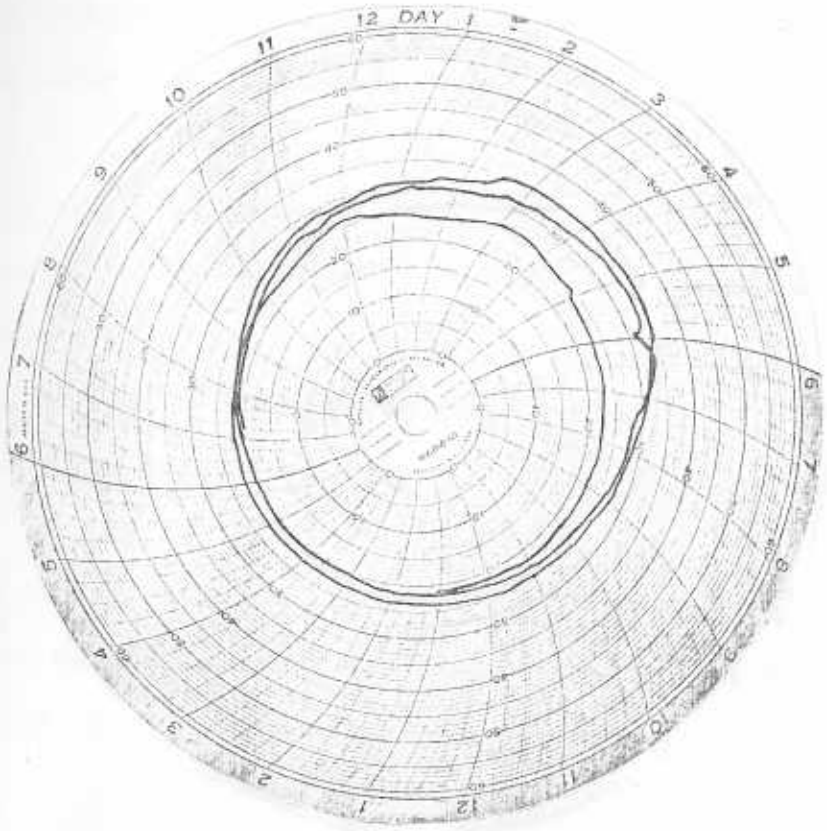


Grafico 1. Comportamiento de la temperatura durante la 2da. fase experimental

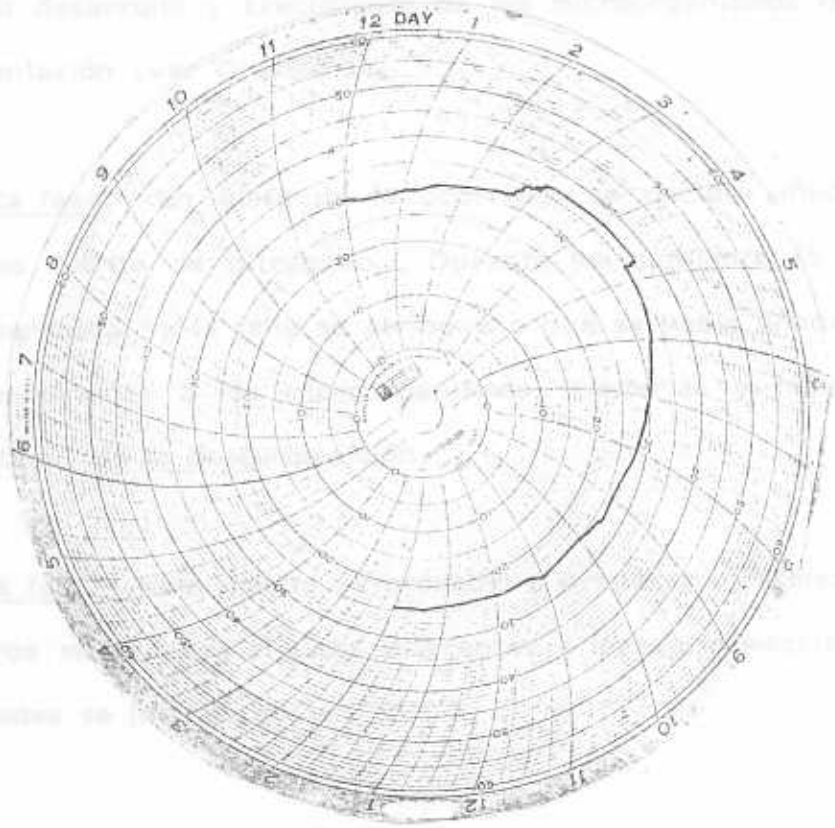


Gráfico 2. Comportamiento de la temperatura durante la 3era. fase experimental

una pila (Ver Anexo D, página 275) debidamente protegida del medio ambiente y colocándose nuevamente el registrador de temperatura.

Al cabo de 15 días la pila no experimentó ningún aumento de temperatura por lo que se supuso que había una carencia de nitrógeno que no permitía el desarrollo y crecimiento de los microorganismos que agilizan la fermentación (ver Gráfico 3).

- Quinta fase: En vista de lo ocurrido, se decidió añadir úrea comercial como fuente de nitrógeno. Durante los siguiente 15 días no varió la temperatura, y la falla se atribuyó a que se había añadido úrea en exceso, matándose a los microorganismos, bacterias y hongos que son responsables de la descomposición.

- Sexta fase: Nuevamente se procedió a preparar otra mezcla formada por otros materiales, algunos diferentes a los de la mezcla inicial, cuyas cantidades se indican en la Tabla 3.

TABLA 3

COMPOSICION DE LA MEZCLA DE LA
6ta. FASE ESPERIMENTAL

Materiales	Cantidad (1 tobo = 10 lt).
Hojas secas	2 1/2 tobos
Bosta + orina de caballo + aserrín	7 1/2 "
Mezcla de la 5ta. fase.	2 "
TOTAL	12 tobos = 120 lt

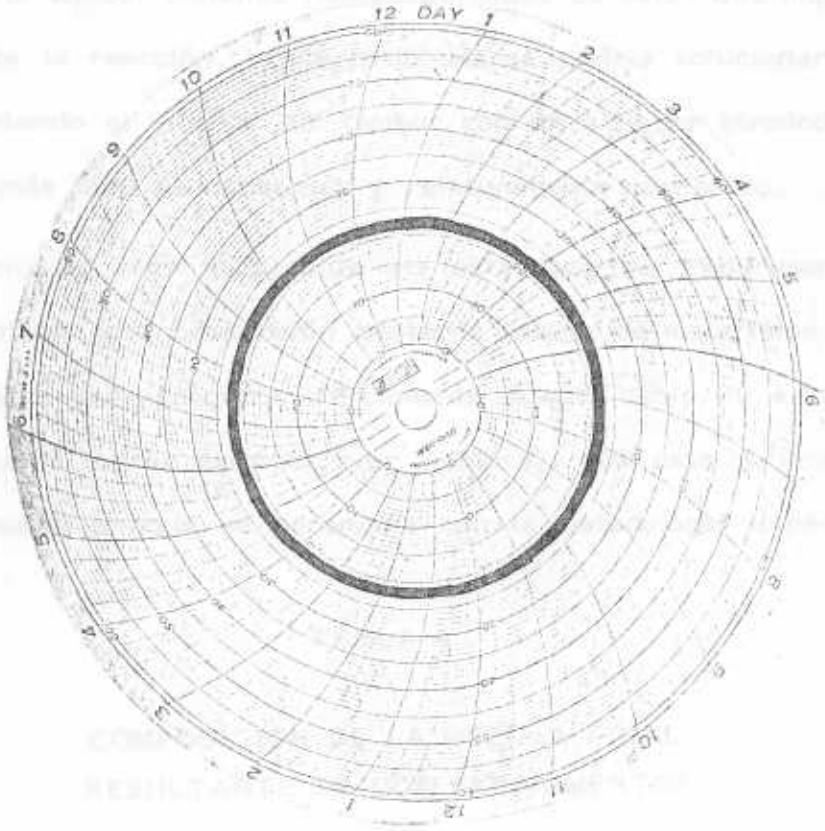


Grafico 3. Comportamiento de la temperatura durante la 4ta. fase experimental

Esta mezcla se depositó en el equipo inicial, colocándose adecuadamente el registrador de temperatura. Al cabo de una semana se registró una temperatura de 30 °C, la cual, se mantuvo constante por una semana más (ver Gráfico 4). De esto se dedujo que la reacción, en esta nueva mezcla, se había iniciado pero proseguía muy lentamente debido a que por ser el tambor metálico habían pérdidas de calor que impedían la aceleración de la reacción. Este problema se podría solucionar simplemente recubriendo el interior del tambor con un aislador térmico, siendo la madera el más fácil de conseguir y relativamente económico.

La conclusión más importante en esta fase de experimentaciones es que se obtuvo una proporción bastante buena de materiales ricos en carbono y ricos en nitrógeno, difícilmente cuantificable, y a través de la cual se puede lograr compost (ver Tabla 4). De esta manera, queda cumplido el objetivo que se perseguía con la metodología experimental.

TABLA 4

COMPOSICION DE LA MEZCLA FINAL
RESULTANTE DE LOS EXPERIMENTOS

Tipo de Materiales	Cantidades (1 tobo = 10 litros)	Proporciones
Bosta + orina de caballo + aserrín	7 1/2 tobos	62,4 %
Hojas verdes	1/4 "	2,1 %
Compost + tierra	1/4 "	2,1 %
Basura casera	1/2 "	4,2 %
Hojas secas	3 "	25,0 %
Aserrín	1/2 "	4,2 %
Agua	un rocío	
Borra de café + papel	un rocío	
TOTAL	12 tobos	100 %

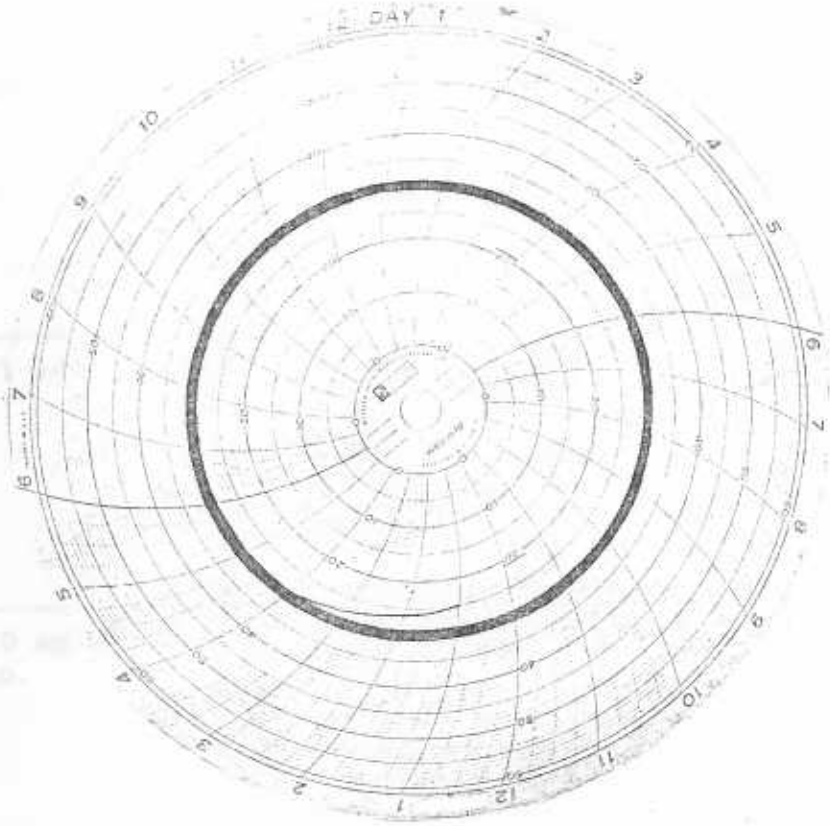


Gráfico 4. Comportamiento de la temperatura durante la 6ta. fase experimental

3.2 RESULTADOS DEDUCIDOS DE LOS EXPERIMENTOS

Como conclusión de las pruebas y de las investigaciones realizadas, para obtener un compost óptimo en forma acelerada se deben cumplir los siguientes requisitos:

1º Relación C/N (Carbono/Nitrógeno)

Para mayor efectividad la relación C/N debe estar entre 15/1 y 30/1, puesto que los microorganismos intervinientes consumen 15 a 30 átomos de carbono por cada átomo de nitrógeno. Si la relación C/N es mayor que 30/1 (relación límite) la actividad biológica disminuye. Cuando la relación C/N es menor de 30 y muy baja, el exceso de nitrógeno tiende a ser liberado como nitrógeno gaseoso y amoníaco, los cuales producen olores desagradables. La Relación óptima es 20/1 para materiales cuyo C y N sea asimilable.

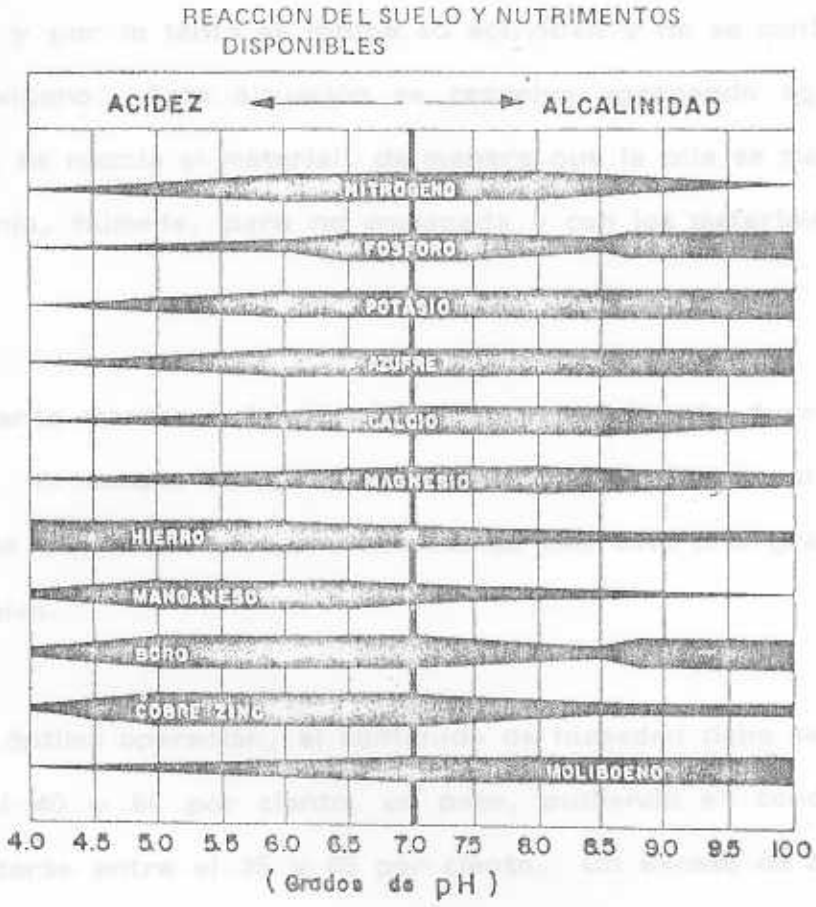
En el compostero deben alternarse materiales ricos en carbono con materiales ricos en nitrógeno. En la Tabla 6 se indican algunos materiales ricos en nitrógeno y ricos en carbono.

2º pH (acidez-alcalinidad)

El pH, debe ser controlado, no siendo problema en los residuos sólidos domésticos, pues su valor está dentro del rango de 5,5 - 4,7; ligeramente muestra acidez en algunos momentos el conjunto o determinada porción de los residuos.

Si el pH baja, la actividad microbiana disminuye, solucionándose tal problema mediante el agregado de cal para neutralizar la acidez. No es conveniente la utilización de la "cal viva" porque es muy fuerte y mataría los macro y microorganismos del compostero. En todo caso se puede usar piedra caliza pulverizada (carbonato de calcio), carbonato de potasio (en forma de cenizas de madera) y cal apagada.

Es conveniente que el pH del compost sea de ligeramente ácido a ligeramente alcalino (pH de 6,0 a 7,5), debido a que en este intervalo hay un balance más favorable de los elementos nutritivos. Esto se demuestra a través del Gráfico 5.



Fuente: Fertilización y Fertilizantes. Número 2. Fusagri. 1983.

Gráfico 5. El pH en función de los micro-nutrientes

3º Contenido de Humedad

Un bajo contenido de humedad, es decir, de agua de interposición, priva a todos los organismos y microorganismos del agua necesaria para su metabolismo y por lo tanto se inhibe su actividad y no se contribuye tampoco con oxígeno. Esta situación se resuelve agregando agua por rociado cuando se mezcla el material, de manera que la pila se mantenga como una esponja, húmeda, pero no empapada y con los materiales bien sueltos.

Es importante mantener la pila húmeda, especialmente durante los primeros días. El secado inhibe la descomposición y al compost le tomaría demasiado tiempo el madurar, resultando con esto una gran pérdida de materiales.

Para una óptima operación, el contenido de humedad debe ser mantenido entre el 40 y 60 por ciento, en peso, pudiendo en condiciones aeróbicas aceptarse entre el 35 y 65 por ciento. Un exceso de agua de interposición debe evitarse, pues ésta desplazaría el aire intersticial entre las partes del material dando origen a condiciones anaeróbicas porque ella no podría suplir todo el oxígeno requerido para mantener condiciones aeróbicas.

El máximo contenido de agua de interposición dependerá del agua de composición de los materiales procesados. Los materiales fibrosos

mejoran las características estructurales del material en proceso, aumentan la posibilidad de mantener aire intersticial y elevan el nivel de posible contenido de agua de interposición. Por lo tanto, si aparecen situaciones operativas en las cuales la cantidad de agua de interposición es mayor que el máximo, puede resolverse tal situación agregando paja o material fibroso, hojas secas, aserrín y papel. El agregar papel tiene a diferencia de los demás un efecto muy limitado, pues éste sólo absorbe la humedad y no aporta nutrientes.

4° Temperatura

Una pila de compost correctamente hecha comienza a "cocinarse" de inmediato por la alta rata de actividad bacteriana, lo que permite garantizar que después de pasadas 24 horas, cuando la temperatura llega a 70 °C ó 75 °C, casi todos los organismos patógenos y parásitos hayan muerto y las semillas hayan sido inactivadas por las altas temperaturas. Esta temperatura se mantiene dentro de la mezcla durante 4 ó 6 días y luego disminuye gradualmente hasta completarse un ciclo de 14 días (ver Figura 16). Durante la última etapa la mezcla pierde altura, alrededor de 30 cm.

Las altas temperaturas se localizan en el centro de la mezcla de materiales, es por esta razón que la manipulación y el mezclado son necesarios e imprescindibles para asegurar un suministro de aire suficiente y alta temperatura en toda la masa durante el tiempo conveniente.

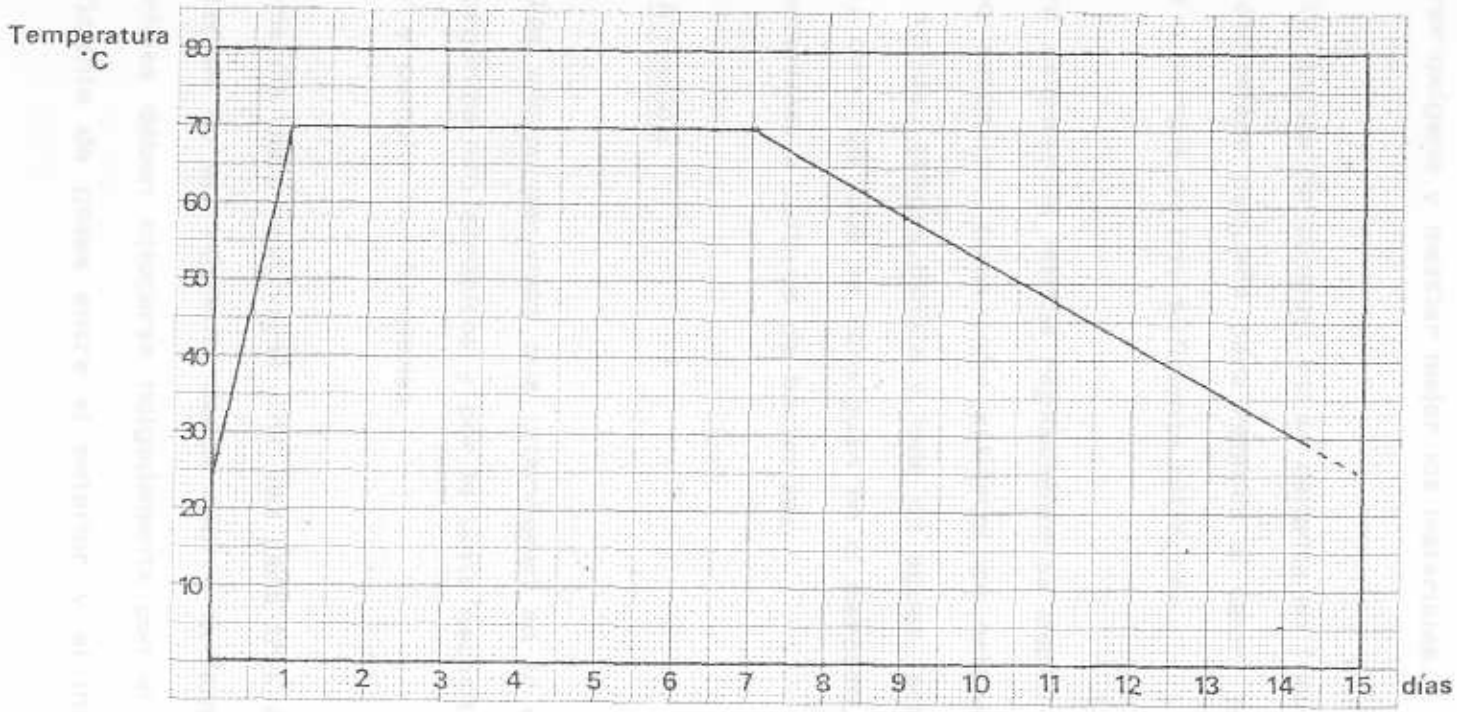


Figura 16. Comportamiento de la temperatura durante la compostación

Cada vez que la temperatura comienza a bajar se puede deducir que la actividad de los microorganismos ha decaído, por lo que es necesario incorporar oxígeno y mezclar mejor los materiales.

Si la mezcla de compost no se calienta en tres a seis días, es porque es demasiado pequeña para retener el calor, porque la humedad es excesiva o porque no hay suficiente nitrógeno.

Para calentar la mezcla rápidamente se deben usar activadores de nitrógeno naturales, tales como estiércol de establo fresco, semilla de algodón molida, sangre molida y lodo de aguas fecales; y algunos artificiales, como los que se consiguen en el mercado, por ejemplo activadores bacteriales o cultivos de bacterias.

5° Aireación

Los microorganismos que intervienen en la descomposición de la materia orgánica son aeróbicos y por lo tanto necesitan oxígeno para poder vivir y cumplir sus funciones.

La mezcla debe revolverse una vez cada tres días para renovar el aire contenido en el recipiente donde ocurre la fermentación. Además, los materiales deben colocarse holgadamente con el fin de asegurar un flujo suficiente de gases entre el exterior y el interior de la mezcla.

Es recomendable agregar lombrices de tierra, ya que, ellas favorecen la aireación construyendo túneles finísimos que permiten la circulación del aire.

6º Residuos sólidos

a. Tamaño de los sólidos en la masa

Los residuos sólidos orgánico-fermentables son procesados más rápido y satisfactoriamente si el máximo tamaño de la pieza o partícula es menor de 5 cm, pues los microorganismos no pueden actuar eficientemente en residuos de mayor tamaño.

b. Clase de sólidos a procesar

Los materiales para compostar abundan en el mundo. Casi todo material animal o vegetal es compostado; se puede conseguir material no sólo en los desechos orgánicos provenientes de la basura doméstica, sino que en diversos sitios, las industrias, por ejemplo, son una buena fuente de material de compost, compañías madereras, fábricas de tejido, empaquetadoras de carne, fábricas de alimentos, etc. (ver Tabla 7).

Al utilizarse mayor variedad de materiales en la fabricación de compost, éste será más rico en nutrientes y por ende de mejor calidad (ver Tabla 8).

Los materiales más utilizados en la fabricación del compost son:

- BASURA DOMESTICA. Salvo unas cuantas excepciones, casi todos los residuos sólidos desechados por la sociedad consumista son reciclables y representan una potencial fuente de energía. La basura existe desde el momento en que se considera que algo ya no es útil, que no brinda ningún provecho y por lo tanto, se decide a prescindir de ellos.

  Existen dos categorías de basura: Inorgánica y Orgánica. La Inorgánica comprende desechos tales como residuos plásticos, metálicos, de vidrio, celofanes y cauchos. Esta no es utilizable por sus mismas características inorgánicas. Y la Orgánica, componente fundamental del Método de los 14 días, comprende aquellos materiales de desperdicio animal o vegetal obtenidos en el hogar tales como restos de verduras, frutas, comida, flores marchitas, cáscaras de huevo, conchas, plumas, papel desmenuzado, borra de café, restos de té, etc. No es recomendable utilizar restos de carne, grasas y pescado por ser materiales putrefactivos.

  La basura doméstica es particularmente rica en nitrógeno y otros nutrientes.

- BORRA DE CAFE. Los desperdicios de café tienen un contenido de nitrógeno entre 1 y 2 por ciento. Ellos preservan la humedad, por lo que se descomponen fácilmente. La cascarilla de

café que se obtiene en las fábricas de café contiene más de 2 por ciento de nitrógeno y potasa (K_2O).

- SANGRE MOLIDA SECA. Es recogida en mataderos. Tiene un contenido de nitrógeno de un 12 por ciento o más, y fósforo en un 1 a 5 por ciento. Su alto contenido de nitrógeno hace que un rociado sea suficiente para estimular el crecimiento bacterial. Se aconseja empapar la materia verde antes de aplicar la sangre o humedecer ésta.

- DESPERDICIOS DE CERVECERIA. Lúpulos gastados son los residuos que quedan después de que a los lúpulos se les ha extraído el agua en la cervecera y esto para conseguir el aroma y sabor amargo característicos de la cerveza.

  A los lúpulos gastados se les considera principalmente como fuente de nitrógeno. En su estado húmedo contienen aproximadamente 95% de agua, 0,6 % de nitrógeno y 0,2% de ácido fosfórico (H_3PO_4). Cuando están secos contienen de 2,5 a 3,5 % de nitrógeno y 1% de ácido fosfórico.

  Otro desperdicio de cervecera disponible es el material que queda del proceso de elaboración de la cerveza y el cual está compuesto de partes granosas.

- HARINA DE SEMILLA DE ALGODON MOLIDA. Está hecha de semilla de algodón a la que se le ha quitado primero la cáscara e

hilachas, y luego, sus aceites. Tiene un pH bajo. Por causa de su alto contenido de nitrógeno (7%) acelera la descomposición.

- RESIDUOS DE JARDIN. Incluyen todos los restos de plantas, y constituyen el mayor porcentaje de materia verde del compostero. En sus etapas tempranas, la materia verde contiene más nitrógeno que al madurarse. Una vez que se marchita y se seca se hace rica en carbono.

  Los recortes de grama fresca son muy buena fuente de nitrógeno y se descomponen fácilmente.

  Las hojas son beneficiosas porque suministran grandes cantidades de materia orgánica fibrosa. Sus cualidades reconstituyentes del humus mejoran la estructura del suelo. Las hojas airean la mezcla, la mantienen húmeda y controlan la evaporación. Las ramas, troncos y chamizas son materiales muy difíciles de descomponer, tienden a compactarse e impiden la libre circulación del aire, por lo cual, deben desmenuzarse y picarse bien, antes de usarlos en el compostero. Estos materiales son ricos en carbono.

- ASERRIN Y DESPERDICIOS DE MADERA. El aserrín es uno de los materiales más ricos en carbono que la naturalreza ofrece. El aserrrín y las virutas se aplican en ligeros rocíos cuando se construye la pila, para absorber la humedad de aquellos materiales que sean jugosos. Las astillas son superiores al aserrín porque presentan un contenido nutritivo mayor.

- LODO DE AGUAS FECALES. Es una fuente de nitrógeno y actúa como un estimulador de bacterias en el compostero, aunque el contenido de nitrógeno no esté por encima del 1%. Se obtiene en las plantas de tratamiento de aguas negras.

- ESTIERCOL. Consiste en los excrementos de animales, los cuales, ordenados de acuerdo a su contenido de nitrógeno, de mayor a menor, se enumeran así: conejo, gallina, caballo, oveja, buey, pato, vaca y cochino. A continuación se presentan una tabla donde se indica la distribución de nutrimentos en diferentes estiércoles:

TABLA 9
NATURALEZA QUIMICA DE LOS DIFERENTES TIPOS DE EXCREMENTOS

Reproducido de Waksman con permiso de John Willey & Hijos

Tipo de Excrementos	Humedad (%)	Composición de la materia seca		
		Nitrógeno (%)	P_2O_5 (%)	K_2O (%)
Vaca	80	1,67	1,11	0,56
Caballo	75	2,29	1,25	1,38
Oveja	68	3,75	1,87	1,25
Cerdo	82	3,75	3,13	2,50
Gallina	56	6,27	5,92	3,27
Ave	52	5,68	5,74	3,23

- TIERRA. La tierra es un ingrediente importante en la vida del compost. Actúa como base absorbente de sustancias volátiles producidas en el proceso de descomposición e impide su evaporación. Además, contiene millones de organismos que componen el material orgánico, tales como bacterias, hongos y lombrices de tierra; y los minerales necesarios para los proceso de vida de éstos.

  Especialmente, las lombrices de tierra son agentes importantes en la mezcla de los residuos superficiales con la tierra. Llevan a sus galerías hojas y otros restos, haciéndolos de este modo más accesibles al ataque de los microorganismos. Las lombrices mejoran la aereación del suelo por dos mecanismos: minan y forman galerías de manera muy extensa, y éstas sirven para mejorar el avenamiento de la pila, para formar regiones de buena aireación y para dar soltura al conjunto, y aumentan la capacidad de retención de agua en los grumos de la mezcla. Además consumen la materia orgánica, la digieren y transforman en rico humus a través de sus excrementos que contienen minerales, tales como: nitratos, fosfatos y potasas.

- POLVO DE CUERO. Contiene de 5,5 a 12% de nitrógeno. Forma un material fertilizante excelente y se consigue en las tenerías de cuero.

- COMPOST ENRIQUECEDOR. Es conveniente agregar a la mezcla restos de compost obtenido en ocasiones anteriores, ya que, se comporta como un activador que acelera la fermentación a través del suministro de microorganismos y materia ya descompuesta.

- ACTIVADORES BACTERIALES. Los activadores bacteriales proveen a la mezcla del tipo y número suficiente de bacterias, de manera que la descomposición de los materiales ocurre rápidamente, acelerándose la compostación.

  En el país se comercializan ampliamente este tipo de activadores. Un ejemplo de ellos es FERTOSAN, compost ACCELERATOR (Fertosan, acelerador de compost) manufacturado por ORGANIC PRODUCTS LTD en Inglaterra. Este activador tiene la siguiente composición:

Cultivo de Hongos	
a. Zigomicetos	
b. Astomicetos	
c. Basidomicetos	20%
d. Hongos imperfectos	
e. Actinomicetos	
Cultivo de vegetales que contienen en promedio no menos de 5 billones de esporas de hongos microscópicos y otras bacterias.	80%
	100%

c. Pre-tratamiento efectivo

El pre-tratamiento consiste en lograr un material desmenuzado, molido, fracturado o granulado y bastante uniforme para acelerar el proceso de compostación, al permitir exponer mayor superficie del residuo a la actividad bacteriana y disminuir la profundidad a la que tendrán que penetrar las bacterias antes de digerir enteramente el material. El molido o desmenuzado del material aumenta su área de superficie total, mientras que disminuye grandemente su volumen. Esto hace posible obtener el compost en un tiempo tan corto como el de 14 días. Además, el material desmenuzado mejora la aireación de la mezcla, ya que, tiene menos tendencia a unirse o empacarse y también ofrece un aislamiento mucho mayor debido a que disminuye la pérdida de calor y produce pérdida de humedad.

Para lograr este tipo de pre-tratamiento existen una gran variedad de equipos, entre ellos maceradores (usados para ablandar el material estrujándolo, golpéandolo o manteniéndolo sumergido en un líquido), trituradores y desmenuzadoreas del tipo de martillos rígidos, tambor de cuchillas, molino con contra dientes desgarradores, molino con martillos colgantes, molino con placas perforadas y con cuchillas giratorias verticales y horizontales, molino de discos, etc.

d. Cantidad de residuos sólidos órgano-fermentables.

El factor que debe ser tomado en cuenta para determinar la cantidad de residuos sólidos a compostar es la relación carbono-nitrógeno, de manera de alternar materiales ricos en carbono con materiales ricos en nitrógeno. El nitrógeno se comporta como un acelerador de la compostación, mientras que el carbono aporta materiales fibrosos que le dan consistencia a la mezcla. Sin embargo, esta relación es muy difícil de cuantificar y sólo a través de la experiencia lograda con el tiempo, el hombre podrá darse una idea de la cantidad aproximada de materiales ricos en nitrógeno y ricos en carbono que deberá alternar en la mezcla.

Como resultado de las pruebas realizadas se llegó a una mezcla donde la proporción y tipo de materiales, indicados en la Tabla 4, fueron óptimos para producir compost. Los componentes de esta mezcla pueden cambiarse por otros de composición similar, como los mencionados en la Tabla 6, pero siempre manteniendo las proporciones antes indicadas.

A través de la metodología se determinó una relación aproximada entre la cantidad de materiales a compostar y la cantidad de compost que se obtiene a partir de éstos una vez ocurrida la fermentación. Esta relación se expresa de la siguiente manera:

$$1{,}5 \text{ litros de residuos} \xrightarrow{\text{compostación}} 1 \text{ kilogramo compost}$$

La cantidad de residuos orgánicos se expresa en litros debido a que la capacidad del tambor se mide en esas mismas unidades y además es más fácil saber que cantidad de residuos se está introduciendo en el tambor a través del tobo, pues éste representa 10 litros.

7° Características y condiciones de operación del tambor

a. Características del tambor:

El tambor debe estar provisto de tapas laterales o frontales (dependiendo de su tamaño) que permitirán la carga y descarga del compost. Además, por medio de ellas se podrá observar el estado de la mezcla durante el período de fermentación.

Para facilitar una descomposición aeróbica es necesario que las tapas frontales y en algunos casos las paredes laterales presenten una serie de orificios, de diámetro pequeño para que no ocurran pérdidas de materiales, de manera de crear corrientes de aire en el interior del tambor.

El tambor, interiormente, debe disponer de un conjunto de paletas, fijadas longitudinalmente a sus paredes y esto para favorecer el mezclado de los materiales y la transmisión de calor entre éstos.

Si el tambor es metálico, sus paredes internas deben estar protegidas con un recubrimiento anticorrosivo de manera de alargar su vida útil. La corrosión del metal ocurre debido a los gases y ácidos que se producen continuamente durante la compostación, los cuales pueden convertir en inservible a un tambor en cuestión de meses. En el caso de tambores de fibra de vidrio no hay ningún inconveniente debido a que la fibra se comporta como inerte, es decir, no entra en reacción con las sustancias que se forman durante la fermentación.

b. Condiciones de operación

NUMERO DE VUELTAS: Para facilitar la transmisión de calor de una partícula de material a otra a través del contacto entre ellas es necesario que la mezcla se revuelva periódicamente. Si este período es muy corto no se da el tiempo suficiente para que entre los materiales haya el contacto necesario que inicia la producción y transmisión del calor, vehículo impulsor de la reacción. Por el contrario, si el período es muy largo se crean focos de reacción estáticos donde una vez que termina la reacción, se apagan y la fermentación se detiene al no propagarse hacia el resto de la mezcla. En base a las pruebas realizadas se determinó que es necesaria una vuelta cada 3 días aproximadamente. Un período menor de 3 días no es aconsejable.

AISLAMIENTO: Como conclusión de las pruebas realizadas se estableció que en el caso de tambores metálicos se hace necesario un aislamiento térmico interno que evite la propagación del calor desde la mezcla hacia el exterior. Este problema se agrava aún más para tambores pequeños (cuya capacidad es menor de 1000 litros) donde el flujo de calor hacia el exterior es más rápido debido a que el centro de la mezcla (foco de reacción) se encuentra más cercano a las paredes del tambor.

En el caso de tambores de poliester reforzado con fibra de vidrio el flujo de calor hacia el exterior es mucho menor por las condiciones específicas de este tipo de material:

Material	Coeficiente de conductividad térmica (Btu/hr.pie.°F)
Hierro	40,2
Poliester reforzado con fibra de vidrio, donde el % en peso de fibra es el 40%	0,007

Entre los materiales que se pueden comportar como aislantes térmicos, siendo fáciles de conseguir en el mercado y relativamente económicos, son la madera, láminas de anime, hojas de asbesto, etc.

CAPITULO IV:

DISEÑO DE LOS MODELOS

En este capítulo se desarrolla con mayor profundidad el objetivo de este trabajo, en el cual se pretende diseñar equipos de funcionamiento sencillo, construidos con materiales de fácil adquisición, poco costosos, y capaces de suministrar un servicio intermedio entre lo que representa los requerimientos de una comunidad y los de una sola casa.

4.1 COMPONENTES BASICOS DE UN MODELO

Un modelo constará de 5 elementos, que se detallarán en el transcurso de este capítulo y que se enumeran a continuación.

a. TAMBOR DE COMPOSTACION. Representa el recipiente donde se efectuará la mezcla y fermentación de la basura orgánica.

b. SISTEMA DE SOPORTE. Consiste en una base donde estará asentado el tambor de compostación.

c. SISTEMA DE ROTACION. Permite el movimiento rotatorio del tambor. Puede ser manual o mecánico y es característico de cada modelo.

d. MECANISMOS AUXILIARES. Comprenden todos aquellos dispositivos que faciliten el movimiento del tambor, ayudan a la carga y descarga de los materiales y al desmenuzamiento, recolección y transporte de los mismos.

e. SISTEMA DE MEDICION. Incluye todos aquellos aparatos que permiten mantener un registro de temperatura, pH y proporción de nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio, etc.

Para su diseño, los equipos fueron clasificados en base a la capacidad de producción de compost requerida por los usuarios de los mismos. Esta clasificación consiste en:

TABLA 10

CLASIFICACION DE EQUIPOS DISEÑADOS EN BASE A SU CAPACIDAD

Tipo	Capacidad Bruta (litros)	Cantidad máxima de compost que se puede obtener. (kg).
A	200	160
B	1000	800
C	5000	4000
D	10000	8000

La selección del intervalo en el cual se encuentran las capacidades se fundamentó en que, lo que se quiere es diseñar equipos que suministren una producción a pequeña y a mediana escala. Una capacidad me-

nor de 200 litros, sólo se justifica cuando se quiere producir compost por el método del tambor o pila estacionaria (ver Anexo B, Figura 46), ya que, cualquier intento de diseñar un equipo de esta capacidad implicaría costos que no se explican con la cantidad de compost que se obtiene con dicho equipo. Una capacidad mayor de 10.000 litros se saldría del objetivo que se persigue, ya que, sería un equipo de producción de compost a gran escala (a nivel industrial) que incluso requeriría de varios equipos.

En cada tipo de equipo se presentarán un conjunto de modelos donde se incluyen algunas de las tantas alternativas posibles y viables en cuanto a forma, accesorios, soportes y sistemas de rotación; además, todos los modelos serán diseñados en base a criterios de sencillez, funcionalidad y bajo costos.

4.2 CONSIDERACIONES GENERALES

En este apartado se analizarán características que son comunes a todos los tipos de equipos.

.- <u>En cuanto al tambor de compostación</u>:

CAPACIDAD DE UTILIZACION: la capacidad de utilización del tambor recomendada es el 60% de su capacidad bruta, de esta manera se

facilita la mezcla y aireación de los materiales a compostar, asegurando el flujo suficiente de gases entre el exterior y el interior de la mezcla.

FORMA: la forma seleccionada para el tambor es la cilíndrica debido a las siguientes ventajas:

a. Manipulación sencilla
b. Facilidad de proporcionarle un movimiento rotatorio.
c. Existencia muy amplia en el mercado, por ser de fabricación simple y de costos inferiores a otras formas de tanques.

Los fondos planos del tambor presentarán una serie de orificios, cuyo diámetro estará entre 1 y 1,5 cm aproximadamente. La posición y número de orificios se eligirá al azar.

DIMENSIONES DEL TAMBOR: La determinación de las dimensiones del tambor se hizo en base a una relación altura-diámetro (H/D) de 1,5. Este valor se escogió debido a que una relación mucho mayor de 1,5 implicaría un tambor muy largo y esto haría que la mezcla tuviera poca altura, por lo tanto las pérdidas de calor serían mayores disminuyendo la velocidad de la reacción de compostación. Por el contrario, un valor mucho menor de 1,5 haría tan exagerado el diámetro que el tambor perdería funcionalidad y además, la altura de la mezcla sería tan grande que la reacción que ocurriera en el centro de ella se disiparía muy lentamente hacia sus extremos.

Aunque se tomó como base la relación H/D igual a 1,5, las dimensiones H y D resultantes del tambor se aproximaron a las dimensiones comerciales más usadas en el mercado.

En lo que se refiere al espesor de las paredes del tambor, su selección para cada uno de los tambores se fundamentó en la carga que éstos van a almacenar y siempre tomando como referencia los valores comerciales.

A continuación se presenta una tabla resumen donde se indican las dimensiones del tambor para cada tipo de equipo:

TABLA 11

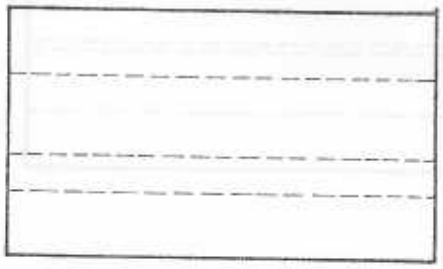
DIMENSIONES DEL TAMBOR DE COMPOSTACION

Tipo de Equipo	Capacidad del Tambor (litros)	Altura (m)	Diámetro (m)	Espesor (pulg.)
A	200	0,83	0,55	menor de 1/8
B	1000	1,38	1,00	1/8
C	5000	2,63	1,60	1/4
D	10000	3,41	2,00	3/8

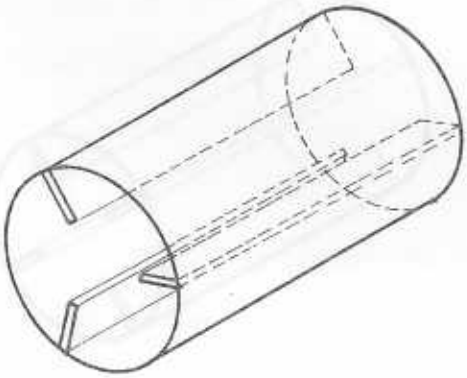
MATERIALES: El tambor debe estar hecho de materiales resistentes a la corrosión, a esfuerzos mecánicos y al tiempo; ligeros, económicos y con bajo costo de mantenimiento. Los tambores que cumplen con estas condiciones y que se fabrican en el país en las capacidades requeridas (de 200 a 10.000 litros) son de hierro, hierro galvanizado y de poliester reforzado con fibra de vidrio. En los dos primeros casos se recomienda el uso de un recubrimiento anticorrosivo en las paredes internas del tambor de manera de alargar la vida del mismo. Cualquier otro tipo de materiales, tales como aluminio, acero y acero inoxidable harían económicamente prohibitivo el tambor.

PALETAS INTERIORES: Internamente, el tambor estará provisto de un conjunto de paletas dispuestas longitudinalmente. Después de observar en repetidas oportunidades el movimiento del material en el prototipo construido se determinó que el número de paletas recomendable es tres o cuatro para cualquier tipo de equipo (ver Figuras 17 y 18). La altura de la sección de la paleta dependerá del número de éstas instaladas dentro del tambor, de manera tal que a medida que aumente el número de paletas disminuye la altura de la sección de las mismas. Si el número de paletas es tres, la altura de la sección de la paleta debe ser del 25% al 30% del radio del tambor. Mientras que si el número de paletas es cuatro, la altura debe ser del 20 al 25% del radio del tambor. Aunque el ancho de la sección de la paleta no es una dimensión que influye en el mezclado de los materiales, es aconsejable para facilitar la carga y descarga de los mismos que éste no sobrepase los 4 cm independientemente del número de paletas.

Vista Frontal



Vista Lateral



Vista Tridimensional

Figura 17
Diposición de las Paletas longitudinales cuando su número sea 3

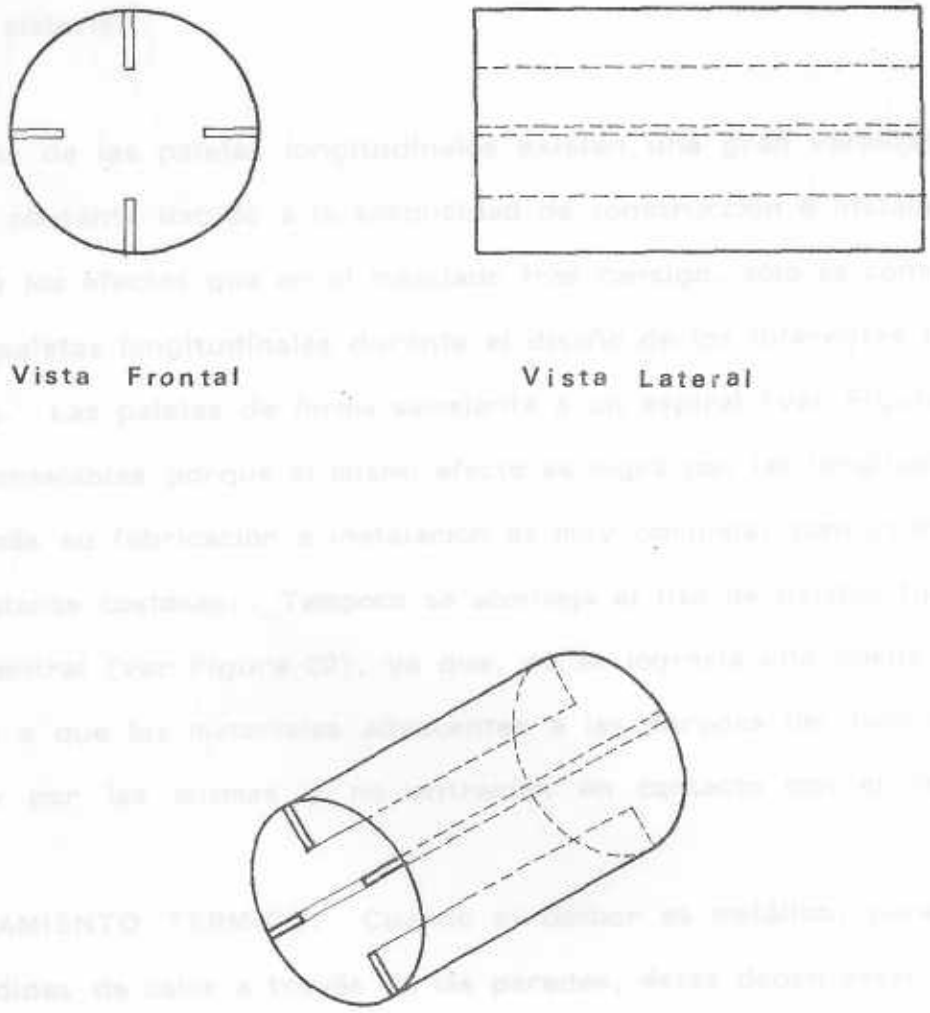
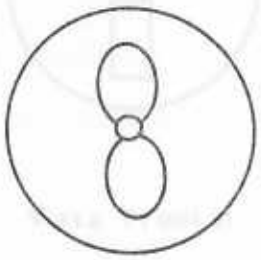


Figura 18
Disposición de las paletas longitudinales cuando su número sea 4

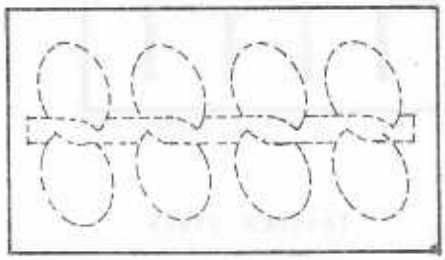
Cuando el tambor es metálico las paletas, también de metal, se soldarán a las paredes interiores del tambor una vez que éste haya sido construido. Por el contrario, en el caso de tambores de poliester reforzado con fibra de vidrio las paletas, de este mismo material, son parte integral del tambor y se fijan durante la construcción del tambor por el secado del material.

Además de las paletas longitudinales existen una gran variedad de tipos; no obstante debido a la simplicidad de construcción e instalación y debido a los efectos que en el mezclado trae consigo, sólo se considerarán las paletas longitudinales durante el diseño de los diferentes tipos de equipos. Las paletas de forma semejante a un espiral (ver Figura 19) no son aconsejables porque el mismo efecto se logra con las longitudinales y además su fabricación e instalación es muy compleja, convirtiéndolas en bastante costosas. Tampoco se aconseja el uso de paletas fijadas a un eje central (ver Figura 20), ya que, no se lograría una buena mezcla debido a que los materiales adyacentes a las paredes del tambor se deslizarían por las mismas y no entrarían en contacto con el resto.

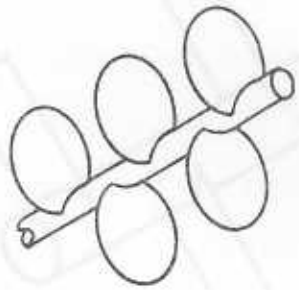
AISLAMIENTO TERMICO: Cuando el tambor es metálico, para impedir pérdidas de calor a través de las paredes, éstas deben estar protegidas con un aislamiento térmico de materiales como la madera y anime, preferiblemente.



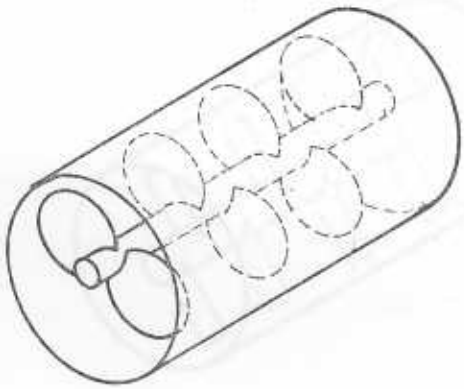
Vista Frontal



Vista Lateral



Detalle de las paletas



Vista Tridimensional

Figura 19
Disposición de las paletas de forma semejante a un espiral

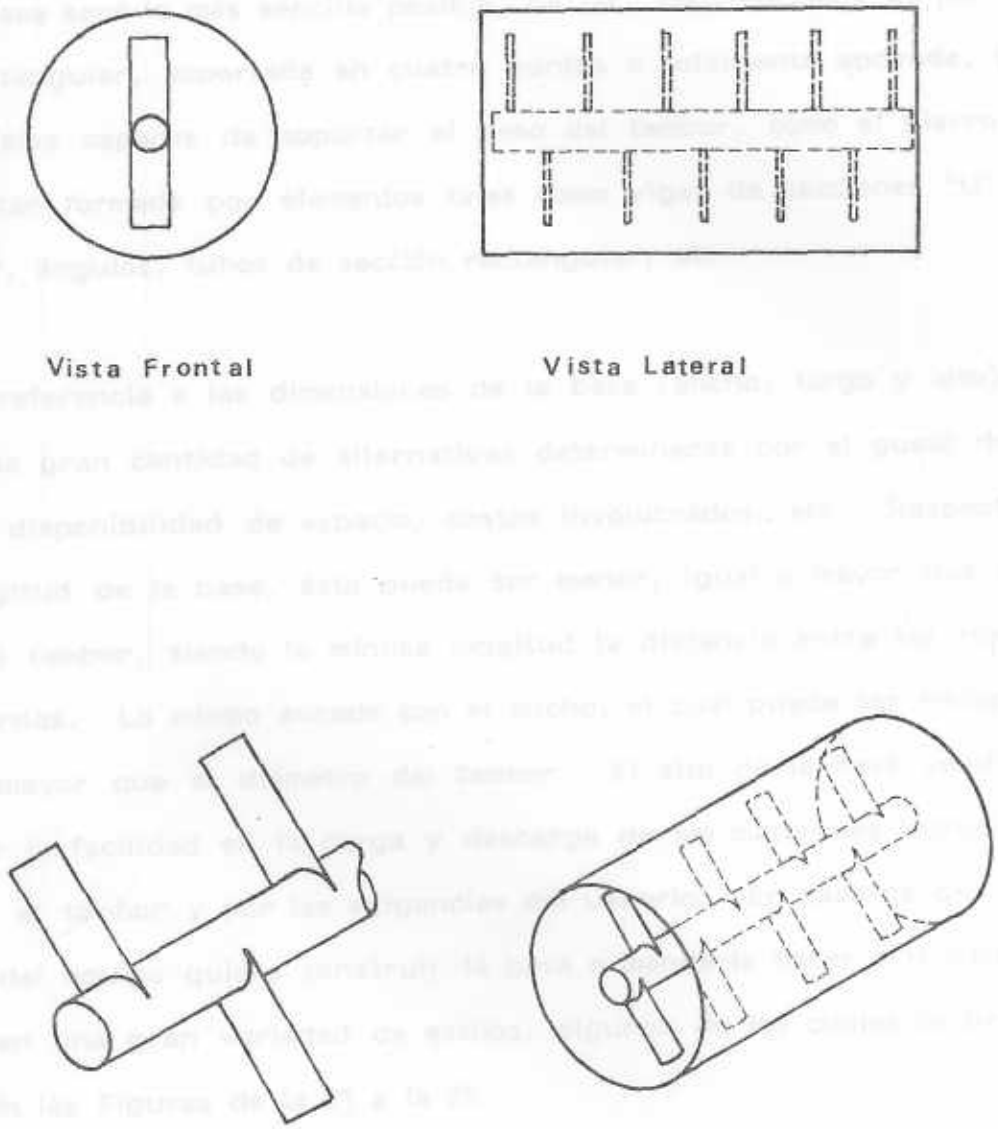


Figura 20
Disposición de paletas de sección rectangular fijas a un eje central

.- En cuanto al Sistema de Soporte:

La base será lo más sencilla posible, de fácil construcción, de perímetro rectangular, soportada en cuatro puntos o totalmente apoyada, y de materiales capaces de soportar el peso del tambor, como el hierro. Puede estar formada por elementos tales como vigas de secciones "U", doble "T", ángulos, tubos de sección rectangular, etc.

En referencia a las dimensiones de la base (ancho, largo y alto), existe una gran cantidad de alternativas determinadas por el gusto del usuario, disponibilidad de espacio, costos involucrados, etc. Respecto a la longitud de la base, ésta puede ser menor, igual o mayor que el largo del tambor, siendo la mínima longitud la distancia entre las ruedas externas. Lo mismo sucede con el ancho, el cual puede ser menor, igual o mayor que el diámetro del tambor. El alto de la base vendrá dado por la facilidad en la carga y descarga de los materiales introducidos en el tambor y por las exigencias del usuario. En caso de que el usuario del equipo quiera construir la base o mandarla hacer a la medida existen una gran variedad de estilos, algunos de los cuales se presentan en las Figuras de la 21 a la 25.

Cada una de las dimensiones (largo, ancho o alto) se pueden combinar con cualquier alternativa posible de las dos restantes, obteniéndose de esta manera una gran diversidad de dimensiones para la base (ver Figura 26).

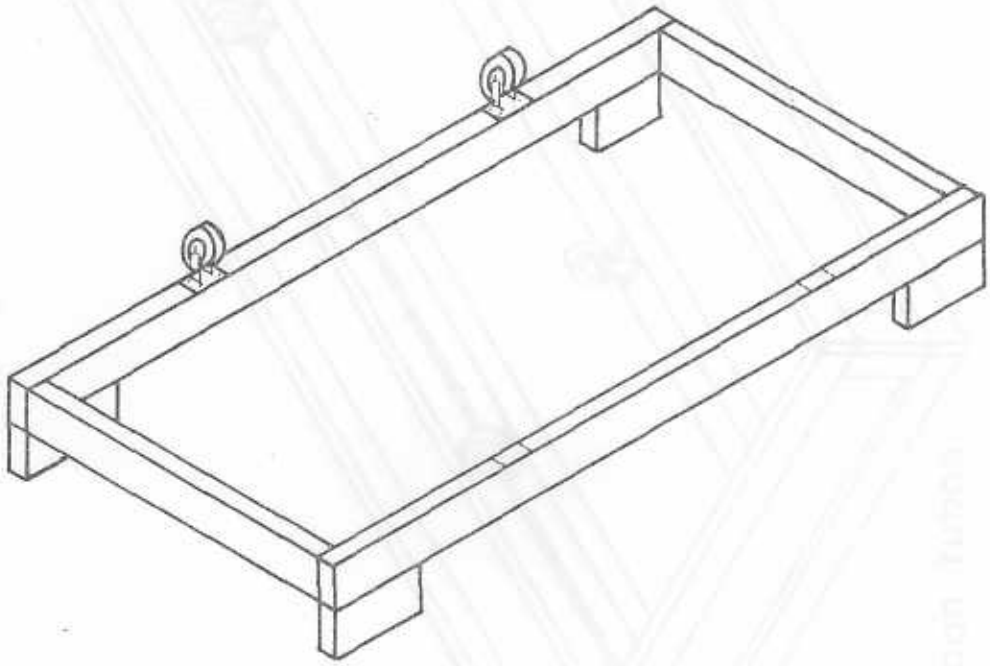


Figura 21
Modelo 1 (Base construida con tubos de sección rectangular)

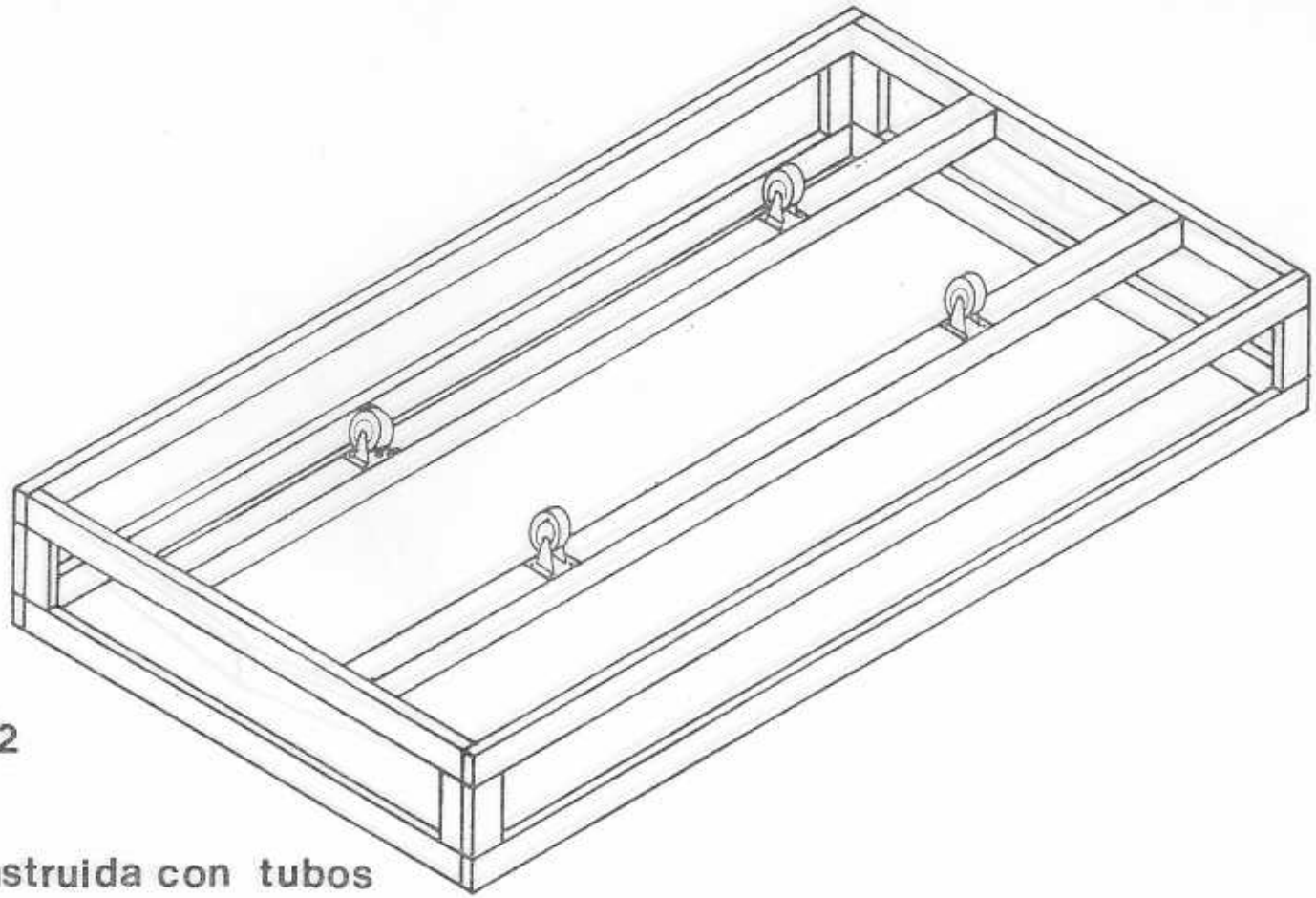


Figura 22

Modelo 2

(Base construida con tubos de sección rectangular)

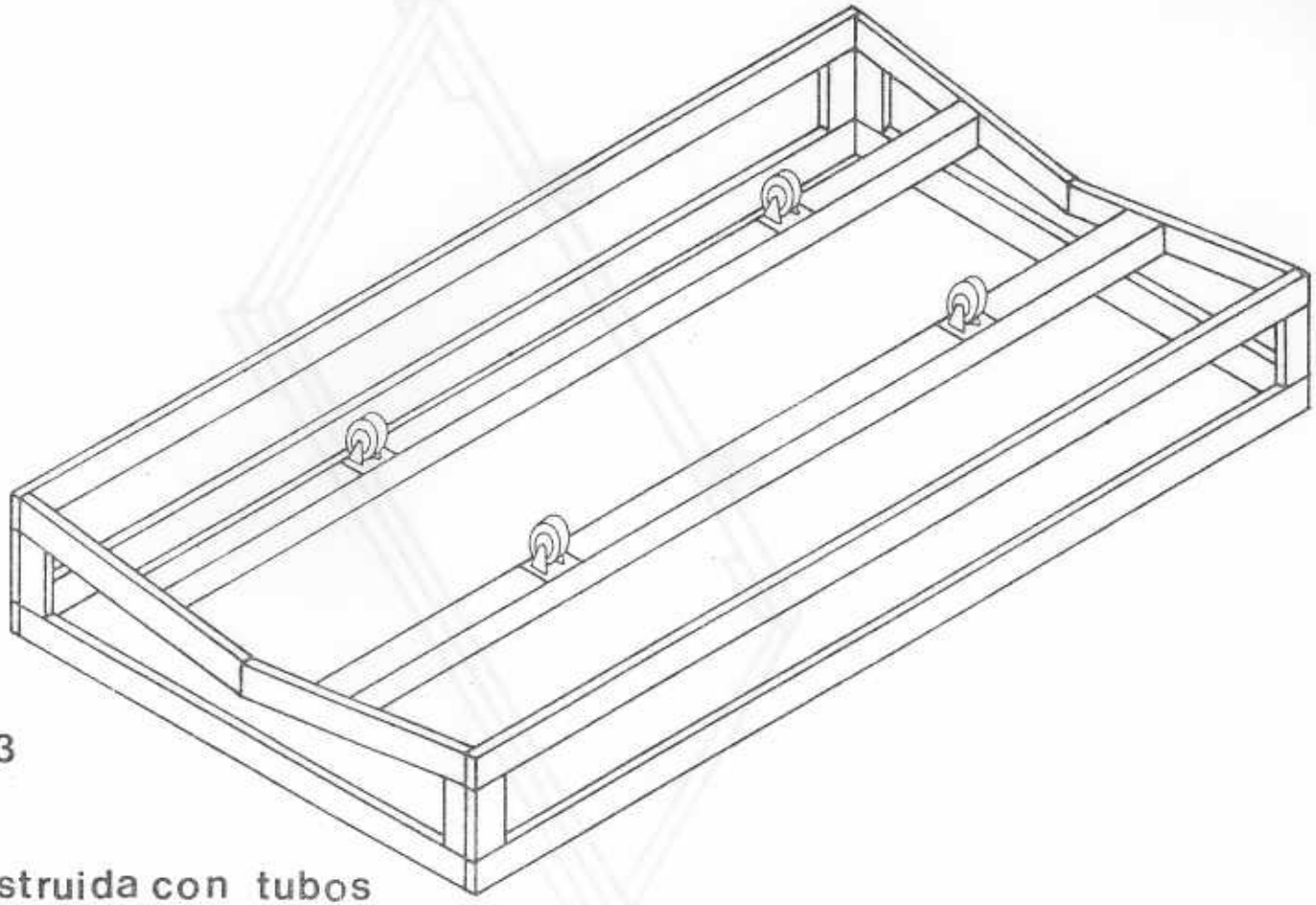


Figura 23

Modelo 3

(Base construida con tubos de sección rectangular)

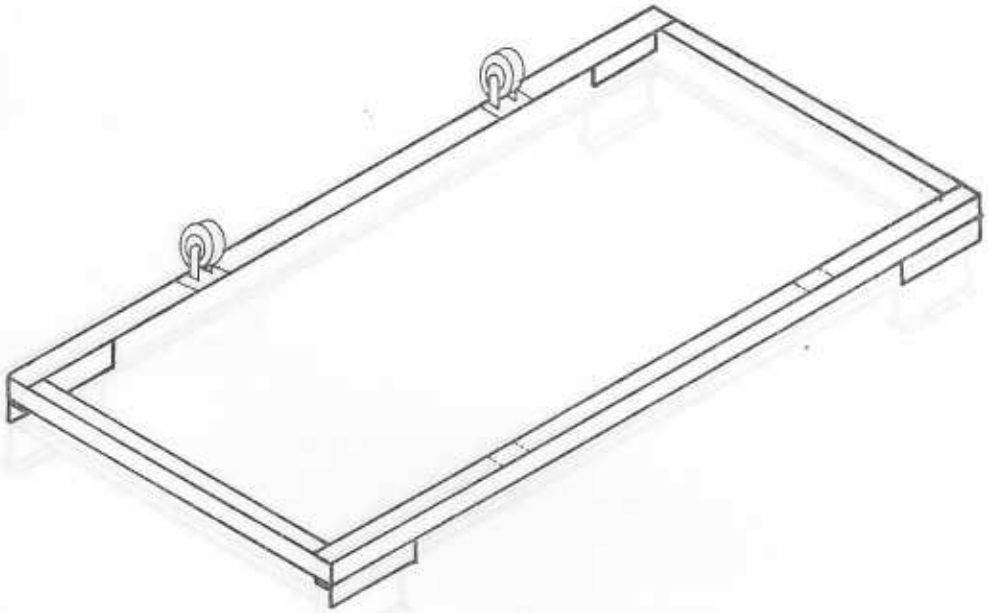


Figura 24
Modelo 4 (Base construida con ángulos)

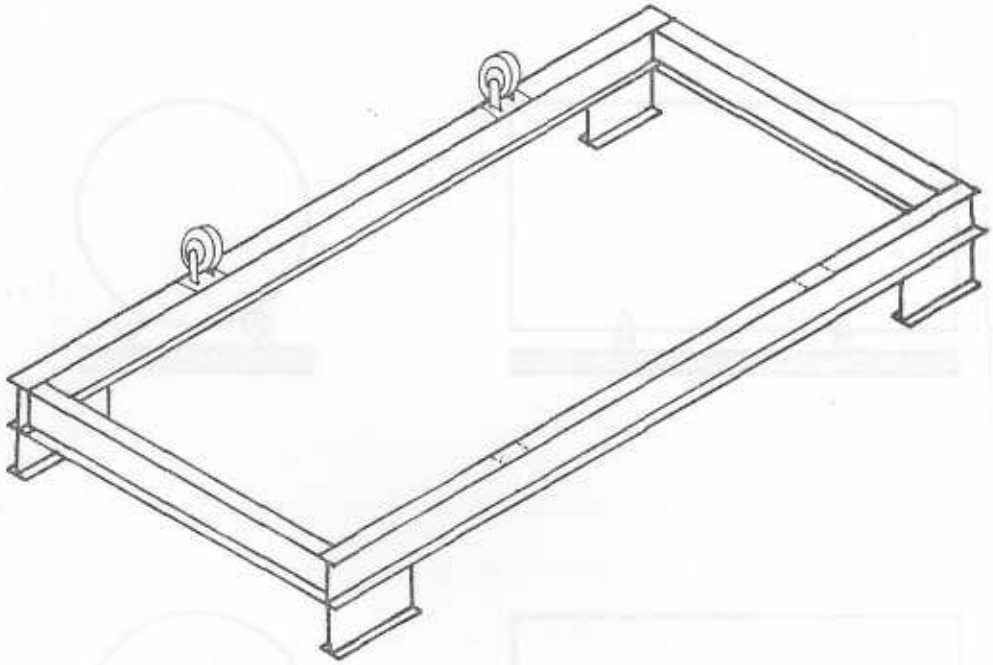


Figura 25
Modelo 5 (Base construida con vigas de sección "I")

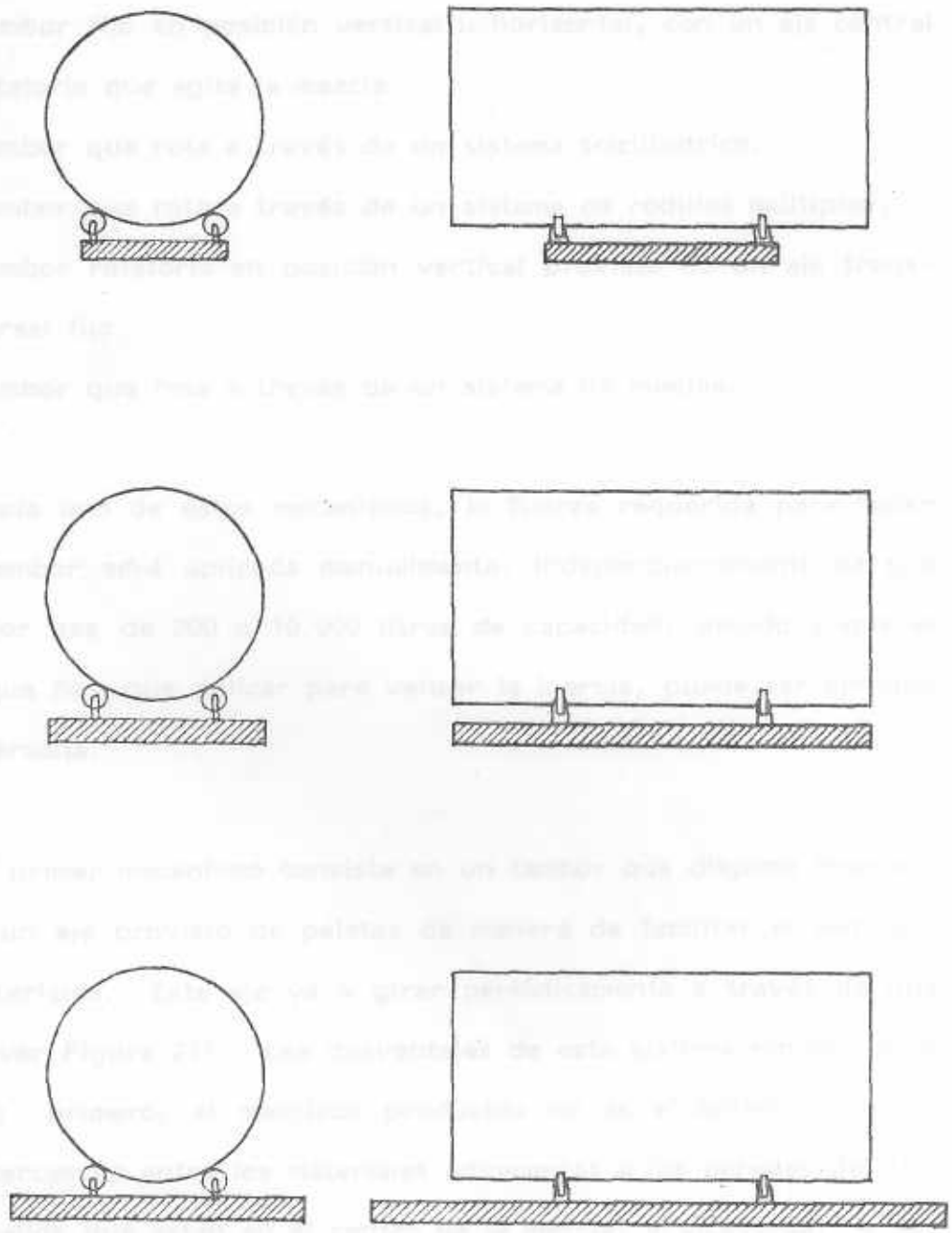


Figura 26
Diferentes dimensiones (largo y ancho) de la base

.- En cuanto al Sistema de Rotación

Dentro del Sistema de Rotación se estudiarán cuatro mecanismos:

1. Tambor fijo en posición vertical u horizontal, con un eje central rotatorio que agita la mezcla.
2. Tambor que rota a través de un sistema tricilíndrico.
3. Tambor que rota a través de un sistema de rodillos múltiples.
4. Tambor rotatorio en posición vertical provisto de un eje transversal fijo.
5. Tambor que rota a través de un sistema de ruedas.

En cada uno de estos mecanismos, la fuerza requerida para hacer girar el tambor será aplicada manualmente, independientemente de que si el tambor sea de 200 o 10.000 litros de capacidad, debido a que el esfuerzo que hay que aplicar para vencer la inercia, puede ser ejercido por una persona.

.- El primer mecanismo consiste en un tambor que dispone interiormente de un eje provisto de paletas de manera de facilitar el mezclado de los materiales. Este eje va a girar periódicamente a través de una manivela (ver Figura 27). Las desventajas de este sistema son dos principalmente: primero, el mezclado producido no es el óptimo, ya que, no hay intercambio entre los materiales adyacentes a las paredes del tambor y aquellos que están en el centro de la mezcla, y viceversa; y segundo, el costo de construcción, instalación y mantenimiento de dicho

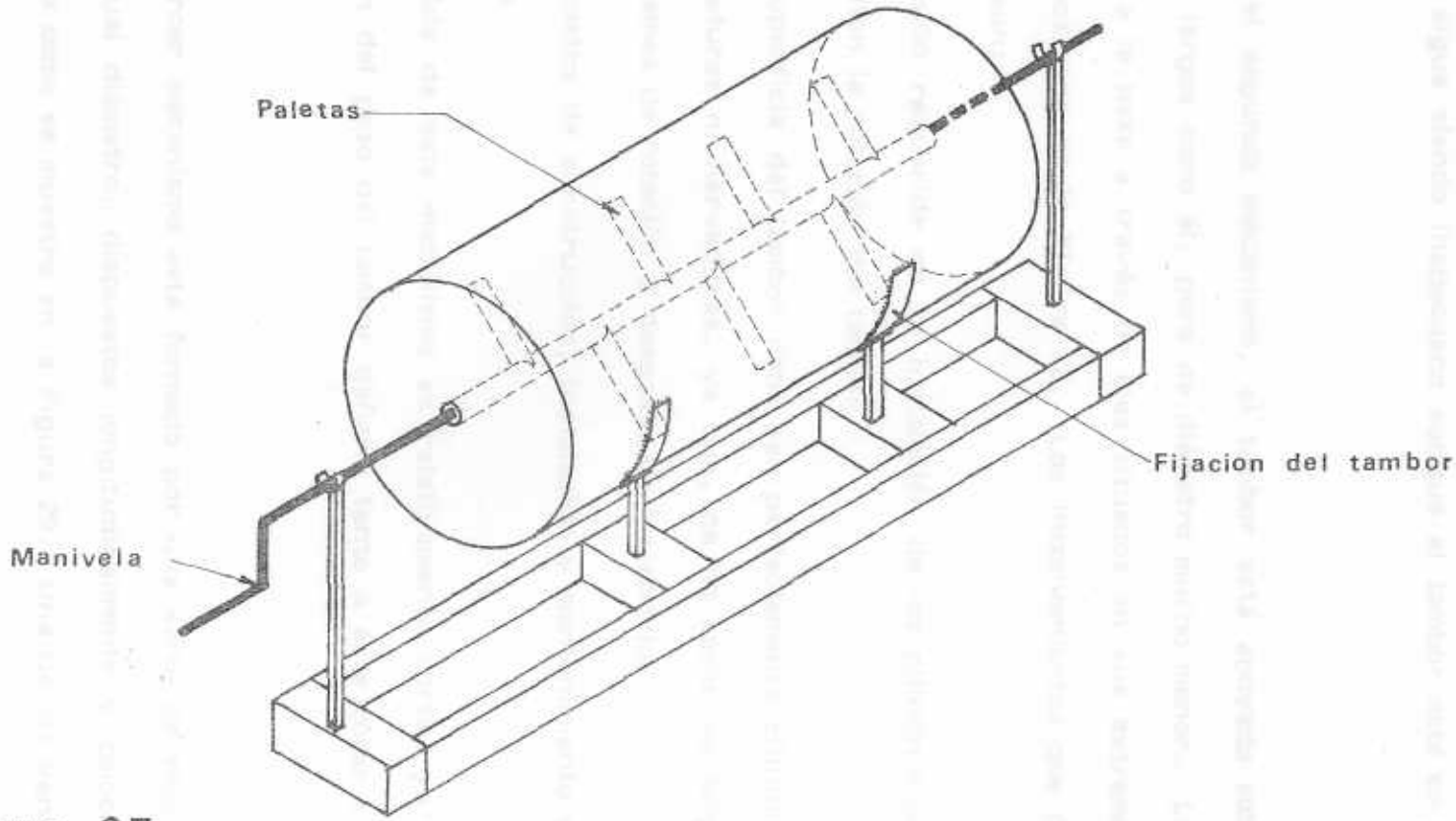


Figura 27
Tambor Horizontal fijo con eje rotatorio provisto de paletas

mecanismo lo hacen prohibitivo, además de que el equipo deja de ser simple, no cumpliendo por dichas razones con el objetivo del diseño. Este sistema sigue siendo inadecuado aunque el tambor esté en posición vertical.

.- En el segundo mecanismo, el tambor está apoyado sobre tres cilindros tan largos como él, pero de diámetro mucho menor. Los rodillos se fijan a la base a través de ejes situados en sus extremos y en la posición mostrada en la Figura 28. Los inconvenientes que presenta este sistema son:

1. Precisión requerida en la instalación de los cilindros para que permitan la rotación del tambor.
2. La superficie del tambor debe ser perfectamente cilíndrica, sin abolladuras ni nervaduras, ya que, de no serlo, se originarían problemas de rotación y desgaste de los rodillos.
3. Los costos de construcción, instalación y mantenimiento son elevados.
4. La vida de este mecanismo es relativamente corta, ya que, la acción del peso del tambor dañaría tanto a éste como a los rodillos.

.- El tercer mecanismo está formado por una serie de rodillos metálicos de igual diámetro, dispuestos longitudinalmente y colocados en forma de arco como se muestra en la Figura 29. Una de las ventajas de

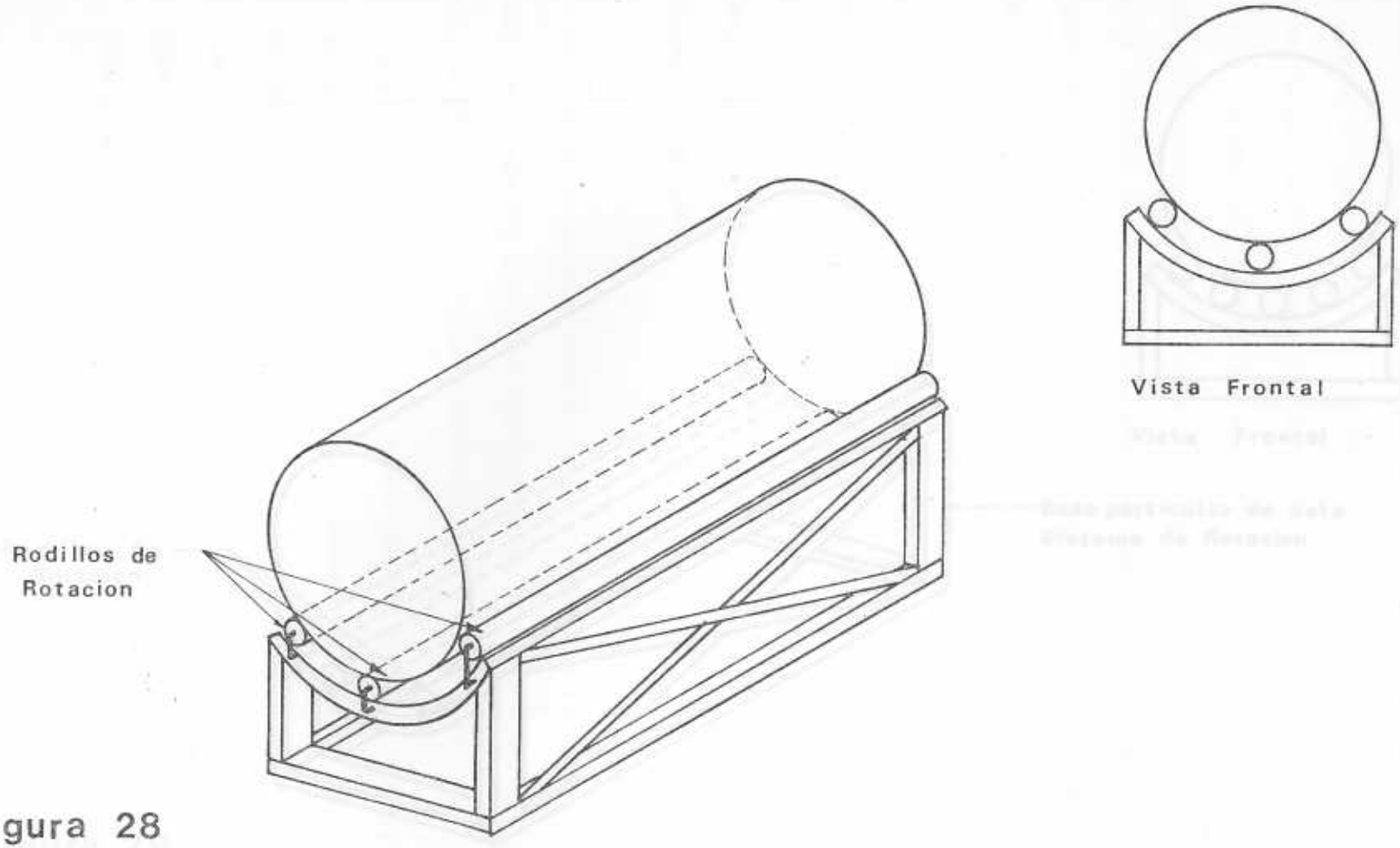


Figura 28
Tambor Horizontal que rota a traves de un Sistema Tricilindrico

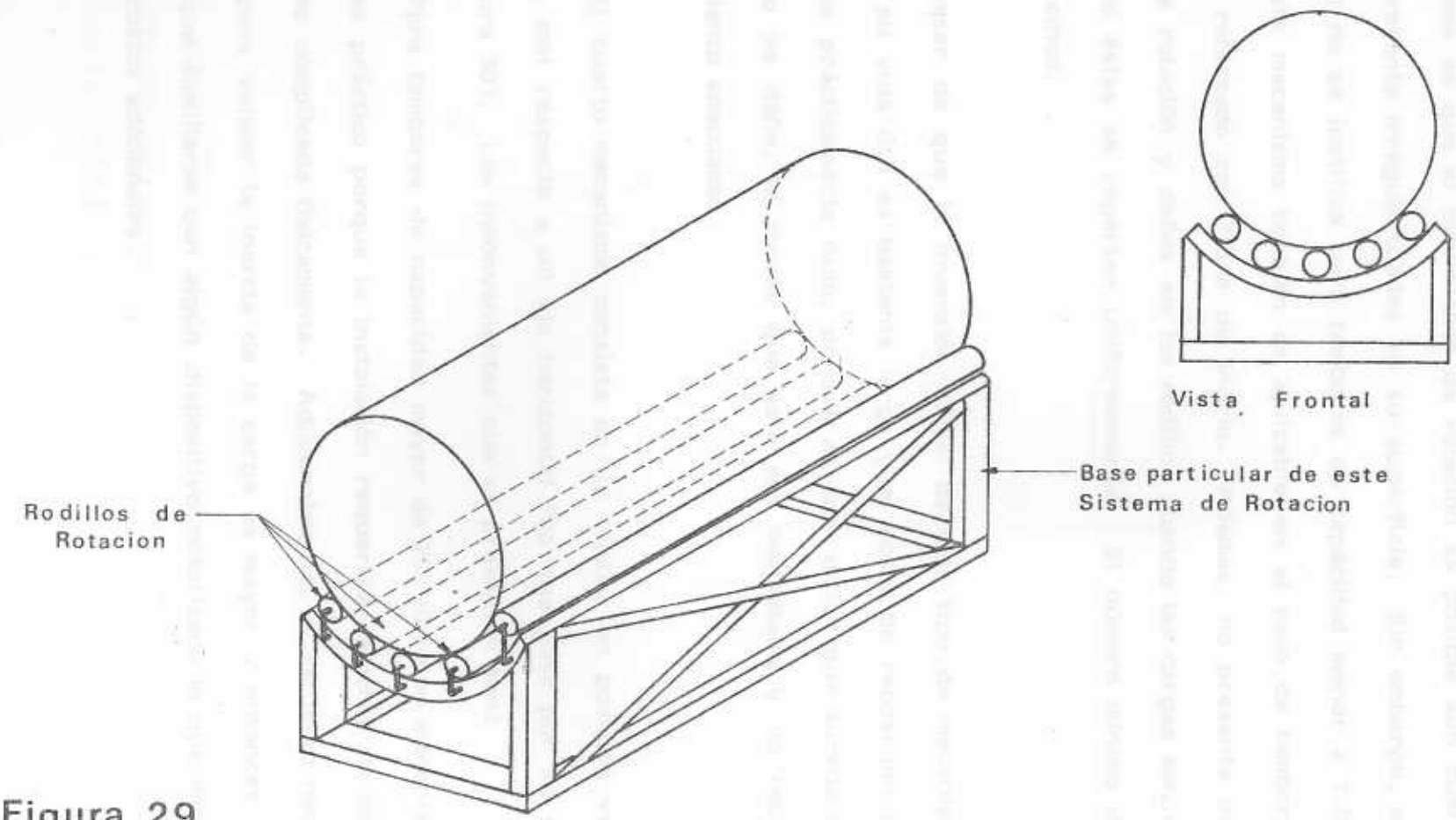


Figura 29

Tambor horizontal que rota a través de un sistema de Rodillo Múltiples

este sistema es que el movimiento de rotación es posible aún cuando el tambor presente irregularidades en su superficie. Sin embargo, económicamente no se justifica para tambores de capacidad menor a 1.000 litros. Este mecanismo también es aplicable en el caso de tambores de poliester reforzado con fibra de vidrio. Además, no presenta problemas en la rotación y daños en los rodillos cuando las cargas son elevadas, pues éstas se reparten uniformemente. El número mínimo de rodillos es cinco.

A pesar de que la inversión inicial de este tipo de mecanismo es elevada, su vida útil es bastante larga y el costo de reposición de los rodillos es prácticamente nulo, porque es muy difícil que suceda que el mecanismo se dañe, al menos que éste sea maltratado y no reciba el mantenimiento adecuado.

.- El cuarto mecanismo consiste en un tambor en posición vertical que rota con respecto a un eje horizontal fijo que pasa por su centro (ver Figura 30). Los inconvenientes que se presentan son:

1. Para tambores de capacidad mayor de 200 litros el mecanismo no es práctico porque la instalación requerida, además de costosa, es complicada físicamente. Adicionalmente, el esfuerzo necesario para vencer la inercia de la carga es mayor y entonces habría que auxiliarse con algún dispositivo motorizado lo que implicaría costos adicionales.

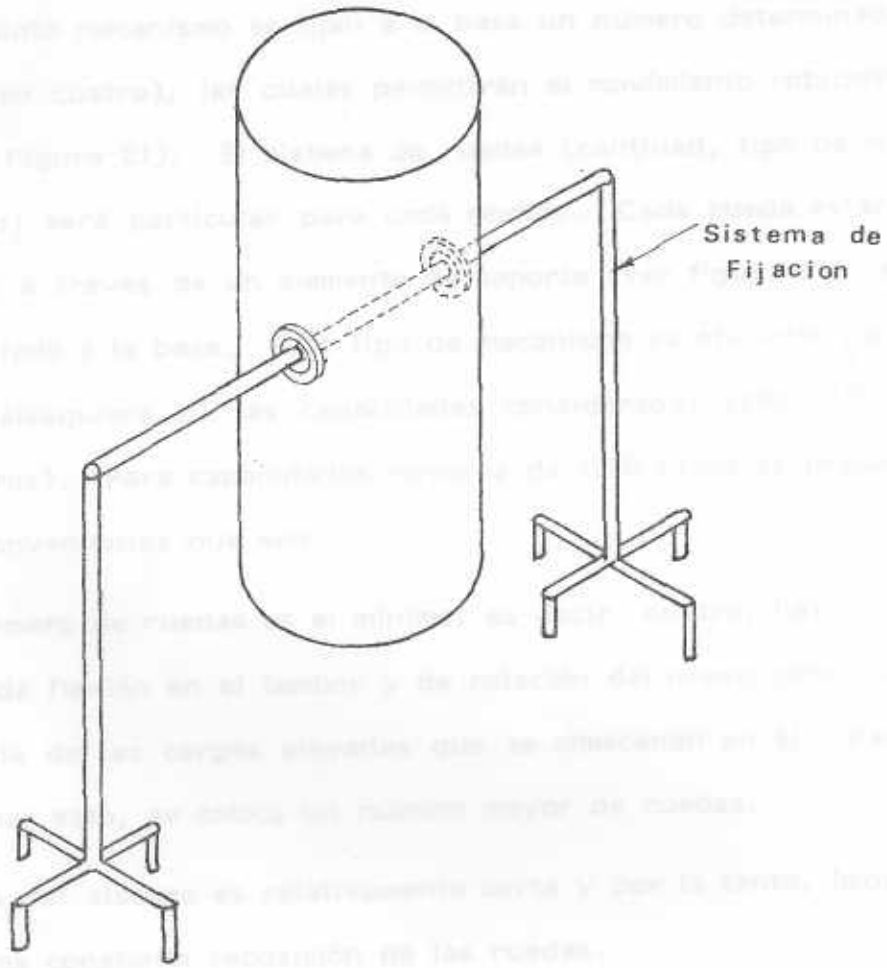


Figura 30
Tambor vertical que rota a través de un eje horizontal fijo

2. El mezclado no es el adecuado, ya que, el contacto entre los materiales de las paredes y los del centro depende de circunstancias no controlables, tales como el azar.

.- En el quinto mecanismo se fijan a la base un número determinado de ruedas (mínimo cuatro), las cuales permitirán el movimiento rotatorio del tambor (ver Figura 21). El sistema de ruedas (cantidad, tipo de material y diámetro) será particular para cada modelo. Cada rueda estará sujeta a la base a través de un elemento de soporte (ver figura 31), el cual será atornillado a la base. Este tipo de mecanismo es eficiente para tambores de cualesquiera de las capacidades consideradas (200, 1000, 5000 y 10000 litros). Para capacidades mayores de 1000 litros se presentan algunos inconvenientes que son:

1. Si el número de ruedas es el mínimo, es decir, cuatro, hay problemas de flexión en el tambor y de rotación del mismo como consecuencia de las cargas elevadas que se almacenan en él. Para solucionar esto, se coloca un número mayor de ruedas.
2. La vida del sistema es relativamente corta y por lo tanto, implicaría una constante reposición de las ruedas.

.- <u>En cuanto a los mecanismos auxiliares</u>

Los dispositivos auxiliares que se pueden utilizar son: máquina cortadora - desmenuzadora (ver Figura 32); tolva de alimentación para tambores de 5000 y 10000 litros de manera de facilitar la carga y des-

Figura 31. Rueda con elemento de sujeción

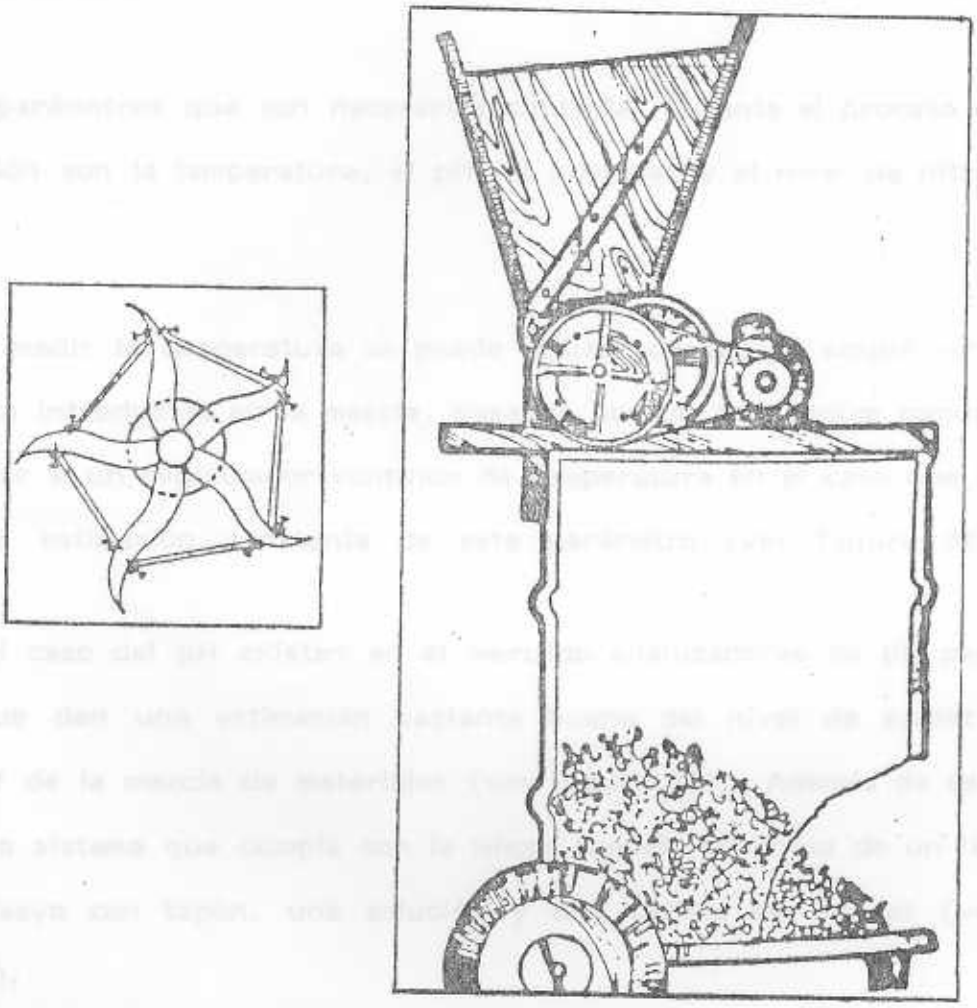


Figura 32. Modelo de Cortadora-Desmenuzadora

carga de los materiales; e implementos de trabajo, tales como machete, escardador, tenedor, pala, hacha, laya, regadera, carretilla o cualquier otra herramienta que se considere necesaria (ver Figura 33).

.- En cuanto a los mecanismos de medición

Los parámetros que son necesarios controlar durante el proceso de compostación son la temperatura, el pH, la humedad y el nivel de nitrógeno.

Para medir la temperatura se puede utilizar desde una simple varilla metálica introducida en la mezcla, pasando por un termómetro común, hasta llegar a un registrador continuo de temperatura en el caso que se desee una estimación constante de este parámetro (ver Figura 34).

En el caso del pH existen en el mercado anallizadores de pH para sólidos que dan una estimación bastante buena del nivel de acidez - alcalinidad de la mezcla de materiales (ver Figura 35). Además de éste existe otro sistema que cumple con la misma función y consta de un tubo de ensayo con tapón, una solución y una tarjeta de colores (ver Figura 36).

Para conocer la carencia o exceso de humedad en la mezcla el método más simple es la inspección visual. En caso de que se requiera una estimación exacta del porcentaje de humedad, existen en el mercado una serie de aparatos que detectan el grado de humedad de un sólido.

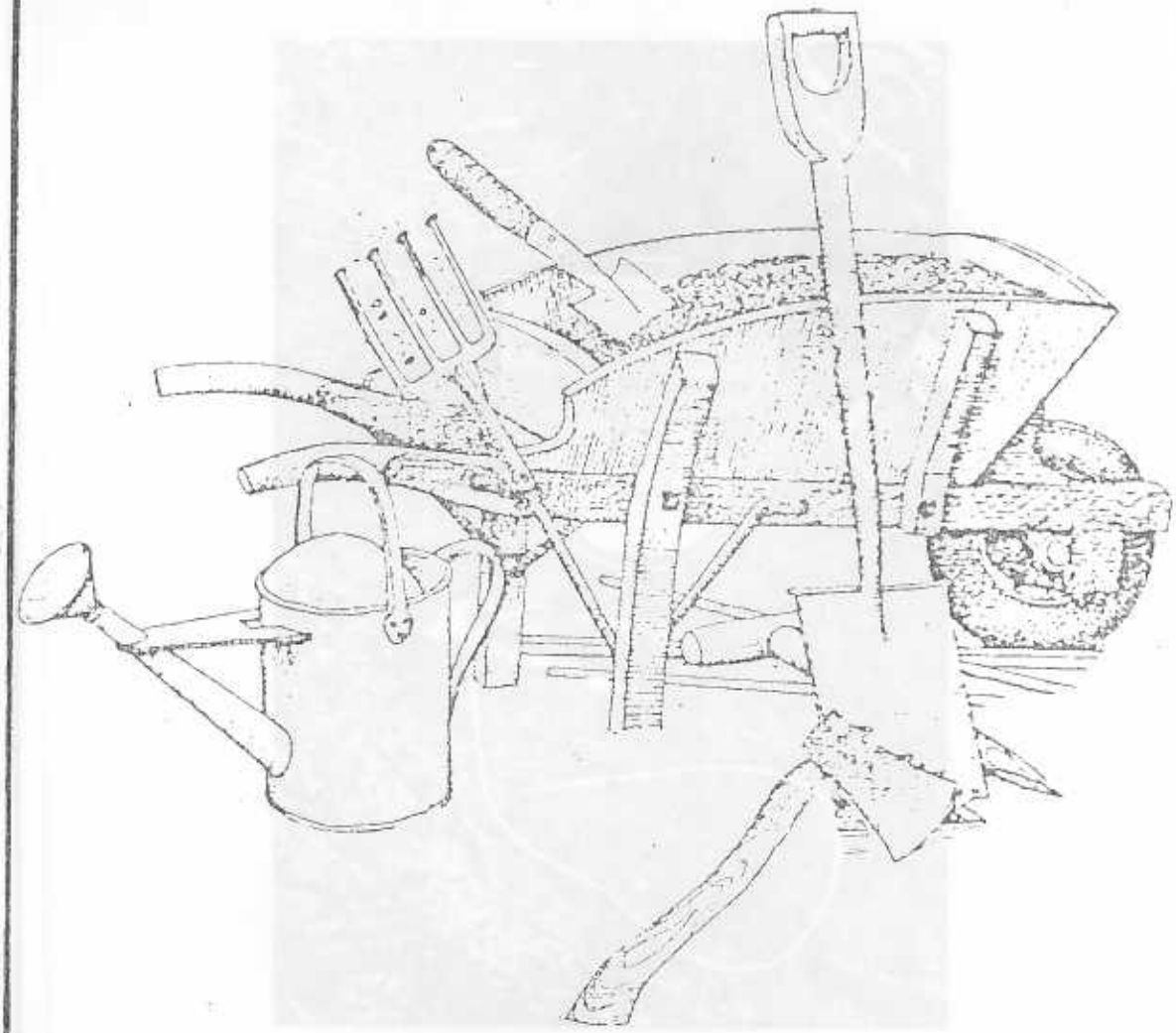


Figura 33. Implementos de trabajo que ayudan a la recolección, desmenuzamiento, carga y descarga de los materiales

Figura 34. Registrador Contínuo de Temperatura

Figura 35. Analizador de pH para sólidos

Análisis del pH del compost

Los equipos más sencillos de análisis consisten en dos tubos de ensayo, una solución y una tarjeta de colores.

1. Se llena la cuarta parte de un tubo de ensayo.
2. Se llena la mitad de otro tubo con la solución.
3. Se vierte la solución en el tubo con tierra.
4. Se tapa y se agita.
5. Se deja precipitar y se compara el color del tubo con los de la tarjeta.

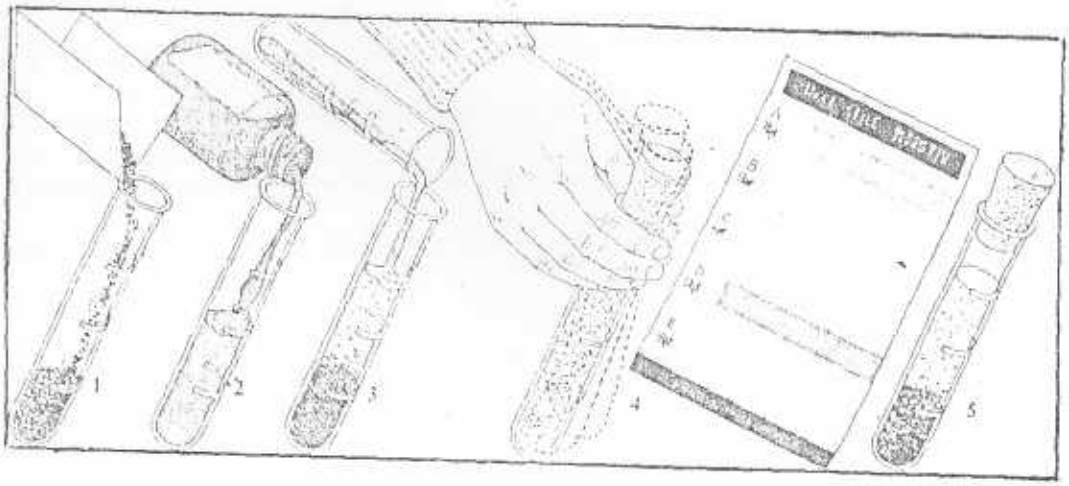


Figura 36. Método sencillo de análisis del pH del compost

En cuanto al nivel de nitrógeno existen aparatos semejantes al que se presentó anteriormente para medir el pH y los cuales se consiguen fácilmente en el mercado.

4.3 TIPOS DE MODELOS

Durante esta sección se describirán las características particulares de cada tipo de equipo; aquellos aspectos que se consideran comunes a todos ellos fueron explicados en las sección 4.2 (Consideraciones Generales) para evitar de esta forma su continua repetición durante la exposición de cada tipo de equipo.

EQUIPO TIPO A

1.- Tambor de compostación

- Capacidad bruta = 200 litros
- Producción estimada de compost = 160 kg.
- Tambor metálico de dimensiones semejantes a los pipotes donde se almacenan grasa, aceite, gasolina, etc., que se consigue fácilmente en el mercado. No se justifica económicamente que el tambor se mande hacer a la medida, ya sea metálico, de poliester reforzado con fibra de vidrio o cualquier otro tipo de material.

  Dimensiones del tambor: D = 0,55 m

  H = 0,83 m

  espesor de las paredes = menor de 1/8"
- El tambor debe disponer de una tapa movible y un fondo fijo. Ambas presentarán una serie de orificios, cuya posición y núme-

ro serán el azar. La tapa movible puede estar sujetada mediante tornillos mariposa, abrazaderas con tornillo o palanca (ver Figuras 37 y 38).

2.- Sistema de Soporte

El modelo de la base podría ser cualquiera de los presentados en figuras anteriores desde la 21 a la 24. Las dimensiones de la base serán escogidas de acuerdo al gusto de la persona interesada.

3. Sistema de Rotación

En la base se fijarán cuatro ruedas dispuestas de tal forma que permitan la rotación del tambor. El material de las ruedas debe ser tal que aminore la fricción entre el material del tambor y el primero. En este caso, el material podría ser goma, metal, metal recubierto con poliuretano, etc. De todas estas posibilidades la más conveniente económicamente es la primera. En cuanto al diámetro de las ruedas, éste puede variar entre un rango de 3 a 4 pulgadas. La distancia entre las ruedas dispuestas longitudinalmente se recomienda que sea la mitad del largo del tambor como se indica en la Figura 39.

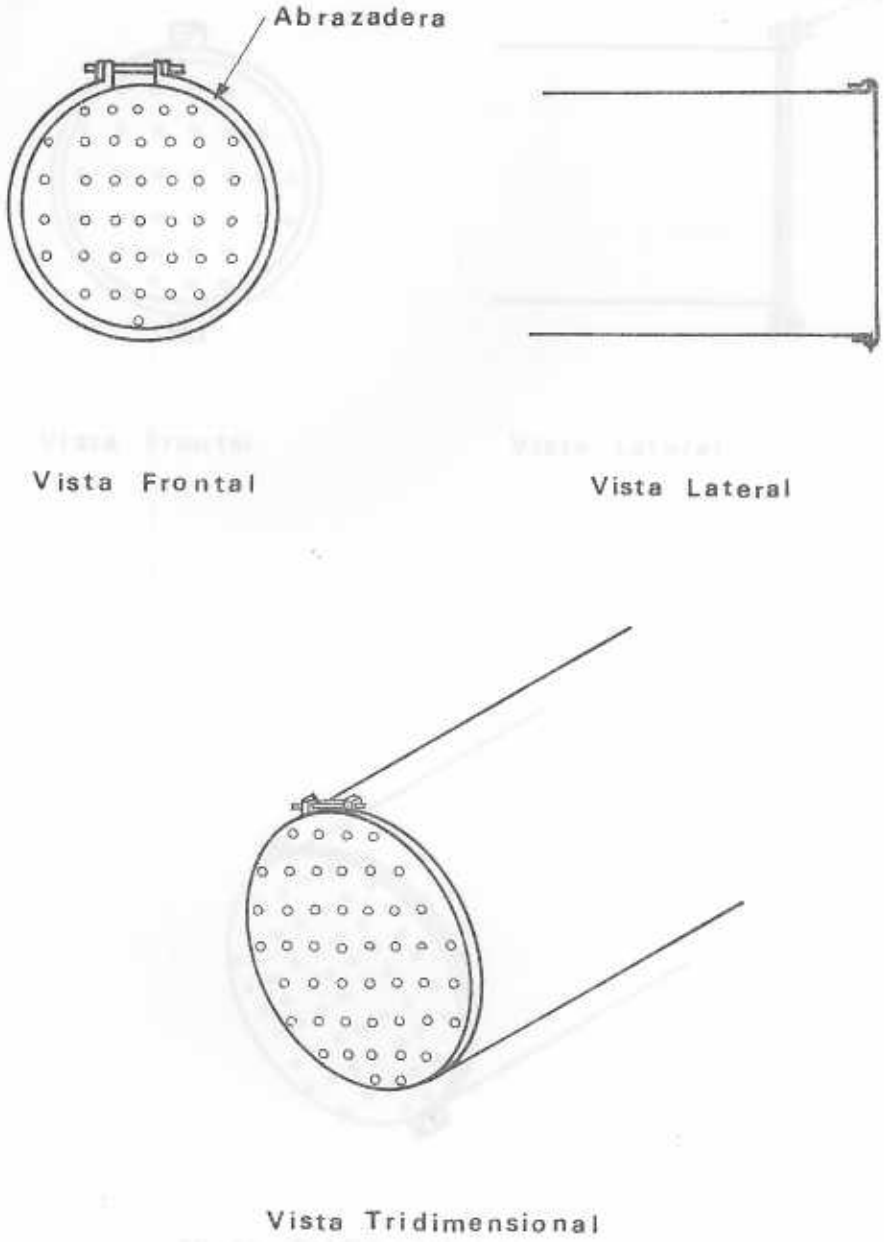


Figura 37

Modelo de tapa con abrazadera

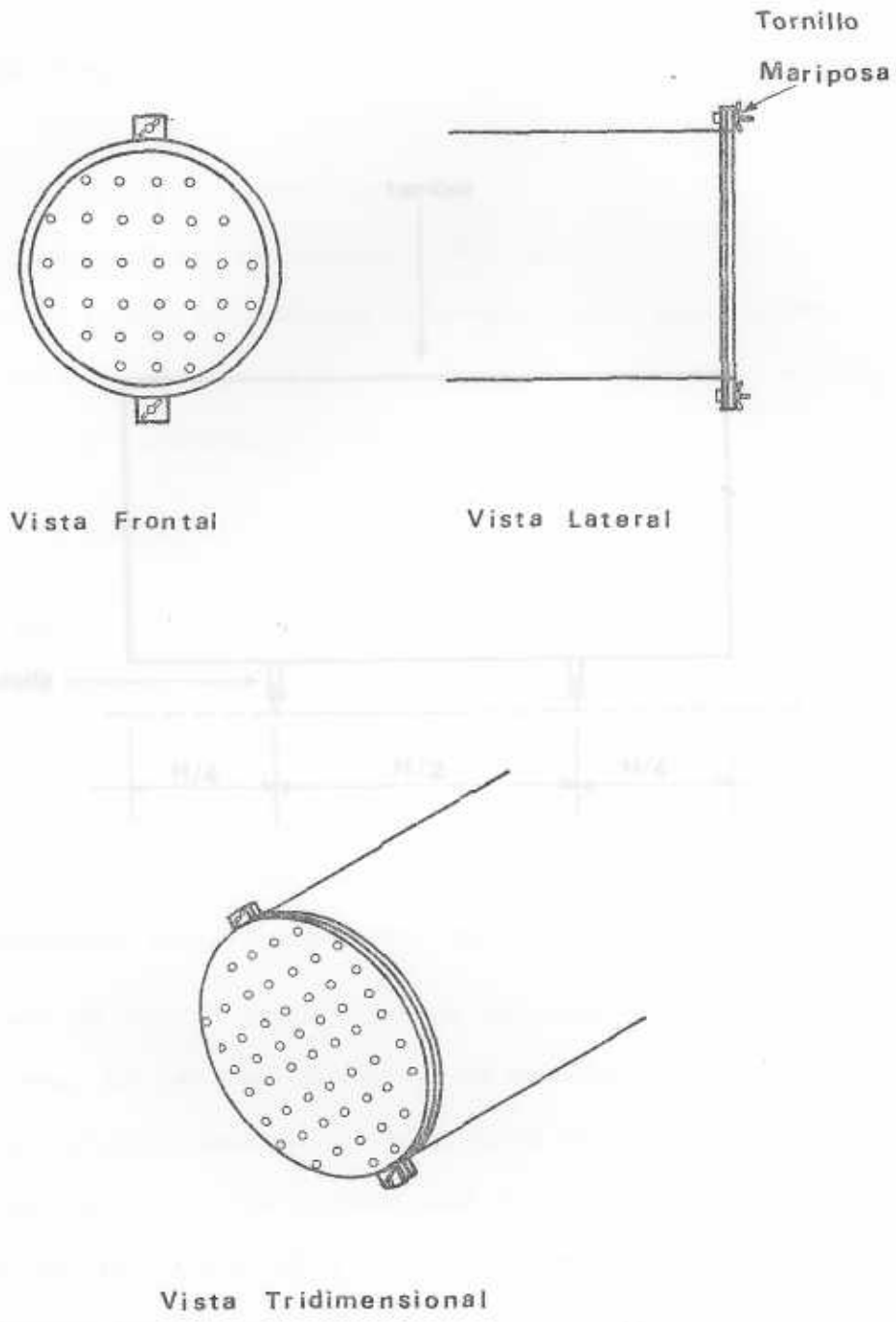


Figura 38
Modelo de tapa con tornillo mariposa

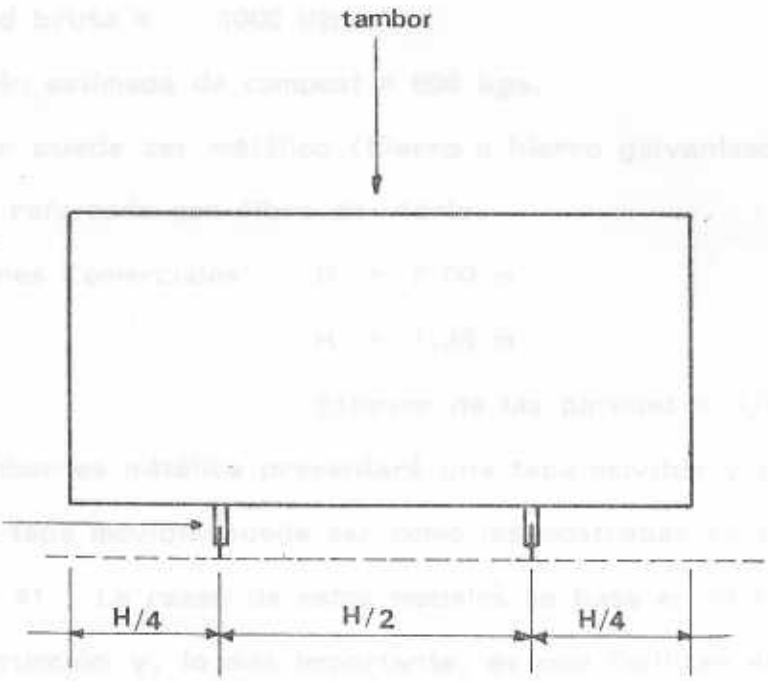


Figura 39
Ubicación de las ruedas para el equipo tipo A y tipo B

EQUIPO TIPO B

1.- Tambor de compostación

- Capacidad bruta = 1000 litros
- Producción estimada de compost = 800 kgs.
- El tambor puede ser metálico (hierro o hierro galvanizado) o de poliester reforzado con fibra de vidrio.

  Dimensiones Comerciales: D = 2,00 m

  H = 1,38 m

  Espesor de las paredes = 1/8"
- Si el tambor es métálico presentará una tapa movible y un fondo fijo. La tapa movible puede ser como las mostradas en las Figuras 40 y 41. La razón de estos modelos se basa en lo simple de su construcción y, lo más importante, es que facilitan el llenado del tambor hasta un 60% de su capacidad, ya que, de lo contrario los materiales se perderían antes de cerrar el tambor.

  En caso de que el tambor sea de poliester reforzado con fibra de vidrio, no son recomendables los modelos de tapas anteriores por lo difícil y costoso que resultaría su construcción en este tipo de material. Los modelos más aconsejables son los presentados en las Figuras 42 y 43. En cualquiera de estos modelos los fondos presentarán una serie de orificios, cuya posición y número serán al azar.

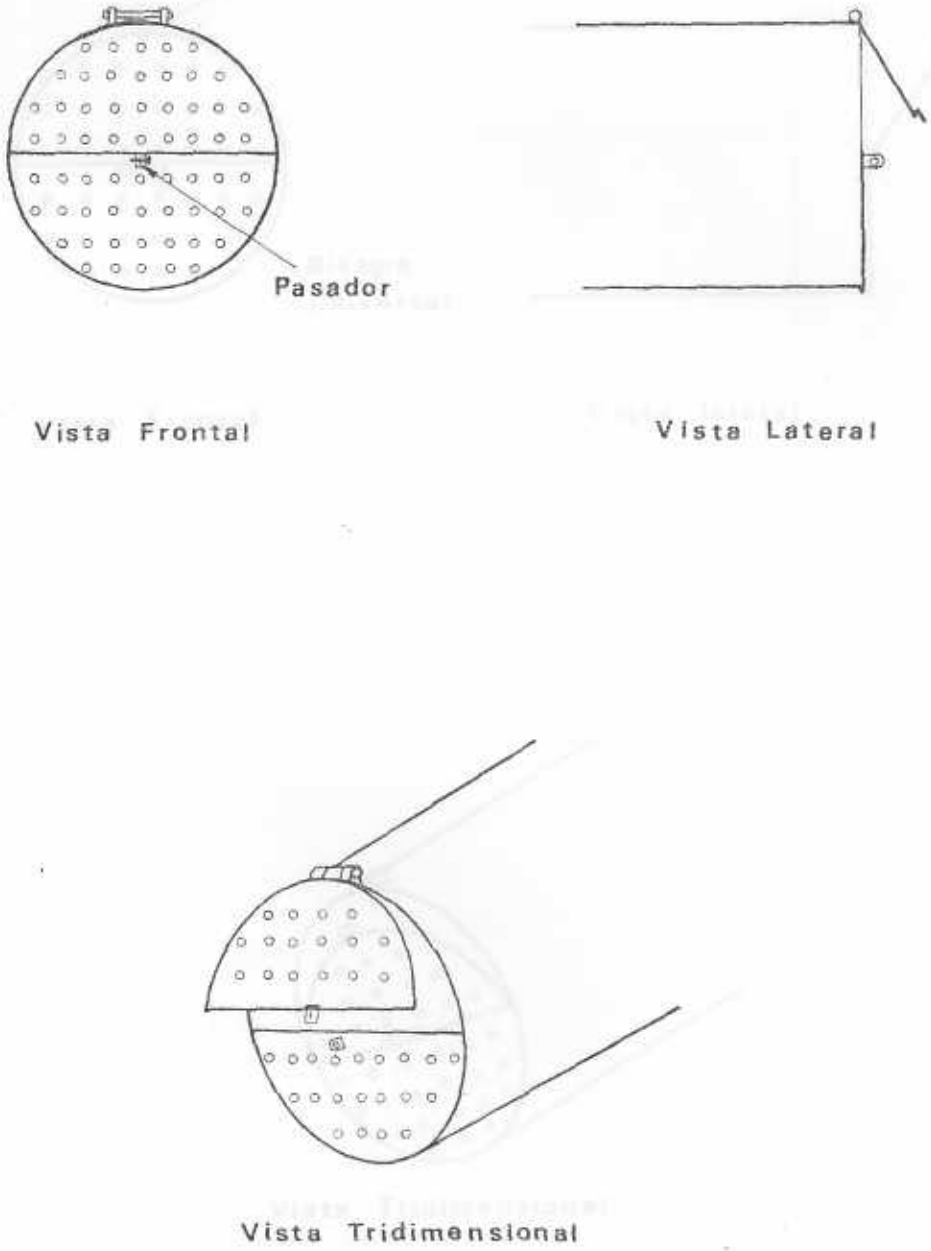


Figura 40

Modelo 1 de tapa abisagrada para el equipo tipo B , cuando el tambor es metálico

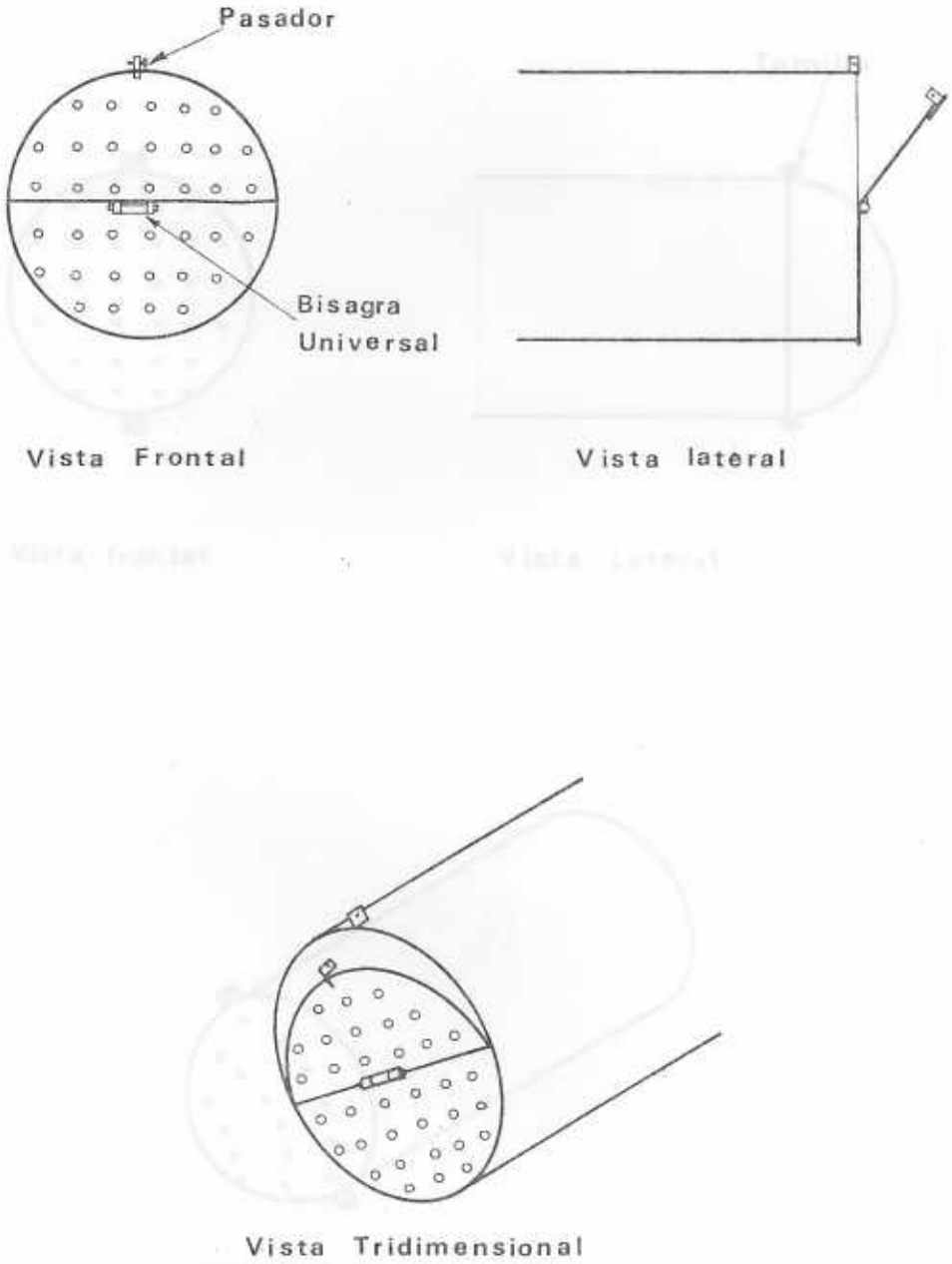


Figura 41
Modelo 2 de tapa abisagrada para el equipo tipo B, cuando el tambor es metálico

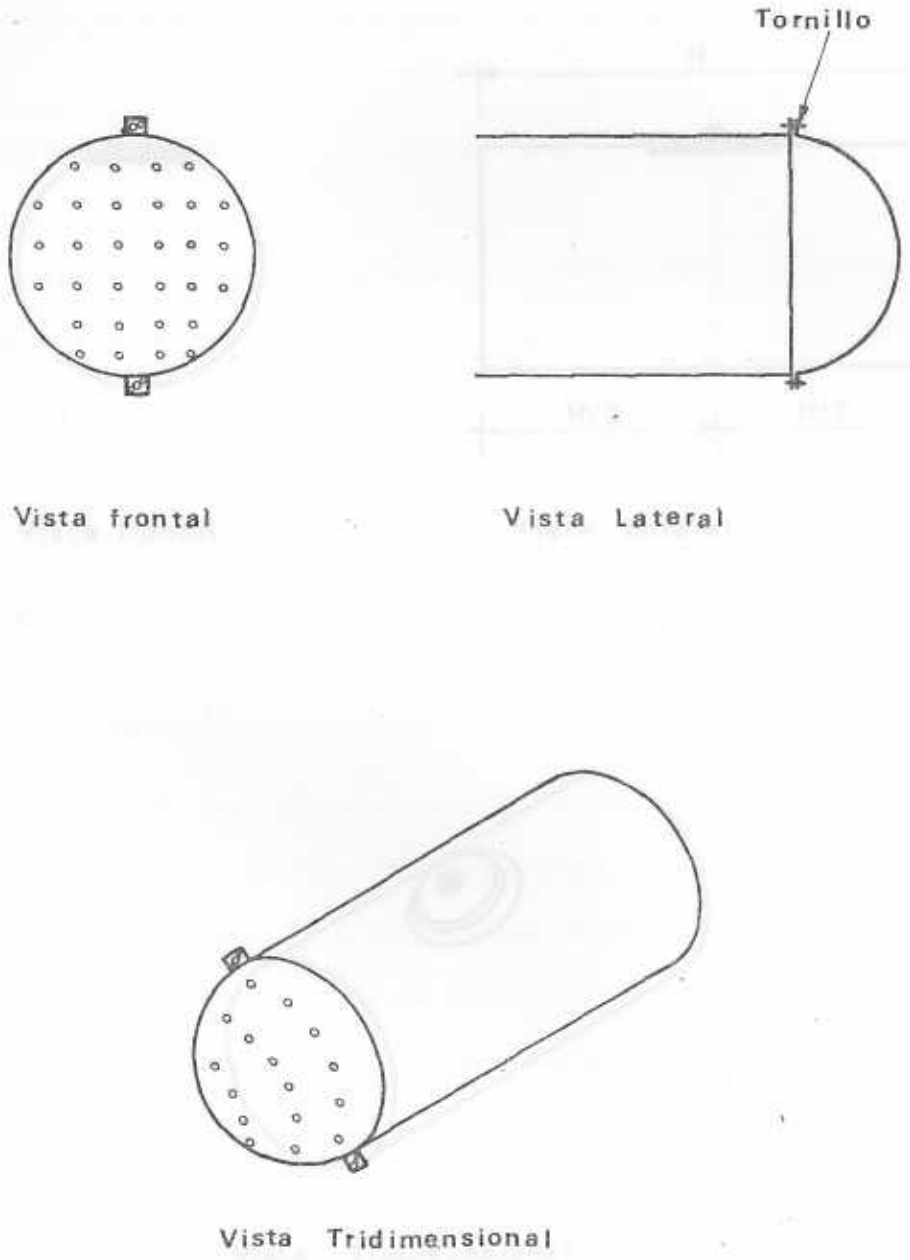


Figura 42
Modelo 3 de tapa para el equipo B, cuando el equipo es de fibra de vidrio

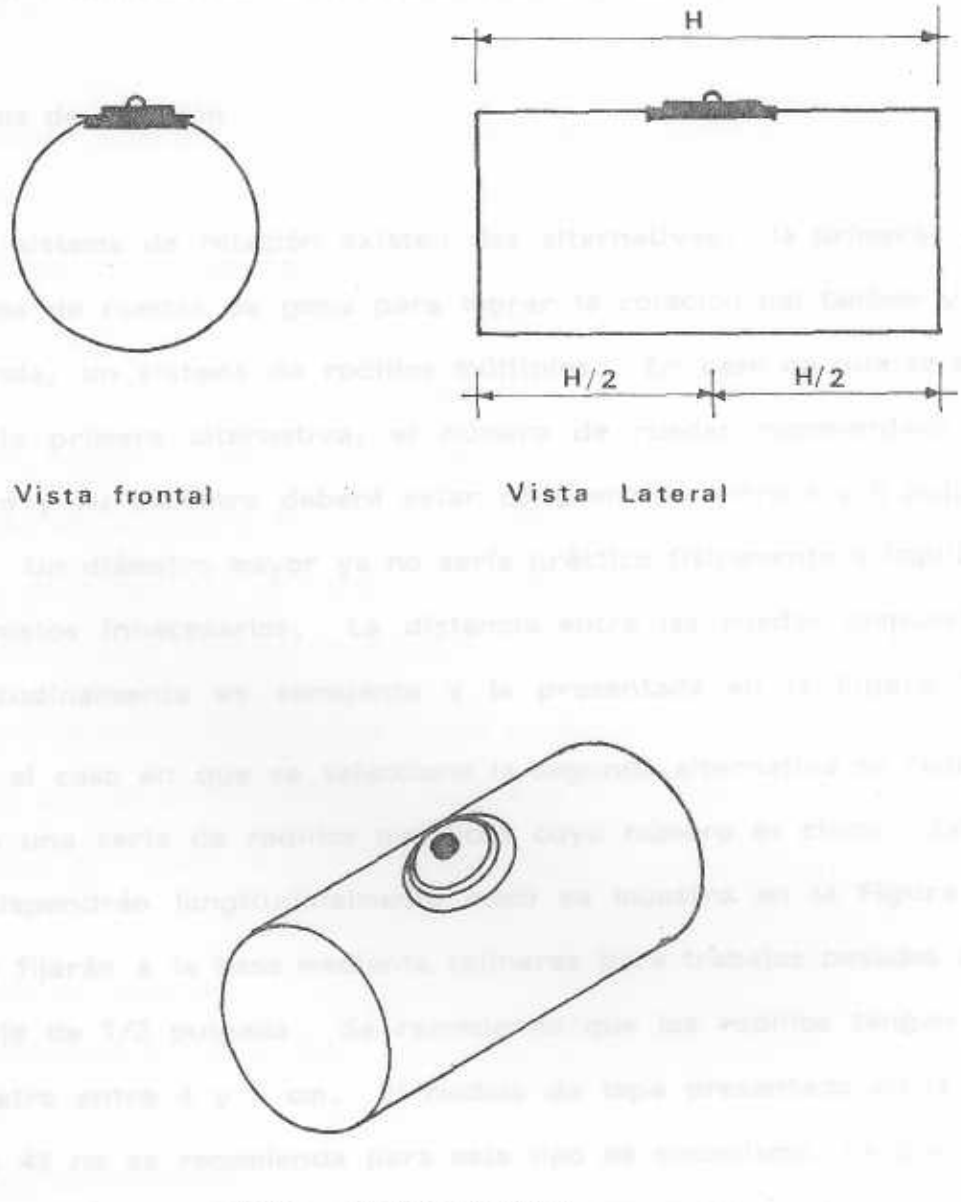


Figura 43
Modelo 4 de tapa ajustable a presiòn para el equipo tipo B, cuando el tambor es de fibra de vidrio

2.- Sistema de Soporte

Cualquiera de los modelos ya presentados en las figuras 21 a la 24 y 29 son aplicables como base para este tipo de equipo.

3.- Sistema de Rotación

Como sistema de rotación existen dos alternativas; la primera, un sistema de ruedas de goma para lograr la rotación del tambor y la segunda, un sistema de rodillos múltiples. En caso de que se escoja la primera alternativa, el número de ruedas recomendado es cuatro y su diámetro deberá estar comprendido entre 4 y 5 pulgadas. Un diámetro mayor ya no sería práctico físicamente e implicaría costos innecesarios. La distancia entre las ruedas dispuestas longitudinalmente es semejante a la presentada en la Figura 39. Para el caso en que se seleccione la segunda alternativa se requerirán una serie de rodillos metálicos cuyo número es cinco. Estos se dispondrán longitudinalmente como se muestra en la Figura 29 y se fijarán a la base mediante rolineras para trabajos pesados con un eje de 1/2 pulgada. Se recomienda que los rodillos tengan un diámetro entre 4 y 5 cm. El modelo de tapa presentado en la Figura 43 no se recomienda para este tipo de mecanismo, ya que, se presentarían problemas de choque entre los rodillos y la tapa, entorpeciéndose el movimiento rotatorio del tambor.

EQUIPO TIPO C

1.- Tambor de compostación

- Capacidad bruta = 5000 litros
- Producción estimada de compost = 4000 kgs.
- Tambor metálico (de hierro o hierro galvanizado) o de poliester, reforzado con fibra de vidrio.
- Dimensiones comerciales: D = 1,60 m
  H = 2,63 m
  Espesor de las paredes = 1/8".
- Para tambores metálicos se requerirá el modelo de tapa presentado en la Figura 44. La razón de tapas separadas y opuestas es para facilitar la carga y descarga de los materiales en un tambor cuya longitud es bastante grande (2,63 m).

  Para tambores de fibra de vidrio es aconsejable dos tapas opuestas ajustables por presión (similares a un tapón) y dispuestas según la Figura 45.

2.- Sistema de Soporte

(Ver Figuras 21, 25 y 29).

3.- Sistema de Rotación

Para este tipo de equipo, una alternativa puede ser un mecanismo de rodillos múltiples, donde el número de rodillos mínimo es cinco y cada uno con un diámetro entre 4 y 5 cm.

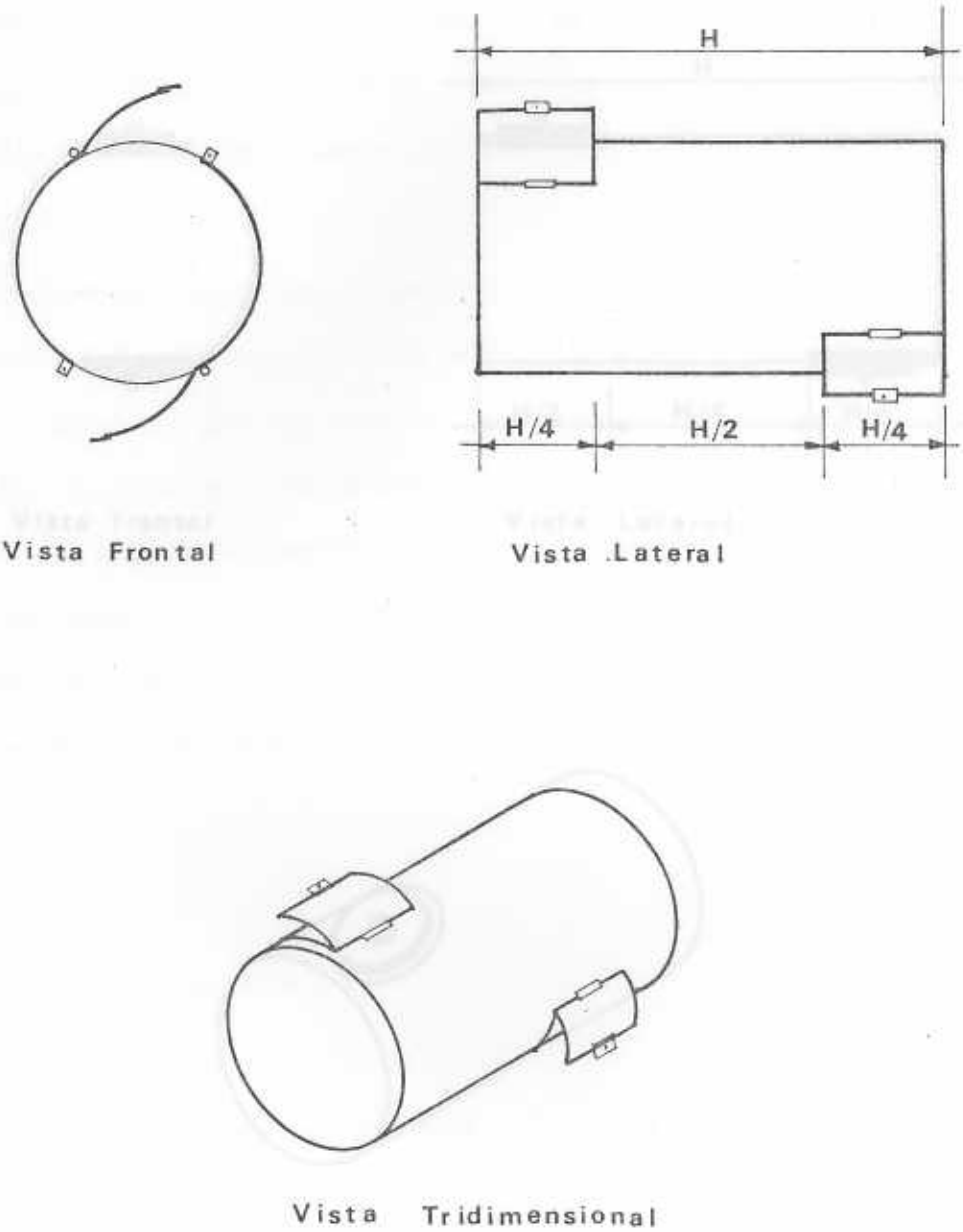


Figura 44
Modelo de tapa para los equipos C y D, cuando el tambor es metàlico

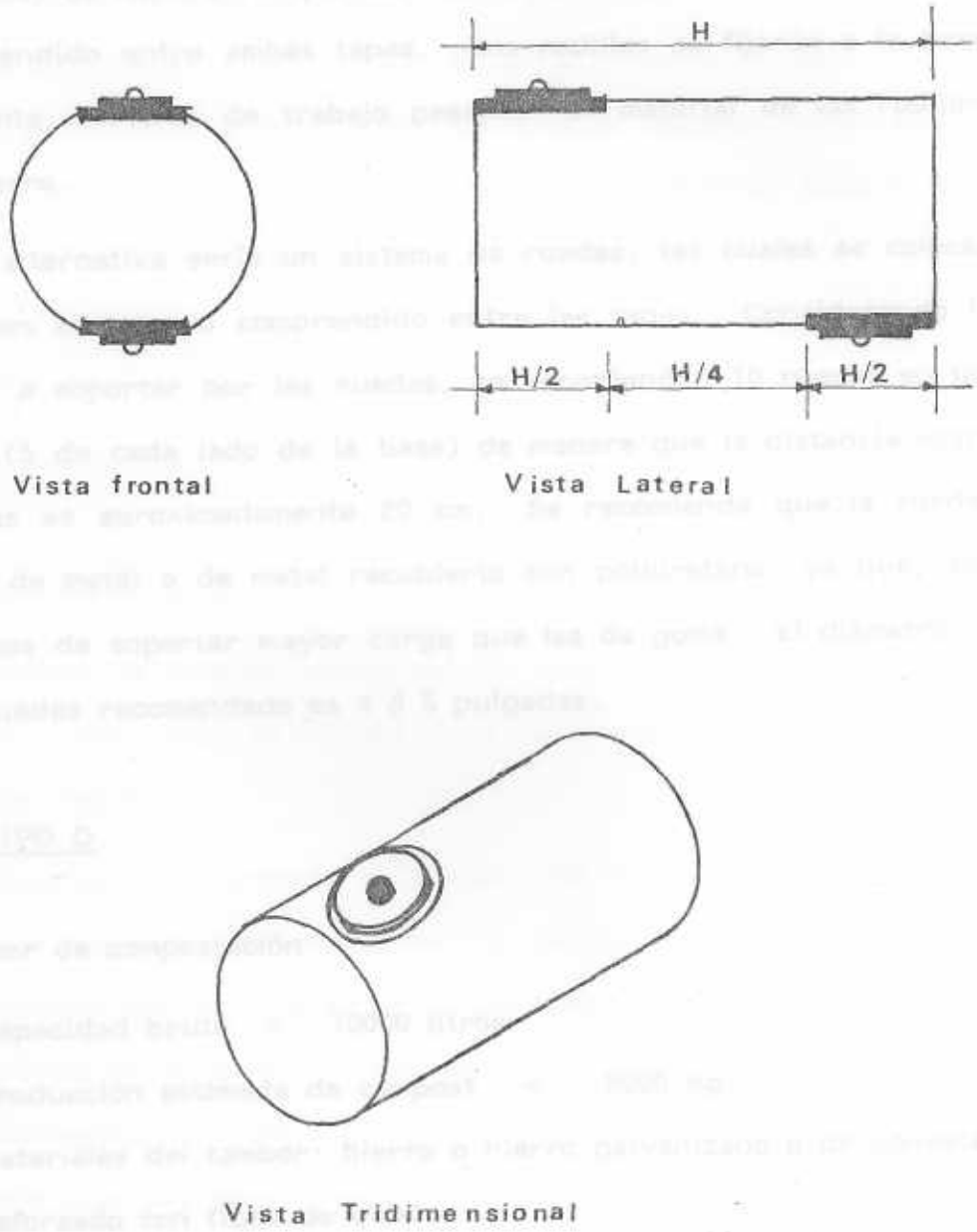


Figura 45
Modelo de tapa para los equipos C y D, cuando el tambor es de fibra de vidio

Para la instalación de este mecanismo es indispensable que el tambor presente una superficie lateral libre; por lo tanto las tapas se deberán colocar a partir de los extremos del tambor (ver Figuras 44 y 45) de manera tal que los rodillos se dispondrán en el espacio comprendido entre ambas tapas. Los rodillos se fijarán a la base mediante rolineras de trabajo pesado. El material de los rodillos es hierro.

Otra alternativa sería un sistema de ruedas, las cuales se colocarían en el espacio comprendido entre las tapas. Considerando la carga a soportar por las ruedas, se recomiendan 10 ruedas en total (5 de cada lado de la base) de manera que la distancia entre ruedas es aproximadamente 20 cm. Se recomienda que la ruedas sean de metal o de metal recubierto con poliuretano, ya que, son capaces de soportar mayor carga que las de goma. El diámetro de las ruedas recomendado es 4 ó 5 pulgadas.

EQUIPO TIPO D

1.- Tambor de compostación

- Capacidad bruta = 10000 litros
- Producción estimada de compost = 8000 kg.
- Materiales del tambor: hierro o hierro galvanizado o de poliester, reforzado con fibra de vidrio.
- Dimensiones comerciales: D = 2,00 m

  H = 3,41 m

  Espesor de las paredes = 1/8".

- Los modelos de tapas recomendados para el tambor metálico y de fibra de vidrio son semejantes a los presentados para el equipo tipo C (ver Figuras 44 y 45 respectivamente). Nuevamente, la razón de este modelo se basa en que la longitud del tambor es tan grande (3,41 m) que dificulta la carga de materiales a lo largo de su interior y posteriormente la descarga de los mismos, por lo tanto dos tapas opuestas permiten dominar todo el espacio interior del tambor.

2.- Sistema de Soporte

(Ver Figuras 24, 25 y 29).

3.- Sistema de Rotación

El sistema de rotación puede ser de rodillos múltiples o de ruedas. En el primer caso, el sistema tiene características semejantes al del equipo tipo C.

El segundo caso consiste de ruedas, las cuales se colocarán en el espacio libre comprendido entre las tapas. Considerando la carga a soportar por las ruedas se recomiendan 14 ruedas en total (7 de cada lado de la base) de manera que la distancia entre ruedas es aproximadamente igual a 20 cm. El material de las ruedas es aconsejable que sea metal o metal recubierto con poliuretano. El diámetro de las ruedas recomendado es 4 ó 5 pulgadas.

CAPITULO V:

ESTUDIO ECONOMICO DE LOS EQUIPOS DISEÑADOS

En este capítulo se estimarán únicamente los costos directos de fabricación implicados en cada uno de los equipos diseñados. El costo directo de un equipo que resulte del análisis realizado durante este capítulo vendrá expresado como un intervalo de valores en el cual puede oscilar, ya que, es muy difícil lograr una estimación exacta del costo del mismo. Esto es debido a que los costos de mano de obra asociados a la fabricación de un equipo pueden o no estar presentes dependiendo de si lo construye una empresa particular o comercio, o por el contrario su construcción es realizada por la persona interesada en el equipo.

Además se presentarán algunos costos que aunque no están relacionados directamente con el equipo es necesario incurrir en ellos en caso de que se quiera, por una parte, mantener una evaluación continua del funcionamiento del equipo y por otra parte, facilitar las labores de recolección, desmenuzamiento, carga y descarga de los materiales. Estos se refieren a los costos de los sistemas de medición, tales como registrador de temperatura, medidor de acidez, analizador de proporción de micronutrientes, etc.; y los mecanismos auxiliares, tales como desmenuzadora, implementos de trabajo, etc.

Para cada tipo de equipo se presentará el costo directo de fabricación, y aquellos costos no directos que son comunes a todos los equipos se indicarán separadamente de manera de evitar su continua repetición en cada tipo de equipo.

La información utilizada en la determinación del costo directo de los equipos se presenta detalladamente en el Anexo A.

5.1 COSTOS DIRECTOS DE FABRICACION

Los costos directos involucran el costo de materiales y el de mano de obra. Dentro del costo de materiales se tienen:

- Costo del Tambor de Compostación
- Costo del Sistema de Soporte
- Costo del Sistema de Rotación
- Costo del Aislamiento Térmico y Recubrimiento Protector.

Sólo se incurre en el costo del recubrimiento protector y aislamiento térmico cuando el tambor es metálico. Este costo comparándolo con el costo directo total de fabricación de un equipo es poco significativo, por esta razón se analizará en forma general sin especificarlo para ningún tipo de equipo en particular y se presentará después de determinar el costo directo de los equipos. En el caso de recubrimiento anticorrosivos existe una gran variedad de marcas comerciales y con su presentación se persigue mostrar a la persona interesada una amplia gama de posibles alternativas de uso.

El costo de mano de obra se expresará como un porcentaje del costo de materiales. Dependiendo de la cantidad de trabajo involucrado en la construcción del equipo y la duración del mismo, el porcentaje aplicado variará.

EQUIPO TIPO A

COSTO DE MATERIALES

- Costo del Tambor de Compostación:

  Tambor de hierro comprado en el mercado (este precio incluye el costo de las 3 paletas de hierro con sección rectangular). 60 Bs.

- Costo del Sistema de Rotación:

  4 ruedas de goma de Ø = 3 pulg (este precio incluye el costo del elemento de soporte de c/u de ellas). 240 Bs.

- Costo del Sistema de Soporte:

  (Este costo es aplicable a cualquiera de los modelos de base presentados anteriormente).

  Base de hierro formada por:

  . Tubos de sección rectangular 2 pulg x 1 pulg. (ver Fig. 20) 65 Bs.

  . Angulos "L" de 1 pulg. x 1 pulg. y de espesor 1/4 pulg. (ver Fig. 21). 65 Bs.

  . Vigas de sección "I o "U" (No se justifica porque la carga es pequeña)

El Costo de Materiales es aproximadamente igual a: 365 Bs.

COSTO DE MANO DE OBRA:

Este costo incluye los costos de instalación de las ruedas en la base, soldadura de las paletas a las paredes interiores del tambor, perforación de las tapas del tambor y construcción de la base. Para este tipo de labores se puede requerir el trabajo de un obrero pagado por la persona interesada en el equipo o también ésta última puede realizarlas, siempre y cuando tenga el equipo necesario (soldadora, perforadora de metal, etc.) y los conocimientos adecuados. En el primer caso, el costo de mano de obra se aplicará como un porcentaje del costo de materiales y su valor se estima en un 25%. Por lo tanto, para este equipo, el Costo de Mano de Obra es: 92 Bs.

En el segundo caso el costo de Mano de Obra es nulo.

COSTO DIRECTO TOTAL DE FABRICACION:

El costo total estaría comprendido entre los límites: 365 Bs. y 457 Bs.

EQUIPO TIPO B

COSTO DE MATERIALES

- Costo del Tambor de Compostación:
  - Tambor de hierro comprado en el mercado (incluye el costo de 3 paletas de hierro de sección rectangular y su fijación, y perforación de las tapas). 3200 Bs.
  - Tambor de hierro galvanizado comprado en el mercado (incluye el costo de 3 paletas de hierro de sección rectangular y su fijación, y perforación de las tapas). 4200 Bs.
  - Tambor de poliester reforzado con fibra de vidrio (el tambor tiene las paletas fijadas y las tapas perforadas). 3600 Bs.

- Costo del Sistema de Rotación
  - Sistema de Ruedas.
    4 ruedas de goma de Ø = 4 pulgadas (este precio incluye el costo del elemento de soporte de cada una de ellas). 300 Bs.
  - Sistema de Rodillos
    Consta de 5 rodillos de hierro con sus respectivas rolineras y de diámetro 5 cm. En

este precio, además del costo de los rodillos se incluyen el costo de fabricación de la base y fijación de los rodillos, independientemente del modelo de la base. 11000 Bs.

- Costo del Sistema de Soporte

El costo que se presenta a continuación sólo se aplica en el caso de usarse el sistema de ruedas como sistema de rotación.

Base de hierro formada por:

. Tubos de sección rectangular 2 pulg. x 1 pulg. 115 Bs.

. Angulos "L" 1½ pulg. x 1½ pulg. y de 1/4 pulg. de espesor. 115 Bs.

. Vigas de sección "I" o "U" (No se justifica porque la carga es pequeña)

El Costo de Materiales, dependiendo del material del tambor y del sistema motor usado, será:

- Tambor de hierro con sistema de ruedas. 3615 Bs.

- Tambor de hierro con sistema de rodillo múltiples. 14200 Bs.

- Tambor de hierro galvanizado con sistema de ruedas. 4615 Bs.

- Tambor de hierro galvanizado con sistema de rodillos múltiples. 15200 Bs.

- Tambor de fibra de vidrio con sistema de ruedas. 4015 Bs.

- Tambor de fibra de vidrio con sistema de rodillos múltiples. 14600 Bs.

A pesar de que el sistema de rodillos implica una inversión inicial muy elevada, a largo plazo el costo de mantenimiento es inferior al del sistema de ruedas y su vida útil es mayor.

COSTO DE MANO DE OBRA

Como costo de mano de obra sólo se considerará el costo de fabricación del sistema de soporte y fijación del sistema de rotación. Este costo se presenta únicamente cuando el sistema de rotación usado es el de ruedas, pues en el caso de rodillos múlti-

ples el precio dado para el sistema de rotación incluye el costo de la base.

Por lo tanto, el costo de mano de obra se estima como el 25% del costo de los materiales utilizados en la fabricación de la base y sistema de rotación.

El costo de mano de obra es aproximadamente igual a: 105 Bs.
(Sólo aplicable para sistema de ruedas).

COSTO DIRECTO TOTAL DE FABRICACION

El costo total es para el caso de:

- Tambor de hierro con sistema de ruedas. 3720 Bs.
- Tambor de hierro con sistema de rodillos múltiples. 14200 Bs.
- Tambor de hierro galvanizado con sistema de ruedas. 4720 Bs.
- Tambor de hierro galvanizado con sistema de rodillos múltiples. 15200 Bs.
- Tambor de fibra de vidrio con sistema de ruedas. 4120 Bs.
- Tambor de fibra de vidrio con sistema de rodillos múltiples. 14600 Bs.

EQUIPO TIPO C

COSTO DE MATERIALES

- Costo del tambor de Compostación:
  - . Tambor de hierro comprado en el mercado (incluye el costo de 3 paletas de hierro de sección rectangular y su fijación, y perforación de los fondos del tambor). 17500 Bs.
  - . Tambor de hierro galvanizado comprado en el mercado (incluye el costo de 3 paletas de hierro de sección rectangular y su fijación, y perforación de los fondos del tambor) 19000 Bs.
  - . Tambor de poliester reforzado con fibra de vidrio (el tambor tiene las paletas fijadas y los fondos perforados) 18000 Bs.

- Costo del Sistema de Rotación:
  - . Sistema de ruedas

    10 ruedas de metal con poliuretano de Ø = 4 pulg (este precio incluye el costo de elemento de soporte de cada una de las ruedas) 2000 Bs.
  - . Sistema de rodillos

    Consta de 5 rodillos de hierro con sus respectivas rolineras y de diámetro 5 cm. En

este precio, además del costo de los rodillos se incluye el costo de la fabricación de la base y fijación de los rodillos, independientemente del modelo de la base. 17000 Bs.

- Costo del Sistema de Soporte

El costo que se presenta a continuación sólo se aplica en el caso de usarse el sistema de ruedas como sistema de rotación.

Base de hierro formada por:

. Tubos de sección rectangular 2 pulg x 1 pulg. (No es recomendable por ser la carga elevada).

. Angulos "L" 2 pulg. x 2 pulg. y 1/4 pulg. de espesor. 260 Bs.

. Vigas de sección "I" de 8. 420 Bs.

El Costo de los Materiales, dependiendo del material del tambor y del sistema de rotación usado, será:

- Tambor de hierro con sistema de ruedas. 19760 a 19920 Bs.
- Tambor de hierro galvanizado con sistema de de rodillos múltiples. 34500 Bs.
- Tambor de hierro galvanizado con sistema de ruedas. 21260 a 21420 Bs.

- Tambor de hierro galvanizado con sistema de rodillos múltiples. 36000 Bs.
- Tambor de fibra de vidrio con sistema de ruedas. 20260 a 20420 Bs.
- Tambor de fibra de vidrio con sistema de rodillos múltiples. 35000 Bs.

COSTO DE MANO DE OBRA

El costo de mano de obra se estima como el 25% del costo de los materiales utilizados en la fabricación de la base y sistema de rotación, únicamente cuando el sistema de rotación son ruedas y esto por las razones ya expuestas en el Equipo Tipo B:

El Costo de Mano de Obra está comprendido entre: 565 Bs y 605 Bs.

COSTO DIRECTO TOTAL DE FABRICACION

El costo total es para el caso de:

- Tambor de hierro con sistema de ruedas. 20325 a 20525 Bs.
- Tambor de hierro con sistema de rodillos. 34500 Bs.
- Tambor de hierro galvanizado con sistema de ruedas. 21825 a 22025 Bs.

- Tambor de hierro galvanizado con sistema de rodillos. 36000 Bs.
- Tambor de fibra de vidrio con sistema de ruedas. 20825 a 21025 Bs.
- Tambor de fibra de vidrio con sistema de rodillos. 35000 Bs.

EQUIPO TIPO D

COSTO DE MATERIALES

- Costo del Tambor de Compostación:
  - . Tambor de hierro comprado en el mercado (incluye el costo de las 3 paletas de hierro de sección rectangular y su fijación, y la perforación de los fondos del tambor). 35000 Bs.
  - . Tambor de hierro galvanizado comprado en el mercado (incluye el costo de las 3 paletas de hierro de sección rectangular y su fijación, y la perforación de los fondos del tambor). 38000 Bs.
  - . Tambor de poliester reforzado con fibra de vidrio (el tambor tiene las paletas fijadas y los fondos perforados). 36000 Bs.

- Costo del Sistema de Rotación:
  - . Sistema de ruedas

    14 ruedas de metal con poliuretano de Ø = 4 pulg (este precio incluye el costo del elemento de soporte de cada una de las ruedas) 2800 Bs.
  - . Sistema de rodillos consta de 5 rodillos con

sus respectivas rolineras y de diámetro 5 cm. En este precio, además del costo de los rodillos se incluye el costo de la fabricación de la base y fijación de los rodillos. 20000 Bs.

- Costo del Sistema de Soporte:

  Este costo sólo se aplica en el caso de usarse el sistema de ruedas como sistema de rotación.

  Base de hierro formada por:

  . Tubos de sección rectangular 2 pulg x 1 pulg. (No es recomendable por ser la carga elevada).

  . Angulos "L" de 4 pulg. x 4 pulg. y de espesor 3/8 pulg. de espesor. 720 Bs.

  . Vigas de sección "I" de 8. 510 Bs.

El Costo de los Materiales, dependiendo del material del tambor y del sistema de rotación usado, será:

- Tambor de hierro con sistema de ruedas. 38310 a 38520 Bs.
- Tambor de hierro con sistema de rodillos múltiples. 55000 Bs.
- Tambor de hierro galvanizado con sistema de ruedas. 41310 a 41520 Bs.
- Tambor de hierro galvanizado con sistema de rodillos. 58000 Bs.

- Tambor de fibra de vidrio con sistema de ruedas. 39310 a 39520 Bs.
- Tambor de fibra de vidrio con sistema de rodillos múltiples. 56000 Bs.

COSTO DE MANO DE OBRA

El costo de mano de obra se estima como el 25% del costo de los materiales utilizados en la fabricación de la base y sistema de rotación, únicamente cuando el sistema de rotación son ruedas y esto por las razones ya expuestas en el Equipo Tipo B.

El Costo de Mano de Obra está comprendido entre: 830 Bs y 880 Bs.

COSTO DIRECTO TOTAL DE FABRICACION

El costo total es para el caso de:

- Tambor de hierro con sistema de ruedas. 39140 a 39400 Bs.
- Tambor de hierro con sistema de rodillos. 55000 Bs.
- Tambor de hierro galvanizado con sistema de ruedas. 42140 a 42400 Bs.
- Tambor de hierro galvanizado con sistema de rodillos. 58000 Bs.

- Tambor de fibra de vidrio con sistema de ruedas. 40140 a 40190 Bs.
- Tambor de fibra de vidrio con sistema de rodillos. 56000 Bs.

En la Tabla 12 se presenta un resumen del costo directo de fabricación para cada tipo de equipo.

COSTO DE RECUBRIMIENTO ANTICORROSIVO Y AISLAMIENTO TERMICO APLICADO A TAMBORES METALICOS

RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS

Los recubrimientos más usados en el mercado se presentan en la Tabla 12. Las características particulares de cada uno de ellos se indican en el Anexo C.

TABLA 13

COSTO DE ALGUNOS TIPOS DE RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS

Tipo de recubrimientos	Precios (Bs./galón)	Rendimiento (m^2/galón)
MONTANA		
Momprotec		
Fondo Cromato 991	124,45	40
MONTANA		
Monprotec		
Fondo Cromato 992	154,40	40
MONTANA		
TC-30		
Protecto metal	101,70	50
INTERNACIONAL		
Interprime		
Fondo anticorrosivo	129,80	40

Cont. Tabla 13.

Tipo de recubrimientos	Precios (Bs./galón)	Rendimiento (m^2/galón)
INTERNATIONAL		
Interprime Amarillo		
Fondo Cromado de Zinc	115,40	35
INTERNATIONAL		
Minio Rojo Oxido	103,40	40
INTERNATIONAL		
Kromick Metal Primer	103,45	40
SHERWIN WILLIAMS		
Ferro Protector Rojo	97,75	40
TECNOCONCRET C.A.		
Epocret V		
Recubrimiento Epóxico	815	12
TECNOCONCRET C.A.		
Epocret 400		
Cubrimiento Epóxico	435	30
TECNOCONCRET C.A.		
Epocret II		
Recubrimiento Epóxico	815	10

AISLAMIENTOS TERMICOS

Como aislamiento térmico, el material más recomendable es la madera debido a que posee buenas características como aislante y además, se

consigue fácilmente en el mercado. No existe la necesidad de que la madera sea de buena calidad; también se puede utilizar la más barata como la usada para los encofrados en la industria de la construcción, cuyo precio en el mercado es de 5000 Bs/m^3 si el espesor es 15 mm. En la Tabla 13 se presenta el costo aproximado de la madera a invertir en cada tipo de equipo.

TABLA 14

COSTO DE LA MADERA REQUERIDA PARA AISLAR EL TAMBOR METALICO DE LOS DIFERENTES EQUIPOS

Tipo de Equipo	*Volumen de madera (m^3)*	*Costo de la madera (Bs)*
A	0,02	100
B	0,1	500
C	0,5	2500
D	1	5000

5.2 COSTO DE LOS SISTEMAS DE MEDICION

TABLA 15

COSTO DE ALGUNOS APARATOS DE MEDICION

Aparato de Medición	Precio (Bs.)
Termómetro	230
Registrador continuo de temperatura (Figura 34)	7000
Analizador de pH de 2 puntas (Figura 35)	110
Medidor de salinidad de 2 puntas (Ver Anexo B.....)	110
Medidor de proporción de un micronutriente de 2 puntas. (Ver Anexo B .....)	110
Medidor de humedad de 1 punta, marca Brannan.	165

5.3 COSTO DE LOS MECANISMOS AUXILIARES

TABLA 16

COSTO DE ALGUNOS IMPLEMENTOS DE TRABAJO

Implementos de Trabajo.	Precio (Bs.)
Máquina cortadora-desmenuzadora marca Chipper Motor Gasolina, 10 HP (Figura 32).	15048
Carretilla con rueda de goma (Figura 33).	250
Pala plana de borde recto y de mango en "D" (Figura 33)	60
Tenedor recto de cuatro puntas. (Figura 33)	60
Hacha (Figura 33)	40

CAPITULO VI:

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.- Se cumplió el objetivo perseguido con este trabajo, que era el diseño de equipos destinados a producir compost en forma acelerada basados en una tecnología intermedia, sencilla, poco costosa, con materiales locales y de uso local. Adicionalmente a esto, se logró la construcción y puesta en funcionamiento de un prototipo de capacidad 200 litros que permitió acotar los parámetros involucrados en el proceso de compostación.

2.- El proceso de compostación es factible que ocurra en tambores rotatorios de capacidad 200 litros debido a que en las pruebas realizadas se presentó un aumento de temperatura; pero como este incremento no fue continuo sino que por el contrario permaneció estático, se recomienda el uso adicional de un aislamiento como la madera (de baja o mediana calidad) que impida la fuga del calor desde el centro del tambor hacia el exterior del mismo.

3.- Si la reacción ocurrió en un tambor de 200 litros, las posibilidades de que suceda lo mismo en tambores de mayor capacidad aumentan debido a que la relación área-volumen es mayor.

Sin embargo, para tambores de capacidad menor de 200 litros el método breve con tambores rotatorios ya no es aplicable, pues la reacción de compostación sería demasiado lenta y además, no se justificaría la inversión en el equipo habiendo la alternativa más económica de utilizar un tambor o pila estacionaria.

4.- Analizando la Tabla 12, que presenta un resumen del costo directo de fabricación para los diferentes tipos de equipos, se observó que:

- A medida que aumenta la capacidad del tambor, en el caso de poliester reforzado con fibra de vidrio, el incremento que sufre el costo directo total se va haciendo menor, comparándolo con el de los otros materiales.

- Cuando el sistema motor es rodillos múltiples el costo directo de fabricación siempre es el más alto, debido a su inversión inicial. Sin embargo, a largo plazo resulta más económico porque la posibilidad de que los rodillos se dañen es muy poca y por lo tanto el costo de mantenimiento por reposición es prácticamente nulo.

- Cuando el sistema motor está formado por ruedas, la inversión inicial requerida es bastante menor que en el caso anterior; sin embargo a largo plazo el costo de mantenimiento es mayor por las continuas reposiciones de ruedas que se requieren debido a la acción del peso del tambor, sobre todo en los equipos de mayor capacidad (5000 y 10000 litros).

5.- Un análisis y evaluación económico operativo más profundo de los modelos diseñados, ya no formaría parte del objetivo de este trabajo por lo que se recomienda su elaboración en proyectos posteriores.

6.- Una vez finalizado este trabajo, es necesario algo más que hacer realidad las ideas expuestas. Ese algo más sería crear conciencia de que "la Basura es un Tesoro". La materia orgánica comienza a ser importante en la vida del hombre después de un proceso de aprendizaje en donde están presentes el descubrimiento, la exploración y la creatividad.

Ya no se puede, simplemente, tolerar la basura. Ha concluido el tiempo en que el hombre puede botar tantas cosas en la tierra. Este es el momento para que todos descubramos los grandes beneficios de las pequeñas cosas terrestres, como el hacer compost.

BIBLIOGRAFIA

CARTA ECOLOGICA N° 13: "El Huerto Familiar en armonía con el ambiente". Julio-Agosto 1983.

CENTRO DE RECICLAJE Y AGRICULTURA URBANA. Curso de Formación de Instructores en Reciclaje de la Basura y Agricultura Urbana: "Manual del Compostero". 1983.

EICHER, Arturo: "Conservación". Tomo I. Universidad de Los Andes. Mérida 1965.

ENCICLOPEDIA SALVAT DE LAS CIENCIAS. Salvat, S.A. de Ediciones Pamplona. Tomos 1, 2 y 18.

FUNDACION DE EDUCACION AMBIENTAL. Revista Ambiente N° 1 y 2: "La Basura". 1981.

FUNDACION SERVICIO PARA EL AGRICULTOR. "Fertilizantes y Fertilización". Serie Petróleo y Agricultura N° 2, 1982. págs. 9-12.

GOTAAS, HAROLD B. "Composting" . Organización Mundial de la Salud. Génova . 1956.

IMAU. Gerencia de participación ciudadana y educación permanente. Curso de instructores ambientales en la instalación de composteros: "Reciclaje de materia orgánica y fabricación de compost". Caracas, 1985.

JACOB, A. y VEXKÜLL, H. VON. "Nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales". Ediciones Euro-Americanas. 4ta. Edición, 1973. págs. 552-563.

MILLAR, C.E. "Fertilidad del Suelo". Salvat Editores, S.A., Colección Agrícola, 1era. Edición, 1964. Capítulos: VI - XIV.

RODALE, J.L. "Fertilizantes Orgánicos". Editorial Tres Emes, 1946. Capítulos: I - IX.

RUSSELL, E. John y RUSSELL, E. Walter. "Las condiciones del suelo y el desarrollo de las plantas". Editorial Aguilar, S.A., Madrid-España, 1954. Capítulos: 1, 13, 14 y 15.

SANCHEZ, Félix Miguel. "Procesos Intermedios en la manipulación de residuos sólidos XV (Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria. 20 al 25 de junio 1976. Buenos Aires - Argentina.

SELKE, W. "Los Abonos". Editorial Academia. 4ta. Edición, 1968. Capítulo 2.

SEYMUR, John. "Guía práctica ilustrada para la vida en el campo". Tomo II: Horticultor Autosuficiente. Editorial Blume. Págs. 83-90.

SUAREZ, Ofelia. "La Basura es un Tesoro". Centro de Reciclaje y Agricultura Urbana. 1981.

GLOSARIO

ADSORCION: Es un fenómeno superficial en el cual las moléculas de todas las sustancias fluidas son atraídas por la superficie sólida. Se establecen enlaces entre estas superficies y las moléculas de la fase fluida. En muchos casos, si el sólido es poroso, los gases y los líquidos penetran en el interior del mismo y este fenómeno recibe el nombre de ABSORCION. La diferencia entre adsorción y absorción consiste esencialmente en que en el primer fenómeno existen enlaces entre el sólido y las moléculas del fluido y no así en el segundo.

ALCALOIDE: Es una entidad química vegetal compleja. Es una base oleosa o cristalina que contiene nitrógeno y es fisiológicamente activa.

CELULOSA: Hidrato de carbono insoluble en agua, polímero del almidón y que forma parte de los vegetales como constituyente fundamental de la membrana de la célula vegetal. Su fórmula química es $(C_6H_{10}O_5)_n$ siendo "n" el número de moléculas de glucosa.

CERA: Es aquella en la cual los ácidos grasos superiores se encuentran esterificados con un alcohol monofuncional pero con numerosos átomos de carbono.

CISTEÍNA: Aminoácido portador de azufre constituyente de muchas proteínas vegetales. La cistina también pertenece a este grupo de aminoácidos. La fórmula química de la cisteína es $C_3H_7NSO_2$ y la de la cistina $C_6H_{12}N_2S_2O_4$.

COLOIDE: Cuerpo que al disgregarse en un líquido se divide en partículas pequeñísimas que no se disuelven sino que quedan en suspensión.

COMPOST: Fertilizante natural, humus elaborado por el hombre a partir de residuos orgánicos y a través de la técnica de los composteros.

HEMICELULOSA: Polisacárido que puede estar formado por una condensación de pentosas o hexosas (monosacáridos) o una mezcla de ellas con ácidos urónicos (tienen la estructura de un azúcar con un grupo de aldehído en el primer carbono y un grupo carboxilo en el sexto. Es un constituyente de la membrana celular.

HUMUS: Capa vegetal del suelo compuesta primordialmente de material vegetal descompuesto. Es un complejo o una mezcla resistente de sustancias oscuras o negruzcas, amorfas y coloidales que se han modificado a partir de los tejidos orgánicos o han sido sintetizadas por los organismos del suelo.

LECITINA: Sustancia parecida a la grasa pero que contiene en vez de una molécula de ácido graso, un grupo constituido por el ácido fosfórico esterificado con un componente básico. Está dotada de un gran poder tampón, es muy higroscópica, por lo que se mezcla bien aunque no se disuelva con los disolventes acuosos, de manera que forma dispersiones coloidales. Tiende a unirse en forma ordenada en presencia de agua.

LIGNINA: Importante constituyente de los tejidos vegetales segregado por el citoplasma de la célula. Comparándola con la celulosa resulta bastante más resistente al ataque de los microorganismos. Los productos de la degradación de la lignina son importantes en la síntesis del humus.

LÚPULO: Planta herbácea de fruto en forma de piña y aromático qe se utiliza para la fabricación de la cerveza.

METODOS NATURALES DE LA AGRICULTURA: Conjunto de metodologías aplicadas a la producción vegetal o animal que surgen en diferentes épocas, en contextos socio-históricos también diferentes y los cuales tienen características y terminología propias que las distinguen entre sí; no obstante, mantienen estrechas relaciones y poseen aspectos que les son comunes.

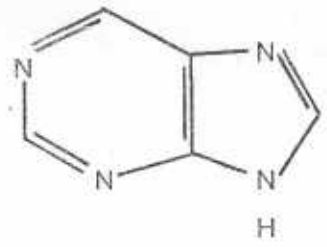
MERCAPTANO: es un Tioalcohol, es decir, su fórmula es análoga a la de los alcoholes. El grupo funcional contiene azufre. Son generalmente líquidos y de olor muy desagradable. Se producen cuando la descomposición de la materia orgánica se realiza en condiciones anaeróbicas.

NITROSOCOCCUS: Organismos descomponedores pertenecientes a las bacterias heterótrofas. Debido a las enzimas producidas por este microorganismo los compuestos nitrogenados son degradados. El primer estado de degradación lleva a la formación de aminoácidos y en parte tam-

bién a la formación de amoníaco, nitritos y nitratos. A partir del amoníaco y a través de la acción oxidante del nitrosococcus se obtiene la formación del nitrato.

NITROSOMONAS: Organismos del mismo tipo que los nitrosococcus. La diferencia con éstos está dada por la producción de nitrito a partir de la acción oxidante del amoníaco.

PURINA: Compuesto heterocíclico nitrogenado constituyente de los ácidos nucleícos. Su fórmula química es:



RESINA: Componente del tejido vegetal que al devolverse al suelo es bastante resistente al ataque de los microorganismos transformadores. Es un producto derivado de la savia que segregan algunos vegetales particularmente los coníferos.

TURBA: Tipo de abono orgánico formado por la acumulación de residuos orgánicos parcialmente descompuestos.

UREA: Sustancia de fórmula química $CO(NH_2)_2$, que constituye la mayor parte de la materia orgánica contenida en la orina en su estado normal. Es el producto de la degradación de las albúminas. Es inodora e incolora.

A N E X O S

ANEXO A

INFORMACION ADICIONAL UTILIZADA EN LA DETERMINACION DEL COSTO DIRECTO DE FABRICACION.

Los costos determinados en el Capítulo 5 se calcularon en base a los datos suministrados a continuación:

TAMBOR DE COMPOSTACION

TABLA 17

PRECIO DEL TAMBOR DE COMPOSTACION

Características del Tambor	Precio (*) (Bs./litro)
Tambor de hierro con cualquiera de las tapas presentadas en las Figuras 37 y 38.	0,3
Tambor de hierro con cualquiera de las tapas presentadas en las Figuras 40 y 41.	3,2
Tambor de hierro galvanizado con cualquiera de las tapas presentadas en las Figura 40 y 41.	4,2
Tambor de fibra de vidrio con cualquiera de las tapas presentadas en las Figuras 42 y 43.	3,6
Tambor de hierro con el modelo de tapa presentado en la Figura 44.	3,5
Tambor de hierro galvanizaco con el modelo de tapa presentado en la Figura 44.	5,8
Tambor de fibra de vidrio con el modelo de tapa presentado en la Figura 45.	3,6

(*) El valor presentado corresponde al tambor con sus paletas interiores y tapas, ya listo para utilizar.

SISTEMA DE SOPORTE

TABLA 18

COSTO DE LOS ELEMENTOS DE BASE

Elementos de la base de hierro	Precio (Bs./6 m de long.)
Tubo de sección rectangular de 2 pulg. x 1 pulg.	65
Angulo "L" 1 pulg. x 1 pulg. y 1/4 pulg. espesor	65
Angulo "L" 1½ pulg. x 1½ pulg. y 1/4 pulg. espesor	100
Angulo "L" 2 pulg. x 2 pulg. y 1/4 pulg. espesor	150
Angulo "L" 4 pulg. x 4 pulg. y 3/8 pulg. espesor	350
Viga de sección "I" de 8	250

ANEXO B

GENERALIDADES ACERCA DEL COMPOST

1.–Hojas de zanahoria	ricas en manganeso.
2.–Plantas de espinaca, de tabaco, y diente de león, aserrín y virutas de madera	ricas en cobre.
3.–Arvejas y hojas de melón.	ricas en cloro y cobalto.
4.–Monte, gamelote, "maleza"	ricas en hierro.
5.–Tallos de maíz y de arvejas, planta de "cola de caballo".	ricas en zinc.
6.–Algas, conchas marinas, caracoles agua de mar, harina de pescado, restos de todos los seres vivos que habitan en el mar.	abundante riqueza en micronutrientes.
Fuente: Datos obtenidos de la obra de Bordeaux Szekely, Edmond. "The book of minerals", 1975.	

Tabla 19. Algunos materiales ricos en micro-nutrientes

Materiales	Nitrógeno	Acido Fosfórico	Potasa
Alfalfa (planta)	2.45	0.50	2.10
Guano de Murciélago	1.12	2.5-16	3.10
Borra de Café	2.08	0.32	0.22
Semilla de Algodón	3.15	1.25	1.15
Garbanzo (semilla)	3.10	1.00	1.20
Medusa Sea	4.60		
Huevos	2.25	0.40	0.15
Plumas	15.30		
Restos de Pescado (nuevo)	7.76	13.00	0.38
Restos de Pescado (fresco)	2-7.5		
Pelo	12-16		
Pezuñas y cachos Pulverizados	10-15	1.5-2	
Cangrejo (seco y molido)	10		
Cuero (polvo de)	10-12		
Desechos de Langosta	4.50	3.50	
Maní (semilla)	3.60	0.70	0.45
Excremento de Palomo (fresco)	4.19	2.24	1.41
Desechos de Sardina	7.97	7.11	
Borra de Té	4.15		
Hojas de Tabaco	4.00	0.50	6.00
2. Materiales ricos en Acido Fosfórico			
Concha de Melón (cenizas)		9.77	12.21
Concha de Algodón (cenizas)		7.10	
Concha de Pepino		11.28	27.20
Excremento de Perro	1.97	9.95	0.40
Desechos de Pescado (nuevo)		13.00	0.38
Residuos de azúcar cruda	1.14	8.33	
Desechos de camarones	2.87	9.95	
Cabezas de Camarones	7.02	4.20	
Concha de Ostras Cernidas	0.36	10.38	0.09
Desechos de Sardina	7.97	7.11	
3. Materiales ricos en Potasio			
Cenizas de Caña de Azúcar			15.67
Cenizas de Concha de Manzana		3.8	11.74
Cenizas de Concha de Cambur		3.25	49.40
Cenizas de Concha de Melón		9.77	12.21
Cenizas de Tusas de Maíz			50.00
Cenizas de Concha de Algodón		8.70	23.93
Cenizas de concha de Pepino		11.28	27.20
Cenizas de Concha de grapefruit		3.50	30.60
Cenizas de Concha de Limón		6.30	31.00
Cenizas de Concha de Naranja		2.90	27.00
Cenizas de Concha de Papa		5.18	27.50
Cenizas de Concha de Batata Hervida		3.29	13.89

Datos Obtenidos de una compilación hecha por el departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Fuente: Rodale J. I. "Encyclopedia Of Organic Gardening and Farming" 1977: 797.99

Tabla 20. Materiales orgánicos ricos en micronutrientes y su porcentaje de composición

Materiales	Nitrógeno total (N)	Anhídrido fosfórico total (P_2O_5)	Potasa total (K_2O)	Óxido de calcio total (CaO)	Magnesia total (MgO)	Sulfato totales (SO_3)	Índice de acidez[2]	Índice de basicidad[3]
	%	%	%	%	%	%		
Subproductos animales								
Sangre seca	13,0	2,0	1,0	0,5	-	-	25	-
Ceniza de huesos	-	35,0	-	46,0	1,0	0,5	-	(*)
Huesos desnudos (superfosfato de huesos)	2,0	*15,0	-	25,5	0,5	27,0	0	0
Negro animal, usado	0,5	35,0	-	46,0	1,0	-	-	(*)
Harina de huesos, cruda	4,0	22,5	-	31,5	1,0	0,5	-	20
Harina de huesos, cocida al vapor	2,5	25,0	-	33,0	0,5	0,5	-	23
Desechos de cangrejos	4,5	5,5	0,5	28,5	1,0	1,0	-	(*)
Desperdicios de pescaderías, acidulados	6,0	6,0	-	8,5	0,5	4,5	5	-
Idem o harina de pescado, secos	9,5	7,0	-	8,5	0,5	0,5	5	-
Harina de pezuñas y cuernos	14,0	1,0	(*)	2,5	-	2,0	(*)	-
Desechos de langosta de mar	4,5	5,5	(*)	23,0	1,5	0,5	-	(*)
Langosta (acidido), seca	10,0	1,5	0,5	0,5	(*)	(*)	(*)	-
Camarón molido o desperdicios	7,0	4,0	1,0	7,5	-	(*)	(*)	-
Harina de estrella de mar	5,0	1,0	1,0	24,5	2,5	0,5	-	(*)
Residuos de mataderos	1,0	10,0	0,5	15,5	0,5	1,0	-	13
Idem, beneficiados	9,0	0,5	-	0,5	-	1,0	16	-
	%	%	%	%	%	%		
Guano o desechos de ballena	9,5	6,5	(*)	9,0	0,5	(*)	4	-
Estopa de lana	3,5	0,5	2,0	0,5	-	(*)	(*)	(*)
Excrementos								
Guano de murciélago	8,5	5,0	1,5	7,5	0,5	2,0	(*)	-
Guano del Perú	13,0	12,0	2,5	11,0	1,0	3,5	15	-
Estiércol (bolsiga) de ganado vacuno, seco	2,0	1,5	2,0	4,0	1,0	0,5	-	(*)
Estiércol de caballo, seco	2,0	1,5	1,5	1,5	1,0	0,5	-	(*)
Estiércol de cabra, seco	1,5	1,5	3,0	2,0	(*)	(*)	-	22
Gallinaza, seca	5,0	3,0	1,5	4,0	1,0	2,0	(*)	-
Estiércol de oveja, seco	2,0	1,5	3,0	5,0	2,0	1,5	-	(*)
Fango de aguas de cloaca colectadas, seco	2,0	2,0	-	2,5	0,5	0,5	(*)	-
Fango de aguas de cloaca colectadas "activado"	6,0	0,0	0,5	2,5	1,5	1,0	1,0	-
Residuos Vegetales								
Ceniza de cáscara de semilla de algodón	-	5,5	27,0	9,5	5,0	2,5	-	55
Ceniza de tallo de girasol	-	2,5	36,0	28,5	(*)	-	-	(*)
Ceniza de tabaco	-	3,0	23,0	27,0	6,0	5,5	-	(*)
Ceniza de leña, comercial	-	2,0	5,0	37,5	5,5	1,0	-	(*)
Pulpa de remolacha	5,5	1,5	1,5	0,5	0,5	-	6	-
Harina de cáscara de cacao en polvo	4,0	2,0	2,5	0,5	1,0	-	(*)	(*)
	%	%	%	%	%	%		
Residuos Vegetales								
Harina de cáscara de cacao	2,5	1,0	2,0	1,5	0,5	-	-	2
Harina de semilla de algodón (Scarnodina)	7,0	3,0	2,0	0,5	0,5	0,5	10	-
Desperdicios de cocina	2,5	3,0	1,0	4,5	0,5	1,0	-	7
Harina de cañamón	3,0	2,5	1,0	2,0	0,5	-	(*)	(*)
Algarrobas del Oceano Pac.	2,5	1,5	15,0	1,5	3,0	2,5	(*)	(*)
Harina de linaza	3,5	2,0	1,5	0,5	1,0	1,0	(*)	(*)
Harina de basa	2,5	1,0	2,5	-	0,5	(*)	(*)	(*)
Harina de cáscara de maní	3,0	1,5	1,5	0,5	0,5	1,5	(*)	-
Turba, desecada	2,0	-	-	1,0	0,5	0,5	(*)	(*)
Harina de coita	5,5	2,5	1,5	1,0	0,5	0,5	(*)	(*)
Algas, secadas	1,5	0,5	2,0	3,0	1,0	2,5	(*)	(*)
Hollín	1,5	0,5	0,5	3,0	1,0	6,0	(*)	-
Harina de soja	7,0	1,5	2,5	0,5	0,5	0,5	-	25
Tallos de tabaco	2,0	0,5	6,0	5,0	0,5	1,0	(*)	-
Harina de "Tung"	5,0	1,5	1,5	0,5	1,0	(*)		

* Contenido nulo o inferior a 0,5 por ciento.
1 La composición de las materias fertilizantes orgánicas es muy heterogénea. Las cifras dadas representan valores medios o típicos.
2 "Índice de acidez" es el número de partes en peso de carbonato cálcico ($CaCO_3$) necesarios para neutralizar la acidez originada por 100 unidades de materia fertilizante.
3 "Índice de basicidad" es el número de partes en peso de carbonato cálcico ($CaCO_3$) que ejerce la misma acción neutralizadora que 100 unidades de materia fertilizante.
4 Contiene alrededor del 12 por ciento de anhídrido fosfórico (P_2O_5) soluble.
5 Alcalino o básico.
6 Sin cierto de datos.
7 Ácido.
8 Algunos tallos son ácidos y otros básicos o alcalinos.
Seppo Ignatieff, V. A. Tsau, H. J. "El uso eficaz de los fertilizantes". Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma 1959.

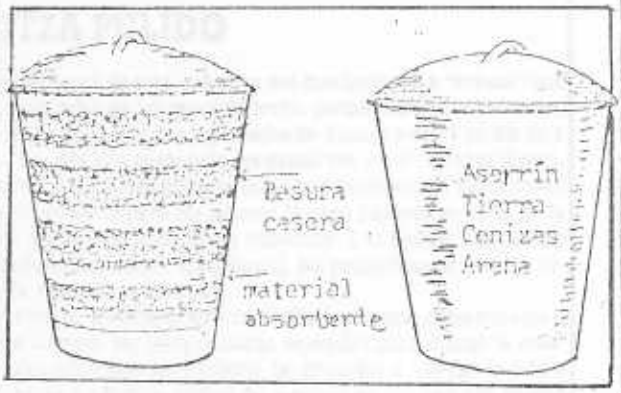
Fuente: «Las Condiciones del suelo, el desarrollo de las plantas». Walter y John Russell. 1954

Tabla 21. Composición aproximada de algunos materiales orgánicos

INFI
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES

Cómo hacer abono casero

Restos de comida, cáscaras de huevos, borra de café y hasta uñas y cabello, sirven para preparar una tierra rica y saludable para sus plantas



■ Preparación de compost en pipote de basura de plástico o galvanizado:

1º Se hacen huecos en el pipote en los costados y en el fondo utilizar un punzón caliente si el recipiente es de plástico.

2º Se coloca en el fondo una capa de 3 centímetros de ladrillo picado y encima, unos 10 centímetros de arena o aserrín. Esto permite el drenaje y la absorción de líquidos.

3º Es conveniente tener a mano una bolsa de tierra, aserrín y excrementos de animal (incluso los domésticos), para disponer con facilidad de la "capa seca".

4º Se coloca una capa de vegetal verde (sobras de lechuga, espinaca, hortalizas, grama cortada), de un máximo de 5 centímetros sobre todas las otras capas. Luego se ponen restos de comida (cáscaras de huevo, frutas, borra del café, té, huesos, molidos. No usar ni carne ni pescado). Se cubre con capa seca.

5º El material debe estar esponjoso y aireado. Combine siempre una capa húmeda con una seca, dejando esta última en la superficie. Se pueden agregar al compostero, pelos, uñas, restos de flores, viruta de lapices. Es importante picar bien los elementos, mientras más pequeños sean, el proceso será más rápido.

6º Dejar reposo un mes o dos, hasta que el material se vea y huela como tierra negra fresca de la montaña. Durante ese tiempo, el pipote se revalentará. Sería ideal agregarle antes a la mezcla alguna lombriz de tierra.

● Preparación de compost en una lata de leche:

1º se abren huecos al pote.

2º Se añaden los ingredientes, no importa que no sea en capas: basura casera, tierra, restos de comida y aserrín. Llenar, como mínimo, las dos terceras partes del recipiente.

3º Todos los días es conveniente sacudir la lata, para que se airee.

4º Si los elementos están bien picados, el compost puede estar listo en dos semanas.

■ Cómo usar el compost:

—Para construir un suelo viviente adecuado a las plantas, se debe mezclar con tierra y arena, pero esto es ya otra explicación.

—Para reforzar el suelo nutriente poner el compost en la superficie, con una cobertura de 5 a 7 centímetros.

—También puede utilizarse para regar, mezclando una parte de compost por cinco de agua. Revolver la mezcla con un palo: cuando se arme un "remolino" en el agua, girar en sentido contrario y así, cuantas veces se pueda. Esto da más energía al agua y es excelente para las plantas.

Figura 46. Cómo hacer abono casero

INSTITUTO NACIONAL DE HIPODROMOS

El Huerto Casero

Los problemas del compost

MARITZA PULIDO

Algunos lectores de esta columna me han invitado a "censar" sus compost realizados en los potes de leche, jardineras de los isleones, cajas de fruta, recipientes agujereados de basura y en el jardín de sus casas. Algunos han respetado las capas con los elementos descritos y el resultado ha sido óptimo. Otros han incorporado variaciones de su propia cosecha pero respetaron la capa húmeda seguida de la capa seca y han tenido un buen resultado. Los demás fracasaron pero se reacondicionaron. En general, los problemas se pueden resumir de la siguiente manera:

El exceso de aserrín dentro de la pila trae como consecuencia que esta no alcance las temperaturas deseadas para lograr la composición alto contenido en carbono. Se procedió a volcar la pila a otro recipiente y añadirle harina de semillas de algodón que poseen mucho nitrógeno. A medida que se volteaba se le añadía este elemento y se mojaba de agua. Los bordes se colocaron en el corazón de la pila y el centro a los lados, así como lo de arriba quedó abajo y viceversa.

En otro caso, los materiales contenidos en la pila colocada al aire libre resultaron empapados de agua lo que también dificultó su descomposición. En este caso se volteó la pila y se le añadieron mal cortados alimentos como aserrín, restos de leños de la parrilla, pasto picado y estacas. Al finalizar se cubrió el compost con colchas viejas, restos de pajas, bolsas plásticas y planas de cartón.

Otro compost situado al aire libre en un jardín y sin cubierta presentaba un fuerte olor a huevo podrido. El exceso de agua en la pila impidió la penetración de oxígeno y como consecuencia, permitió crecimiento desmesurado de bacterias anaeróbicas (que viven sin oxígeno) que son las que producen ese olor característico. La solución fue incorporarle a la pila materiales absorventes. El olor amoniacal lo produce el exceso de materiales ricos en nitrógeno como son los excrementos de animales domésticos colocados en grandes cantidades en este compost. La solución fue incorporarle desechos de cosecha picados, hojas secas picadas, restos de grama fresca, cipo de café para desodorizarla y aserrín para darle cierta acidez.

Los errores menos [illegible] fueron los realizados en los jardines que en algunos casos la pila compost alcanzó los 2 m. Es importante hacer notar que no estaban protegidos de las fuertes lluvias y que tampoco fueron colocadas las estacas en el tope de la pila que permiten la penetración del oxígeno y la aceleración del proceso de descomposición que va a producir el humus o abono orgánico.

Respuesta

La iniciativa del señor González de incorporar a su compost capas de yerbas aromáticas secas y molidas dio como resultado un compost perfumado que se sentía por todos los rincones del departamento. Felicitaciones.

Figura 47. Los problemas del compost

Aproveche su basura

Curso para Producir Abono Dictará el IMAU

El proyecto de Educación Permanente de la Gerencia de Participación Ciudadana del IMAU ha organizado un curso para enseñar a las personas a darle un racional uso a los residuos sólido orgánicos con los cuales pueden producir abono para sus plantas.

La información fue suministrada por el licenciado Luis Manuel Escalante, gerente de Participación Ciudadana, quien agregó que el referido curso será para la formación de instructores ambientales en instalación de composteros. Es decir, formar agentes multiplicadores, personas que posteriormente irán a las diferentes comunidades a impartir las enseñanzas recibidas.

Dicho curso se inició el sábado y se prolongará los tres sábados subsiguientes en la sede de dicha gerencia, ubicada en la avenida Lisboa con avenida París, quinta Rosa, California Norte.

Entre las materias que serían vistas están: "El Ambiente y su Deterioro" y "Manejo de Residuos Sólido" a cargo de la ingeniero Marisa Sosa, jefe del proyecto de Educación Permanente del IMAU; "El Reciclaje" por la ingeniero ambiental Urquía Pérez; "Reciclaje Orgánico", por Miriam Castellanos y Jesús Contreras, biólogos especializados en la materia; una vez que las participantes han aprendido a producir abono a partir de los residuos orgánicos, también verán materias prácticas que ayudarán a la mejor utilización de dicho aprendizaje tales como huertos familiares y huertos de balcón a cargo de Jesús Contreras y Luis Escalante; "Arborización", por Hernán Valecillos, especialista en el tema; "Participación Ciudadana y Educación Ambiental" a cargo de Dalia Plata, socióloga y del profesor José Luis Colmenares, con muchos años en la materia.

El curso es teórico-práctico y al final los alumnos estarán en capacidad de comprender la problemática ambiental y aportar soluciones. Asimismo tendrán los conocimientos necesarios para producir compost, a partir de los residuos orgánicos (basura). Se trata de un abono natural no contaminante que combinado con tierra da excelentes resultados para las plantas.

Figura 48. Artículo del "Universal"

23-7-85

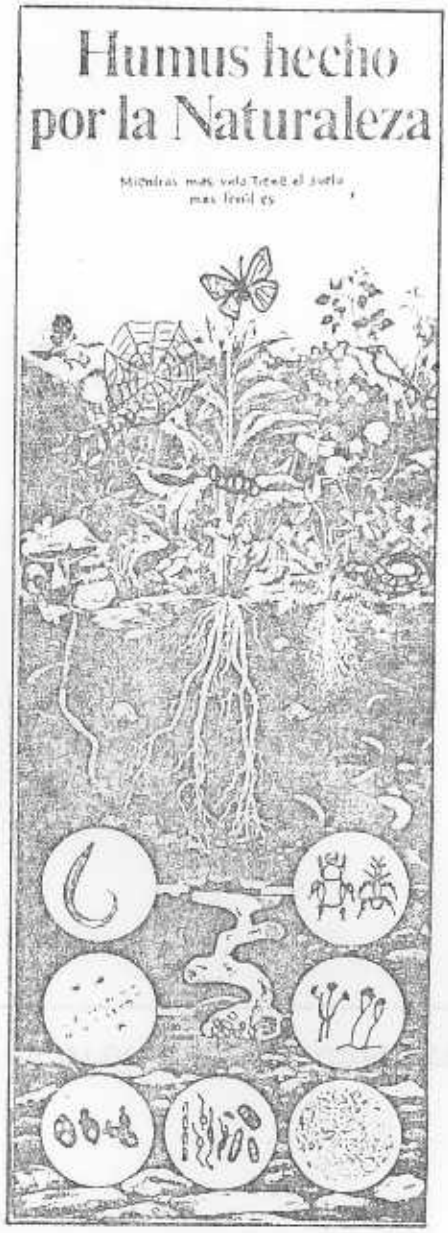


Figura 51. Humus hecho por la Naturaleza

ANEXO C

CATALOGOS DE ALGUNOS COMPONENTES DE LOS DISEÑOS

ANEXO C.1

REFERENTE AL TAMBOR DE COMPOSTACION

NUEVO PROCESO EN LA FABRICACION DE TANQUES/FIBERGLAS

Para almacenar agua y productos medianamente corrosivos

CAPACIDAD (Lts.)	DIAMETRO (Mts.)	ALTURA (Mts.)	PRECIO (Bs.)	Bs./Lts.
5.600	1.60	2.92	7.560,00	1.35
9.000	2.00	3.05	11.250,00	1.25
14.500	2.50	3.18	17.400,00	1.20
16.800	2.00	5.53	19.320,00	1.15
20.500	3.00	3.28	20.500,00	1.00
26.500	2.50	5.68	25.175,00	0.95
38.500	3.00	5.78	34.650,00	0.90

- CON CONEXIONES DE ENTRADA, SALIDA Y BOCA DE VISITA
- GARANTIA ESCRITA POR 5 AÑOS

Fabricado por:

RESIN-GLAS INDUSTRIAL C.A.

ANEXO C.2

REFERENTE A RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS

TECNOLOGIA DEL COLOR

MONTANA

1.77
Anula toda publicación anterior.
Consulte su representante Montana
para recomendaciones de los productos.

F5-3

MONPROTEC FONDO MINIO 991

REFERENCIA 379-301

Es un concepto nuevo de fondo anticorrosivo para la protección total de hierro y acero.

Su extraordinario poder penetrante permite que los pigmentos se introduzcan en los poros del metal formando una película firmemente adherida, cuya densidad sella la superficie eficazmente contra la humedad, el salitre, o cualquier otro agente causante de corrosión.

El pigmento de minio, en este caso, no está recubierto por ningún otro pigmento. Por esta razón MONPROTEC FONDO MINIO debe ser utilizado, exclusivamente, como imprimación protectora contra la corrosión, base de otra pintura y no como acabado final, ya que expuesto a la luz solar pueden sufrir alteraciones las partes que la reciben. Los productos mas adecuados como acabado sobre el FONDO MINIO 991 son los de la línea MONPROTEC, en sus diferentes colores.

ORIENTACION DE USO

En la formulación del FONDO MINIO 991 interviene, básicamente, minio de primera calidad como pigmento anticorrosivo, teniendo como vehículo base resina sintética no reactiva en combinación con aceite de linaza. El aceite de linaza tiene la misión de penetrar en los poros de la superficie y eliminar los restos de aire o humedad que pudieran quedar en la misma.

Una vez seco se obtiene perfecta adherencia y constituye una base anticorrosiva óptima para aplicar posteriormente las manos necesarias de acabado final.

El FONDO MINIO 991 se puede utilizar para uso general en mantenimiento y conservación, tanto para superficies interiores como exteriores.

Las superficies nuevas deben estar limpias y libres de herrumbre, suciedad y grasa. La primera mano se debe aplicar con brocha para asegurar una buena penetración en la superficie. Cuando se trate de repintar superficies, la imprimación se aplica sobre aquellas áreas donde el metal haya quedado al desnudo. En este caso se recomienda una buena limpieza siendo preferible efectuarla mecánicamente con cepillo de alambre, rasqueta, o papel de lija; únicamente cuando la superficie esté completamente libre de óxido de hierro y limpia, debe aplicarse una o dos manos de FONDO MINIO 991. Recuerde siempre que, dos manos ejercen doble protección que una.

TECNICAS DE APLICACION

A. TIPO DE SUPERFICIE	Hierro y acero.
B. PREPARACION DE LA SUPERFICIE	Básicamente debe estar limpia y seca, libre de óxido, grasa, pintura suelta o en mal estado. Se obtienen óptimos resultados limpiando las superficies con chorro de arena o cepillos eléctricos y/o manuales.

C. APLICACION	Preferentemente con brocha o pistola convencional De Vilbiss o similar M.B.C. 510, 704E, 765E, y 78E. Para grandes trabajos también se puede usar el equipo Airless apropiado a las condiciones del mismo.
D. ESPESOR SECO DE LA PELICULA	Entre 1 y 1.5 mils máximo (25 a 38 micrones).
E. SOLVENTE / DILUYENTE	Para aplicación con brocha: MONSOLVENT 004-010. Pistola: SOLVENTE SINTETICO 003-010. Airless: No se diluye.

CARACTERISTICAS TECNICAS FISICAS

1. TIPO	Fondo Anticorrosivo a base de Minio.
2. COLOR	Anaranjado.
3. BRILLO	Semi-mate.
4. VEHICULO	Resina Alquídica modificada con aceite.
5. PIGMENTO	Minio, Dióxido de Titanio y Silicatos.
6. % SOLIDOS POR VOLUMEN	58% ± 1.
7. VISCOSIDAD ORIGINAL	85 K. U. ± 5 (Unidades Krebs).
8. SOLVENTE	Hidrocarburos Aromáticos y Alifáticos.
9. SECAMIENTO	Al tacto: 4 horas. Seco y para repintar: Al día siguiente.
10. RENDIMIENTO	40 m2 por galón y mano, dependiendo de la técnica de aplicación, tipo de sustrato y condiciones del trabajo.

VARIOS

Use brochas de calidad CERDEX, limpias y sin residuos de pintura vieja. Los rodillos deben estar limpios, suaves y parejos.

TECNOLOGIA DEL COLOR
MONTANA

1.77
Anula toda publicación anterior.
Consulte su representante Montana
para recomendaciones de los productos.

F5-4

MONPROTEC FONDO CROMATO 992

REFERENCIA 379-701

Este excelente fondo universal pertenece a la Línea MONPROTEC aunque puede usarse debajo de acabados tales como: MONRAPID, AV-2000 SUPER ESMALTE MONTAFIX, AV-2000 SUPER ESMALTE SATINADO, Aluminios, etc.; su secamiento es relativamente rápido y de gran penetración en los poros del metal. Sus cualidades pasivantes y anticorrosivas se manifiestan en ambientes húmedos.

Contiene como pigmento principal cromato de zinc, en combinación con óxido de hierro y aditivos, que aumentan su impermeabilidad.

ORIENTACION DE USO

MONPROTEC FONDO CROMATO es usado para la protección de superficies expuestas a severas condiciones tales como elevado grado de humedad, concentraciones, agentes químicos, incluyendo gases industriales. Su uso está indicado en industrias donde la atmósfera está cargada de humo, gases de productos químicos y en la conservación de instalaciones costeras expuestas al agua salada y la brisa marina. Las materias inertes de que está compuesta garantizan un endurecimiento lo suficientemente fuerte para hacerlas resistentes a la abrasión producida por el polvo, salitre, arena y otras materias que arrastra el viento.

FONDO CROMATO 992 puede ser usado como imprimación y acabado final en instalaciones donde la temperatura no exceda 80ºC = 176ºF como estructuras de hierro o acero, depósitos etc.

TECNICAS DE APLICACION

A. TIPO DE SUPERFICIE	Hierro, acero, aluminios y otras aleaciones livianas.
B. PREPARACION DE LA SUPERFICIE	Básicamente debe estar limpia y seca, libre de óxido, grasa, pintura suelta o en mal estado. Se obtienen óptimos resultados limpiando la superficie con chorro de arena o, con cepillos eléctricos y/o manuales.
C. APLICACION	Preferentemente con brocha o pistola convencional De Vilbiss o similar M.B.C. 510, 704E, 765E ó 78E. Para grandes trabajos también se puede usar el equipo Airless apropiado a las condiciones del mismo.
D. ESPESOR SECO DE LA PELICULA	Entre 1 y 1.5 mils máximo (25 a 38 micrones).

E. SOLVENTE / DILUYENTE	Para aplicación a brocha: MONSOLVENT 004-010. Pistola: SOLVENTE SINTETICO 003-010. Airless: No se diluye.

CARACTERISTICAS TECNICAS FISICAS

1. TIPO	Fondo Anticorrosivo.
2. COLOR	Castaño Oscuro.
3. BRILLO	Mate Sedoso.
4. VEHICULO	Resina alquídica modificada con fenólicas y aceite secante.
5. PIGMENTO	Cromato de Zinc, Grafitos, inertes etc.
6. % SOLIDOS POR VOLUMEN	50% ± 1.
7. VISCOSIDAD ORIGINAL	70 K. U. ± 5 (Unidades Krebs).
8. SOLVENTE	Hidrocarburos aromáticos y alifáticos.
9. SECAMIENTO	Al tacto: 30 minutos. Seco para repintar: 6 horas.
10. RENDIMIENTO	40 m2 por galón y mano, dependiendo de la técnica de aplicación, tipo de sustrato y condiciones del trabajo.

VARIOS

Use brochas de calidad CERDEX, limpias y sin residuos de pintura vieja. Los rodillos deben estar limpios, suaves y parejos.

MONTANA

1.77
Anula toda publicacion anterior.
Consulte su representante Montana
para recomendaciones de los productos.

F5-23

TC-30 PROTECTO METAL

REFERENCIA 376-300

Este Fondo Anticorrosivo de secamiento rápido, produce películas duras sobre superficies metálicas expuestas a la oxidación del ambiente, tanto en exteriores como en interiores de puertas, ventanas, puentes, etc.

El TC-30 PROTECTO METAL tiene propiedades antioxidantes y buena resistencia a la abrasión, recomendándose su aplicación preferentemente a brocha. En general, basta una limpieza razonable de la superficie metálica.

ORIENTACION DE USO

1. El TC-30 PROTECTO METAL es una pintura protectora para ser usada como fondo y solamente requiere una razonable limpieza de la superficie.
2. Su uso es general sobre el metal limpio y seco.

SISTEMAS DE APLICACION

1. Para uso en exteriores (por ejemplo puentes) debe hacerse una buena limpieza de la superficie. Para interiores o semi-intemperie (puertas, ventanas) es aconsejable una buena limpieza, aunque aquí es menos crítica.
2. Para aplicación a brocha redúzcase con MONSOLVENT 004-010 y para aplicación a pistola con SOLVENTE SINTETICO 003-010.
3. Esperar 18 horas para aplicar la segunda mano.

CARACTERISTICAS TECNICAS FISICAS

1. TIPO	Aceites y Resinas Sinteticas.
2. ASPECTO DE LA PELICULA	De mediano brillo.
3. COLOR	Rojo.
4. VEHICULO	Aceites y Resinas Sintéticas.
5. PIGMENTOS	Oxido de hierro.
6. % SOLIDOS POR VOLUMEN	27%.
7. VISCOSIDAD	65 - 70 (Unidades Krebs).
8. PUNTO DE INFLAMACION	25°C = 77°F.
9. SECAMIENTO	Libre de polvo: hora y media. Seca: 8 horas. Repintado: 18 horas.

F3 - 23
Hoja - 2

10. RENDIMIENTO	50 m2 por galón y mano, dependiendo del color, técnica de aplicación, condiciones del trabajo y tipo de sustrato.
11. RESISTENCIA A	Intemperie en general: Puertas, ventanas, estructuras, puentes.

VARIOS

Use brochas de calidad CERDEX, limpias y sin residuos de pintura vieja. Los rodillos deben estar limpios, suaves y parejos.

MONTANA

1.77
Anula toda publicacion anterior.
Consulte su representante Montana
para recomendaciones de los productos.

F5-10

CROMATO DE ZINC PARA FONDO Q.D.

REFERENCIA 860-210

Es un fondo de secamiento rápido, efectivo contra la corrosión por su alto poder inhibitivo.

La formulación, a base de pigmentos de cromato de zinc y óxido de hierro dispersos en un vehículo especial, permite una acción combinada que inhibe y sella la oxidación, resultando un producto de excepcional rendimiento cuando se utiliza como imprimador de superficies de hierro y acero así como de aluminio y otras aleaciones livianas.

ORIENTACION DE USO

Superficies interiores y exteriores así como inmersión en aguas dulces y saladas. Hierro y acero estructural. Maquinarias y equipos industriales y agrícolas. Marcos y puertas de hierro, postes, tanques (exterior), cascos de barcos y otras superficies expuestas a las mas severas condiciones ambientales y de uso.

TECNICAS DE APLICACION

A. TIPO DE SUPERFICIE	Hierro y acero. Hierro galvanizado, aluminio y otras aleaciones livianas.
B. PREPARACION DE LA SUPERFICIE	Los metales deben estar perfectamente secos, libres de pintura vieja, grasas y óxidos.
C. APLICACION	Brocha o pistola convencional de Vilbiss o similar M.B.C. 510, 704E, 765E ó 78E. Para trabajos extensos también se puede usar el equipo airless apropiado a las condiciones del mismo.
D. ESPESOR SECO DE LA PELICULA	Para hierro y acero: 1-1.3 mils (25-35 micrones). Para aluminio: 0.7 - 0.9 mils (17.5 - 22.5 micrones).
E. SOLVENTE / DILUYENTE Y VISCOSIDAD	Para brocha: MONSOLVENT 004-010, aún cuando se recomienda aplicar el producto sin diluir. Para pistola: Agregar aproximadamente 10-15% de SOLVENTE SINTETICO 700-010 hasta llegar a una viscosidad de 20" FC4 - 2" a 25ºC.

SISTEMAS DE APLICACION

Sobre superficies arenadas es preferible utilizar pistola, mientras que se recomienda la brocha cuando exista excesiva porosidad o erosión del metal. Cuando no sea posible un arenado se deben eliminar el óxido y las conchas de pintura vieja que no estén perfectamente adheridas, mediante espátula, rasqueta o cepillos de alambre eléctrico o manual. Remover todo el aceite, grasas o materias extrañas con solventes. Asegúrese que la superficie esté completamente seca antes de aplicar CROMATO DE ZINC PARA FONDO

FS - 10
Hoja - 2

Las características particulares de este fondo lo hacen muy útil para ser usado sobre aluminio, donde es difícil obtener buena adherencia. Se aplica en una capa muy delgada, especialmente cuando se piensa seguir con el fondo y lacas nitrocelulósicas.

Sobre este excelente CROMATO DE ZINC se aplica, ventajosamente, cualquier sistema de pintura, como por ejemplo:

El sistema de fondo y acabado MONPROTEC.
Sistema de fondos y esmaltes marinos.
Sistemas convencionales de óleos, esmaltes y aluminios.
Acabados SYNREX y lacas Nitrocelulósicas. En estos dos casos se debe esperar el secamiento perfecto del CROMATO DE ZINC, mínimo 5 horas.

CARACTERISTICAS TECNICAS FISICAS

1. TIPO	Fondo anticorrosivo sintético.
2. COLOR	Amarillo.
3. BRILLO	Semi-Brillante.
4. VEHICULO	Resinas fenólicas modificadas con aceites secantes.
5. PIGMENTOS	Cromato de Zinc, Dióxido de Titanio y Oxido de Hierro.
6. % SOLIDOS TOTALES POR VOLUMEN	38.5%.
7. VISCOSIDAD ORIGINAL	65 - 70 K. U. (Unidades Krebs).
8. SECAMIENTO	Al tacto: 30 minutos. Seco para segunda mano: 3 horas. Inmersión: 24 horas, mínimo.

VARIOS

Use brochas de calidad CERDEX, limpias y sin residuos de pintura vieja.

TECNOLOGIA DEL COLOR
MONTANA

1.77
Anule toda publicación anterior.
Consulte su representante Montana
para recomendaciones de los productos.

F5-11

MINIO PARA FONDO Q.D.

REFERENCIA 333-310

Es un fondo anticorrosivo de alta penetración, indicado por su elevado contenido de minio de plomo para la protección de estructuras metálicas de hierro y acero en ambientes exteriores normales o de elevada humedad.

El color rojo teja en la formulación aumenta sus cualidades de resistencia a la intemperie, al mismo tiempo que proporciona cubrimiento por opacidad en una sola mano.

ORIENTACION DE USO

Estructuras metálicas de hierro y acero en general, expuestas o no a la intemperie y a la elevada humedad relativa atmosférica.

MINIO PARA FONDO Q. D. da una protección eficaz a materiales sometidos a la abrasión, al manejo durante el proceso de ensamblado (Puentes, tuberías, estructuras de galpones industriales, etc.) o que deban estar largo tiempo en el campo antes de recibir el acabado final.

TECNICAS DE APLICACION

A. TIPO DE SUPERFICIE	Hierro y acero estructural.
B. PREPARACION DE LA SUPERFICIE	Básicamente debe estar limpia y seca, libre de óxido, grasa, pintura suelta o en mal estado. Se obtienen óptimos resultados limpiando la superficie con chorro de arena o, en su defecto, con cepillos de acero eléctricos o manuales.
C. APLICACION	Preferiblemente con brocha, pistola convencional De Vilbiss o similar M.C.B. 510, 704E, 765E o 78E.
D. ESPESOR SECO DE LA PELICULA	1.5 mils (38 micrones).
E. SOLVENTE / DILUYENTE	Para aplicación con brocha: MONSOLVENT 004-010, aún cuando no se recomienda diluir. Pistola: diluir con 10-15% de SOLVENTE SINTETICO 004-010 y hasta lograr una viscosidad de 22" FC4 ± 2" a 25°C.

Se aplica preferentemente con brocha; sinembargo, también el uso de la pistola garantiza su buena penetración e imprimación. La segunda mano puede aplicarse después de 8 horas. Este fondo es compatible con los acabados convencionales de óleo, esmaltes y aluminios.

FS - 10
Hoja - 2

Las características particulares de este fondo lo hacen muy útil para ser usado sobre aluminio, donde es difícil obtener buena adherencia. Se aplica en una capa muy delgada, especialmente cuando se piensa seguir con el fondo y lacas nitrocelulósicas.

Sobre este excelente CROMATO DE ZINC se aplica, ventajosamente, cualquier sistema de pintura, como por ejemplo:

El sistema de fondo y acabado MONPROTEC.
Sistema de fondos y esmaltes marinos.
Sistemas convencionales de óleos, esmaltes y aluminios.
Acabados SYNREX y lacas Nitrocelulósicas. En estos dos casos se debe esperar el secamiento perfecto del CROMATO DE ZINC, mínimo 5 horas.

CARACTERISTICAS TECNICAS FISICAS

1. TIPO	Fondo anticorrosivo sintético.
2. COLOR	Amarillo.
3. BRILLO	Semi-Brillante.
4. VEHICULO	Resinas fenólicas modificadas con aceites secantes.
5. PIGMENTOS	Cromato de Zinc, Dióxido de Titanio y Oxido de Hierro.
6. % SOLIDOS TOTALES POR VOLUMEN	38.5%.
7. VISCOSIDAD ORIGINAL	65 - 70 K. U. (Unidades Krebs).
8. SECAMIENTO	Al tacto: 30 minutos. Seco para segunda mano: 3 horas. Inmersión: 24 horas, mínimo.

VARIOS

Use brochas de calidad CERDEX, limpias y sin residuos de pintura vieja.

TECNOLOGIA DEL COLOR
MONTANA

1.77
Anule toda publicación anterior.
Consulte su representante Montana
para recomendaciones de los productos.

F5-11

MINIO PARA FONDO Q.D.

REFERENCIA 333-310

Es un fondo anticorrosivo de alta penetración, indicado por su elevado contenido de minio de plomo para la protección de estructuras metálicas de hierro y acero en ambientes exteriores normales o de elevada humedad.

El color rojo teja en la formulación aumenta sus cualidades de resistencia a la intemperie, al mismo tiempo que proporciona cubrimiento por opacidad en una sola mano.

ORIENTACION DE USO

Estructuras metálicas de hierro y acero en general, expuestas o no a la intemperie y a la elevada humedad relativa atmosférica.

MINIO PARA FONDO Q. D. da una protección eficaz a materiales sometidos a la abrasión, al manejo durante el proceso de ensamblado (Puentes, tuberías, estructuras de galpones industriales, etc.) o que deban estar largo tiempo en el campo antes de recibir el acabado final.

TECNICAS DE APLICACION

A. TIPO DE SUPERFICIE	Hierro y acero estructural.
B. PREPARACION DE LA SUPERFICIE	Básicamente debe estar limpia y seca, libre de óxido, grasa, pintura suelta o en mal estado. Se obtienen óptimos resultados limpiando la superficie con chorro de arena o, en su defecto, con cepillos de acero eléctricos o manuales.
C. APLICACION	Preferiblemente con brocha, pistola convencional De Vilbiss o similar M.C.B. 510, 704E, 765E o 78E.
D. ESPESOR SECO DE LA PELICULA	1.5 mils (38 micrones).
E. SOLVENTE / DILUYENTE	Para aplicación con brocha: MONSOLVENT 004-010, aún cuando no se recomienda diluir. Pistola: diluir con 10-15% de SOLVENTE SINTETICO 000-010 y hasta lograr una viscosidad de 22" FC4 ± 2" a 25°C.

Se aplica preferentemente con brocha; sinembargo, también el uso de la pistola garantiza su buena penetración e imprimación. La segunda mano puede aplicarse después de 8 horas. Este fondo es compatible con los acabados convencionales de óleo, esmaltes y aluminios.

FS - 11
Hoja - 2

CARACTERISTICAS TECNICAS FISICAS

TIPO	Fondo anticorrosivo de penetración profunda y secamiento rápido.
COLOR	Rojo Teja.
BRILLO	Mate sedoso.
VEHICULO	Resina alquídica modificada con aceites secantes
PIGMENTOS	Minio, Oxido de Hierro y Cromatos.
% SOLIDOS POR VOLUMEN	49.4%
VISCOSIDAD ORIGINAL	70 - 75 K. U. (Unidades Krebs).
SOLVENTE	Hidrocarburos alifáticos y aromáticos.

MONTANA

1.77
Anula toda publicación anterior.
Consulte su representante Montana
para recomendaciones de los productos.

F5-5

GALVA FONDO EXTRA

REFERENCIA 333-610
BASE: 921-610
PIGMENTO: 922-610

Es un fondo especialmente formulado para aplicarlo sobre superficies de hierro galvanizado, consiguiéndose perfecta adherencia del acabado en este tipo de superficie.

Las proporciones antioxidantes de polvo de zinc metálico que entran en su composición, aseguran la máxima duración del acabado.

Es un producto de dos envases, cuyos contenidos deben entremezclarse bien antes de aplicarlos.

Se usa sobre superficies exteriores, tanto de hierro galvanizado, acero y hierro dulce.

Para evitar posibles alteraciones por reaccionar el vehículo con el pigmento en caso de un largo período de almacenaje, este producto se despacha en dos envases, o sea, el vehículo separado del pigmento.

ORIENTACION DE USO

Las superficies de hierro galvanizado tienen características diferentes a las de hierro o acero, debido al proceso especial a que han sido sometidas. Los fondos normales, con los cuales se obtienen satisfactorios resultados sobre hierro o acero, no poseen la debida adherencia sobre hierro galvanizado, desconchándose y saltando la película. Muchas teorías tratan de explicar esta falta de adherencia. Ultimamente se ha llegado a la conclusión de que la superficie extremadamente lisa y suave del hierro galvanizado, junto con una acción repelente que caracteriza las planchas de acero estructural galvanizado durante el cambio de temperatura, es la causa básica de esta falta de adherencia. El hierro galvanizado requiere por tanto un fondo especialmente formulado para tal fin, diferente de los de uso corriente.

TECNICAS DE APLICACION

A. TIPO DE SUPERFICIE	Hierro galvanizado, acero y hierro dulce.
B. PREPARACION DE LA SUPERFICIE	El sustrato debe estar seco, libre de grasas y materiales extraños, pintura vieja, etc. Los mejores resultados se obtienen aplicándolo directamente sobre el metal (ver mas detalles en "Orientación de Uso").
C. PREPARACION DE LA MEZCLA	Agréguese poco a poco el polvo al líquido (no haga lo contrario) bajo mezclamiento hasta obtener una perfecta homogeneidad. No es aconsejable mezclar mas cantidad de la que sea necesario para el uso en un día.
D. ESPESOR SECO DE LA PELICULA	Entre 1 y 1.5 mils (25 a 38 micrones).

E. APLICACION	Brocha o pistola. Es indispensable agitar el contenido de la pintura durante la aplicación, para obtener en todo momento una perfecta homogeneidad de la misma.
F. SOLVENTE / DILUYENTE	Si se desea mejorar la brochabilidad se puede diluir con MONSOLVENT 004-010. Para pistola: Filtrar el producto y añadir SOLVENTE SINTETICO 003-010, hasta obtener una viscosidad adecuada.

SISTEMAS DE APLICACION

La adecuada preparación de la superficie tiene, en estos casos, una importancia primordial. Los engrases generalmente usados en el proceso de galvanización, forman una película sobre la superficie de las planchas así tratadas, e impiden la buena adherencia de la imprimación. La suciedad, aceite o grasa deben eliminarse antes de aplicar el fondo.

Para obtener resultados satisfactorios en la preparación de la superficie a pintar, ésta se debe lavar con una solución de 50 gramos de fosfato trisódico y 50 gramos de jabón, en 4 litros de agua; un detergente sintético tal como metasilicato de sodio o sulfonato de petróleo o un baño de nafta o gasolina blanca, son también efectivos para eliminar el aceite y grasa de la superficie. En todos los casos, después del lavado descrito, limpiar la superficie con agua antes de aplicar la pintura. Siempre deben utilizarse diluyentes y después secar la superficie con un trapo limpio.

Cuando se disponga de tiempo también puede emplearse el proceso de envejecimiento y exposición de las planchas galvanizadas a la intemperie por 3 a 6 meses. Durante esta exposición al aire libre y al sol, las materias grasientas desaparecen y el hierro galvanizado adquiere una superficie ligeramente rugosa que facilita grandemente la posterior adherencia de la imprimación.

PREPARACION DE LA SUPERFICIE POR AGENTES QUIMICOS

La superficie se hace mas rugosa con el uso de vinagre, sulfato de cobre, o solución de ácido, procedimientos todos mas rápidos que la exposición de la superficie de las planchas galvanizadas a la intemperie. La acción de los agentes químicos sobre la superficie metálica de zinc deja ciertos depósitos cristalinos los cuales deben ser eliminados antes de pintar. Es recomendable el uso de cepillo de alambre y posterior lavado con agua limpia. Si no se eliminan totalmente las citadas acumulaciones no se logrará una perfecta adherencia.

CARACTERISTICAS TECNICAS FISICAS

1. TIPO	Pintura de imprimación de doble envase.
2. COLOR	Gris.
3. BRILLO	Mate.
4. VEHICULO	Aceite de Linaza procesado.
5. PIGMENTO	Oxido de Zinc, materias inertes y zinc metálico.
6. % SOLIDOS POR VOLUMEN	55 ± 1.
7. VISCOSIDAD ORIGINAL	70 K. U. ± 2 (Unidades Krebs).
8. SECAMIENTO	Seco: 6 - 8 horas. Segunda mano: Al día siguiente.

9. RENDIMIENTO

40 - 50 m2 por galón y mano, dependiendo de la técnica de aplicación, condiciones del trabajo y tipo de sustrato.

VARIOS

Use brochas de calidad CERDEX, limpias y sin residuos de pintura vieja.

NOTA

Sobre el GALVA FONDO EXTRA se puede aplicar cualquier esmalte de la línea MONPROTEC, MONRAPID, así como aluminios.

Tecnoconcret C.A.

DEPARTAMENTO DE MATERIALES

EPOCRET V

ADHESIVO Y RECUBRIMIENTO EPOXICO

1. **DESCRIPCION:**

El EPOCRET V es un adhesivo y recubrimiento de dos componentes, uno ("A") a base de resina epóxica y el otro ("B") de poliamida, con un flexibilizante de aceite. Su color es ámbar transparente y su viscosidad baja.

2. **USO:**

El EPOCRET V se usa como adhesivo entre dos cuerpos de concreto, cemento-asbesto, madera y otros materiales. También incrementa la adhesión entre concreto nuevo y viejo. Usado como un recubrimiento sobre superficies de concreto, acero, hierro, aluminio, madera, etc., brinda una protección muy eficiente contra agua, sustancias químicas, impactos y abrasiones. El material se recomienda altamente para pegar pisos de mortero o concreto vaciados sobre una base de concreto ya fraguado y como recubrimiento protectivo para tanques de acero y de concreto en plantas de tratamiento de agua, plantas industriales y depósitos de agua potable (no es tóxico).

3. **APLICACION:**

La superficie que debe recibir el EPOCRET V se prepara cuidadosamente, limpiándola de partículas sueltas, suciedades, grasas, aceites, exceso de agua, etc. Cierta humedad no impide la buena adhesión, porque las resinas epóxicas reaccionan también en presencia de agua. El contenido de cada envase se agita individualmente y después se mezclan los componentes A y B a partes iguales por volumen, preferiblemente con agitador eléctrico de 400-600 RPM. La mezcla preparada se aplica inmediatamente con brocha, rodillo o máquina rociadora sobre la superficie a pegar.

Para la limpieza inmediata se recomienda tener disponible en el sitio de trabajo suficiente solvente EPOCRET THINNER, debido a que, una vez endurecido el EPOCRET, ya no se puede disolver.

En caso de pegar concreto nuevo sobre viejo, éste se vacia inmediatamente después de la aplicación del EPOCRET V, estando la resina todavia pegajosa.

LIMITACIONES:

El EPOCRET V no se recomienda para unir concreto nuevo y concreto viejo cuando se trate de elementos estructurales. Para esta clase de aplicaciones se debe usar el EPOCRET I o EPOCRET I-R.

4. **DATOS TECNICOS:**

Tiempo de aplicación:	3 horas
Tiempo de contacto:	7 horas
Curado Inicial:	24 horas
Curado final:	48 horas
Rendimiento Promedio:	12 m^2/gal.

Los datos técnicos son relativos a temperatura y humedad de ambiente. Siempre se recomiendan ensayos de comprobación en el sitio de trabajo.

5. **ENVASES:**

Juegos (A + B) de ½ galón (1,86 lts.)
Juegos (A + B) de 2 galones (7,56 lts.)

FABRICANTE:
Industria de Preparados Especiales para el Concreto, C. A.
INPRECRET

Distribuidores Exclusivos: TECNOCONCRET, C. A.
Urbanización Nortebol - (Norte Boleita) - Calle "E"
Edificio "San Onofre" - Apartado de Correos 3.451
Cables: TECCONCRET - Teléfonos 34 5940 - 34 5941
34 5985-34 3609-34 2036 - Caracas 1010 A - Venezuela

[illegible] basada en [illegible] informaciones relativas tomadas de [illegible] ofrecemos ninguna garantía en relación a la exactitud de estos datos. Esta [illegible] de que las personas que la reciben realizarán sus [illegible] para determinar la conveniencia de su uso específico. Tecnoconcret, C. A. no se hace responsable [illegible] a las formas señaladas por el fabricante. No otra responsabilidad por daños [illegible] del valor de la mercancía facturada.

Tecnoconcret C.A.

DEPARTAMENTO DE MATERIALES

EPOCOTE 400

CUBRIMIENTO EPOXICO DECORATIVO

1. DESCRIPCION:

El EPOCOTE 400 es un compuesto pigmentado a base de resinas epóxicas con un catalizador ketimínico para cubrir y proteger superficies de metal y de concreto, dándoles a la vez un aspecto esmaltado estético.

2. USO:

El EPOCOTE 400 se usa como cubrimiento de concreto, hierro, acero, aluminio, etc. en áreas sometidas a impactos, abrasión y corrosión. El material es especialmente adecuado para cubrir paredes de bloques de obra limpia o frisados en edificios públicos, escuelas, cuarteles, etc., y se recomienda también para revestir las paredes de piscinas, espejos de agua y de túneles.

Siendo la descoloración bajo los rayos solares una característica general de la mayoría de los compuestos epóxicos, el EPOCOTE 400 mantiene su aspecto estético y puede considerarse un sustituto económico y eficiente de las baldosas de porcelana.

3 APLICACION:

La superficie que recibirá la capa de EPOCOTE 400 se prepara cuidadosamente, limpiándola de partículas sueltas, suciedades, grasas, aceites, etc., y se deja secar completamente. Superficies metálicas se sanean con sumo cuidado quitando el óxido lo más posible. El contenido de cada envase se agita individualmente y a continuación se mezclan ambos componentes en proporción volumétrica "A:B = 3:1". Utilice un taladro de bajas revoluciones (400-600 RPM) con mezclador JIFFY o similar. Conviene dejar reposar la mezcla por unos 30 minutos para lograr la prerreacción entre los componentes.

El EPOCOTE 400 se aplica con brocha, rodillo o máquina rociadora sin aire (airless).

Véanse otros datos en la literatura "EPOCOTE - INFORMACIONES GENERALES".

4. DATOS TECNICOS:

Tiempo de aplicación:	4 horas
Tiempo de contacto:	9 horas
Curado Inicial:	24 horas
Curado final:	3 días
Cubrimientos aproximados:	
Metal:	1 gal./30m
Concreto:	1 gal./15m

Los datos técnicos son relativos a humedad temperatura y la cantidad de material mezclad

Siempre se recomiendan ensayos de comprob ción. Agregando cantidades mínimas de agu entre 5 y 20 cc por juego de 1 galón se pue abreviar el tiempo de reacción.

5. COLORES:

Verde, rojo, blanco, gris, transparente y seg especificación.

6. ENVASES:

Juegos A+B = 1 galón.

FABRICANTE.
Industria de Preparados Especiales para el Concreto, C. A.
INPRECRET

Distribuidores Exclusivos: TECNOCONCRET, C.
Urbanización Nortebol - (Norte Boleíta) - Calle
Edificio "San Onofre" - Apartado de Correos: 3.
Cables: TECCONCRET - Teléfonos 34 59 40 - 34 5
34 59 85 - 34 36 09 - 34 20 36 - Caracas 1010 A - Venez

Nuestra información está basada en ensayos e informaciones recibidas fidedignas de fuentes confiables, sin embargo, no ofrecemos ninguna garantía en relación a la exactitud de estos datos. Recomendamos encarecidamente la condición de que las personas que la reciban realizarán sus propios ensayos para determinar la conveniencia de su uso específico. Tecnoconcret, C. A. no se hace responsable por el uso inapropiado contrario a las normas señaladas por el fabricante. Nuestra responsabilidad por daños no excederá, en ningún caso, del valor de la mercancía facturada.

Tecnoconcret C.A.

DEPARTAMENTO DE MATERIALES

EPOCRET II

ADHESIVO, RECUBRIMIENTO
AGLOMERANTE EPOXICO

1. DESCRIPCION:

EPOCRET II es un producto a base de resina epóxica con catalizador de poliamida para uso universal: recubrimiento, adhesivo y aglomerante. Se distingue por su excelente resistencia al impacto, la abrasión y sustancias químicas debido a su alto contenido de carga inerte. EPOCRET II es disponible en los colores gris, rojo industrial y verde oscuro. Su viscosidad es mediana.

2. USO:

El producto EPOCRET II se usa como cubrimiento resistente a la abrasión, al impacto y a sustancias corrosivas sobre concreto y hierro, especialmente en tanques, paredes de industrias, silos, etc. También encuentra uso como adhesivo de concreto y mortero (también nuevo sobre viejo) y como aglomerante para masillas epóxicas vaciadas (no tixotrópicas).

3. APLICACION:

La superficie a cubrir con EPOCRET se prepara cuidadosamente, limpiándola de partículas sueltas, suciedades, grasas, aceites, exceso de agua, etc. Cierta humedad no impide la buena adhesión, porque las resinas epóxicas reaccionan también en presencia de agua.

El contenido de cada envase se agita individualmente con agitador mecánico de bajas revoluciones (400 a 600 RPM). Ya que la carga tiende a sedimentarse, es muy importante este primer paso de mezcla individual de cada componente. Los componentes A y B se mezclan en partes volumétricas iguales.

Para la limpieza inmediata de las herramientas, se recomienda tener disponible en el sitio de trabajo suficiente solvente EPOCRET THINNER, debido a que, una vez endurecido el EPOCRET II, ya no se puede disolver. En caso de pegar concreto nuevo sobre viejo, éste se vacía inmediatamente después de la aplicación de EPOCRET II.

4. DATOS TECNICOS:

Tiempo de aplicación	1 hora
Tiempo de contacto	4 horas
Curado inicial	10 horas
Curado final	48 horas
Rendimiento promedio	10 m² /ga
Viscosidad	mediana

Los datos técnicos son relativos a temperatura y humedad de ambiente. Siempre se recomiendan ensayos de comprobación en el sitio de trabajo.

5. ENVASES:

Juegos (A + B) de 2 galones	(7,560 l.
Juegos (A + B) de 1/2 galones	(1,890 l.

FABRICANTE.
Industria de Preparados Especiales para el Concreto, C. A.
INPRECRET

Distribuidores Exclusivos: TECNOCONCRET, C. A.
Urbanización Nortebol - (Norte Boleíta) - Calle "E"
Edificio "San Onofre" - Apartado de Correos: 3.451
Cables: TECCONCRET - Teléfonos 34 59 40 - 34 59 41
34 59 85 - 34 36 09 - 34 20 36 - Caracas 1010 A - Venezuela

La información suministrada está basada en ensayos e informaciones relativas tomadas de fuentes confiables, sin embargo, no ofrecemos ninguna garantía en relación a la exactitud de estos datos. Esta información es ofrecida bajo la condición de que las personas que la reciban realicen sus propios ensayos para determinar la conveniencia de su uso específico. Tecnoconcret, C. A. no se hace responsable por daños ocasionados contrario a las normas señaladas por el fabricante. Nuestra responsabilidad en ningún caso, no excederá, en ningún caso, del valor de la mercancía facturada.

INTERGARD
LINEA OEF
ESMALTE

DESCRIPCION DEL PRODUCTO

Esmalte epóxico de dos componentes, alto brillo, y excelente comportamiento en interiores y exteriores. Se aplica sobre superficies de acero y aluminio previamente preparadas y fondeadas con anticorrosivos epóxicos, así como sobre mampostería y concreto.

- Tienen excelente dureza y resistencia a la abrasión, agentes químicos y solventes corrosivos.
- Disponible en todos los colores de seguridad industrial.

PROPIEDADES FISICAS

TIPO DE VEHICULO:	EPOXI POLIAMIDA O ADUCTO AMINA
PIGMENTACION:	SELECCIONADA CON RESISTENCIA A LOS AGENTES QUIMICOS Y A LA INTEMPERIE
NUMERO DE COMPONENTES:	DOS
PROPORCION DE MEZLCA:	4 PARTES DE VOLUMEN DE BASE LINEA oef y 1 PARTE DE VOLUMEN DE CATALIZADOR POLIAMIDA OEFA888 O ADUCTO AMINA OEFA999
VIDA UTIL DESPUES DE MEZCLADO:	A 25oC (77oF) 8 horas
PUNTO DE INFLAMACION:	Mayor a: 23oC (73oF) - Mezcla 32oC (90oF) - Base
CONTENIDO DE SOLIDOS POR VOLUMEN:	43% a 48% + 2%
ESPESOR DE PELICULA RECOMENDADA:	50 mcs (2 mils)
RENDIMIENTO TEORICO CALCULADO DEL 45% DE L VOLUMEN DE SOLIDOS:	9 m2/lt. 34 m2/gl.
TIEMPO DE SECAMIENTO A 25oC (77oF)	AL TACTO: 3 horas DURO: 16 horas
TIEMPO DE REPINTADO	MINIMO: 16 horas MAXIMO: 3 días
COLOR:	BLANCO, NEGRO Y SEGUN CARTA DE COLORES
ACABADO:	BRILLANTE
CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO	EN LUGARES FRESCOS Y SECOS
PESO DEL PRODUCTO:	1.20 Kgs. /lt. 4.50 Kgs / gl.

..../.....

.../..

COMPORTAMIENTO Y LIMITACIONES

- Produce tizamiento cuando se expone continuamente a los rayos solares. Este tizamiento, reduce el brillo aunque no significa la degradación completa de la película de pintura.
- No curará a temperaturas menores de 6oC (41oF).
- Puede presentarse pérdida de adherencia entre manos, si se deja secar más de 72 horas a temperaturas mayores de 40oC (105oF).
- El uso correcto de los dos componentes es esencial.
- Puede usarse cualquiera de los catalizadores OEFA888 POLIAMIDA o OEFA999 AMINA, con los colores base.

PREPARACION DE LA SUPERFICIE

ACERO:

Desengrase limpiando con solvente según especificaciones SSPC-SP1. Lije los cortes agudos, cordones y salpicaduras de la soldadura. Limpie con Chorro de Arena Hasta Metal Casi Blanco según especificaciones SSPC-SP10 y aplique el fondo apropiado.

METAL NO FERROSO:

Limpie con solventes según normas SSPC-SP1 y aplique una mano de INTERPRIME AMARILLO Ref. OAQA528/OAQA529 de acuerdo a las especificaciones.

CONCRETO:

Debe estar limpio, seco y libre de polvo. Elimine todo tipo de protuberancias, sobre concreto denso y en donde se requiera máxima adherencia, debe hacerse un solplado o cualquiera de los siguientes métodos de limpieza. a) una mezcla por volumen de una parte de Acido Clorhidrico concentrado, con tres partes de agua dulce. b) Una solución conteniendo 3% de Acido Fosfórico y 2% de Cloruro de Zinc. Lave con abundante agua dulce u déjela secar. Elimine las partículas sueltas. Adelgace la primera mano con un 20% de Solvente OGTA220 para asegurar mayor penetración.

APLICACION

METODO DE APLICACION:	RODILLO ATOMIZACION CONVENCIONAL O ATOMIZACION SIN AIRE, BROCHA.
ADELGAZADOR:	NO SE RECOMIENDA, MENOS QUE LA PRIMERA MANO SE USE COMO SELLADOR SOBRE CONCRETO, EN CUYO CASO, SE DEBE ADELGAZAR HASTA CON UN 20% DE SOLVENTE OGTA220 PARA ASEGURAR UNA BUENA PENETRACION.

...../.....

.../..

ATOMIZACION CONVENCIONAL

PISTOLA:	DEVILBISS MBC O JGA
PICO DE FLUIDO:	E
BOQUILLA DE AIRE	704 ó 765
PRESION DE ATOMIZACION:	3.9 - 4,6 kgs/cm2 (55-65 psi)
PRESION EN EL ENVASE DE APLICACION O EQUIPO EQUIVALENTE:	1.0 - 2.1 Kgs/cm2 (15-30 psi) EL ENVASE DE PRESION DEBE TENER UN AGITADOR

ATOMIZACION SIN AIRE

PICO:	375 - 525 mcs (15 - 21 mils)
PRESION DE SALIDA DEL FLUIDO:	176-211 / cm2 (2500-3000 psi)
LIMPIEZA DE EQUIPOS E IMPLEMENTOS:	SOLVENTE OGTA 220

PRECAUCIONES DE SEGURIDAD!

a) Use precauciones normales como guantes y máscaras.

b) Mantenga adecuada ventilación .

c) Si la pintura hace contacto con la piel, lávese con agua tibia y jabón. Si la contaminación llega a los ojos, lávese con una solución de Acido Bórico o agua en abundancia y obtenga atención médica de inmediato.

d) Mantenga la pintura alejada de chispas y llamas abiertas. Debe prohibirse fumar en las áreas de aplicación.

e) Las recomendaciones para protección personal, consúltelas en la sección (6)

(Epoxy Brea Poliamida)

Ref. Nº 68040 Aluminio - W.W. F23

Ref. Nº 68041 Negro - W.W. F24

Ref. Nº 68042 Marrón - W.W. F26

Ref. Nº 68043 Catalizador-W.W.F25

CARACTERISTICAS: Es un producto a base de resina epóxicas con alquitranes derivados del carbón, que combina la excelente resistencia al agua salada de los compuestos bituminosos con la gran resistencia al ataque químico de la resina epóxica.
Es ideal para usarlo con cualquier sistema de protección catódica y es especialmente formulada como segunda mano sobre Interzinc.

USOS INDICADOS: Se recomienda particularmente para la protección de superficies metálicas y de concreto en ambientes marinos ó industriales, cascos de embarcaciones, cubiertas exteriores, tanques de petróleo, tanques de lastre, torres y plataformas para perforación de pozos de petróleo, estructuras de muelles y varaderos, etc.

Color : Aluminio, Marrón, Negro.

Peso por litro: 1.14 kg.

Punto de inflamación: Sobre 23°, 73°F

Espesor seco: 4-5 mils

Espesor húmedo: 8-12 mils

Cubrimiento: 3.8 M2 por litro

Tiempo de secado: 12 horas

Tiempo de repintar: 8 - 10 horas mínimo, máximo 3-7 días

Tiempo de curado: 4 días

Aplicación: Pistola Airless, Brocha, Rodillo

Disolvente: Solvente 65 - W.W. 0020

Limpieza de utensilios: Solvente 65 - W.W. 0020

Proporción de mezcla: Base 1 parte, catalizador 1 parte por volúmen

Pistola Airlee: Boquilla Nº 2180 - 2680. Presión de salida no menor de 2500 p.s.i.

Pot Life: 3 horas después de mezclados.

Compañía Anónima
Capital Bs. 11.000.000,oo
Barcelona - Venezuela

ESPECIFICACIONES TECNICAS

INTERZINC CHA027 / CHA028

CARACTERISTICAS: El Interzinc Silicato Ref: CHA027 / CHA028 es un revestimiento concebido especialmente para la protección de superficies de acero. Es sumamente resistente a la corrosión y por su alto contenido de Zinc metálico puede proveer protección catódica.

COLOR:	Gris - Rojizo
PESO POR LITRO:	2.48 kilos
PUNTO DE INFLAMACION:	Menos a 15°C (60°F)
VOLUMEN SOLIDOS:	50 % + - 2 % (mezcla)
ESPESOR SECO:	61,25 - 85,75 micrones (2,5 - 3,5 mils)
ESPESOR HUMEDO:	122,5 - 171,5 micrones (5 - 7 mils)
RENDIMIENTO TEORICO:	8 -6 m2/lt. 30 - 23 m2/gl.
TIEMPO DE SECADO (DURO):	1 - 3 horas
TIEMPO DE REPINTAR MINIMO:	24 horas máximo, según condiciones
APLICACION -	
1) PRESION CONVENCIONAL:	Con mezclador neumático incorporado
PISTOLA:	MBC o JGA Devilbiss — Aguja MBC-444-E
PICO DE FLUIDO	AV-601-E — Boquilla de Aire 704 ó 64
PRESION AUTOMIZACION	2-8-3-5 kg/cm2 — en el pote 0-7-1-4 kg/cm2
	40-50 p.s.i. — 10-70 p.s.i.
2) BROCHA:	Sí
3) RODILLO:	Nó
4) SIN AIRE:	No
REDUCTOR:	Solvente para Interzinc Ref. GTA136
LIMPIEZA DE UTENSILIOS:	Solvente Para Interzinc Ref. GTA136
POT-LIFE A 25°C:	4 horas
RELACION DE MEZCLA:	En Volúmen Vehículo 76,22 %, Pigmento 23,78 % En Peso Vehículo 32,33 %, Pigmento 56,67 %
CONTENIDO DE ZINC METALICO EN LA PELICULA SECA:	90 % + - 2 % P/P

TANIK

C A R A C T E R I S T I C A S

APARIENCIA	:	Liquido de color beige
PESO ESPECIFICO	:	1,03
VISCOSIDAD	:	10 cps.
TIEMPO DE REACCION	:	3 horas
RENDIMIENTO EN SUPERFICIE	:	Un promedio de 25 m2/litro
TEMPERATURA DE APLICACION	:	0-40°C.
PH	:	1,3
PUNTO DE RELAMPAGO	:	50°C.(212°F.) Método Pensky Martens
ALMACENAJE	:	NO exponer al sol
CONSERVACION	:	mínimo 1 año
METODO DE APLICACION	:	Brocha dura - pistola automática

CARACTERISTICAS	VENTAJAS
1. SIN PELIGRO PARA EL MEDIO AMBIENTE	- Precio muy accesible. - Almacenaje fácil. - Pocos problemas de responsabilidad. - Se puede utilizar en áreas sensibles a problemas del medio ambiente o donde el chorreado de arena está prohibido.
2. NO INFLAMABLE	- Seguridad en el uso. - Facilidad de manutención. - Responsabilidad reducida. - Contiene agua.
3. REACCION Y SECADO EN SOLO 3 HORAS	- Tiempo perdido muy reducido. - Rapidez en el acabado de la obra. - Pasiva la estructura por quelatación a nivel atómico.
4. TEMPERATURA DE APLICACION: 0° a 40°C	- Ancha escala de aplicación - Permite más flexibilidad en las paradas y en el mantenimiento.
5. PUEDE APLICARSE SOBRE SUPERFICIES HUMEDAS	- Permite atender un campo de aplicaciones más extenso. - Menos sensible a las condiciones de humedad y climáticas.
6. BASTA APLICAR UNA SOLA CAPA	- Excelente poder de cubrimiento. - Uso económico. - Basta con UN LITRO para cubrir una superficie de 25 m2.
7. LIMPIEZA FACIL	- Las manchas se quitan con agua y jabón.
8. NO NECESITA ENJUAGAR	- Forma un complejo,metal-orgánico 100% estable. - No requiere tratamiento ulterior.
9. BASE EXCELENTE PARA CUALQUIER PRIMER O SISTEMAS DE PINTURA (EXCEPTO SUSPENSION DE ZINC)	- Se puede usar alkides, alkides modificados, caucho clorado epoxiuretanos, sistemas vinyles, los alkides sintéticos nitro - celulosas y acrílicos.

International
Compañía Anónima
Capital Bs. 10.000.000
Caracas - Venezuela

ESPECIFICACIONES TECNICAS

Nombre Nuevo International
Intertuf H.S. Epoxi Negro
Ref. JJA310/JJA311

Características: El ~~Interter AR (AR-Abresión Resistent),~~ Intertuf H.S es un sistema de pintura muy avanzado por su gran resistencia a la abresión, debido a un balance cuidadoso de pigmentos derivados de las Rocas Silíceas con propiedades especiales de alta dureza.

* Color: Negro
* Peso por Litro: 1.58 Kilos
* Punto de Inflamación: Mayor a 24 OC (75 OF)
* Volumen Sólidos: 30 % ± 2 %
* Espesor Seco: 8 mils (203 micrones)
* Espesor Húmedo: 10 mils (254 micrones)
* Rendimiento Teórico: 3.93 M2/Lt 14.5 M2/Gl
* Tiempo de Secado: 12 - 18 horas
* Tiempo de Repinter: 24 - 35 horas (Expuesta al Sol), 3 días Máx (a la Sombra)
* Aplicación: Presión Atomización: Sin Aire (Airless Sprey)
  Boquilla No. 31 - 36 mils (755 - 900 micrones)
  Presión de Salida: 2400 - 3000 psi (170-210 Kg/cm^2)

Reductor: Normalmente no requiere. En caso de ser necesario use 5 % máximo de reductor Para Epoxi Ref. 03062.

Limpieza de Utensilios: Reductor Para Epoxi Ref. 03062

Pot-Life a 25 OC: 4 horas

Relación de Mezcla: Un volumen de la Base o Parte "A" y un volumen del Catalizador o Parte "B".

* Catalizado.

Este boletín técnico, anula las ediciones anteriores

Fecha de Emisión: 11/09/81

PLCM/dq.

ANEXO C.3

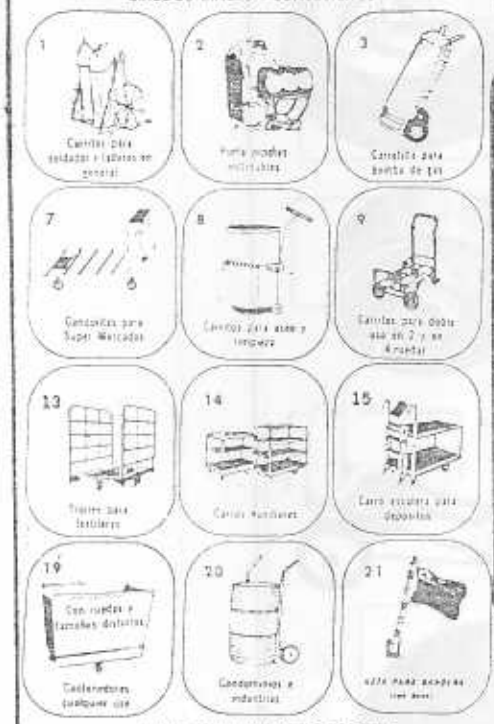
REFERENTE A RUEDAS

ADEMAS DE LOS MODELOS ILUSTRADOS, PODEMOS FABRICAR EL QUE USTED NECESITE

CUIDE SU DINERO - CONSULTENOS

YANURAYA, C.A.

TENEMOS PRECIOS DE FABRICA



LA SOLUCION PERFECTA PARA TODA ACTIVIDAD DE TRABAJO SOBRE RUEDAS

ECONOMICE AHORA MAS QUE NUNCA

Fabricamos su modelo de carretilla y/o carrito sobre pedido (no importa la cantidad)

DEJE RODAR SU IMAGINACION

ESTAS SON ALGUNAS OPCIONES

VISITE NUESTRA FABRICA Y COMPARE PRECIOS ANTES DE COMPRAR

Despachamos a toda el país sin recargo, vía C.O.D., con precios de fábrica

SERVICIO ESPECIAL AL CLIENTE

Colocamos ruedas a cualquier base de silla mientras Ud. espera. También reparamos todo tipo de carrito en el acto

Urb. Ind. Boleíta Norte, Calle Santa Clara, Edf. San Bentu, Local A, Caracas.

NO TENEMOS SUCURSALES

Telfs. 35.68.77 35.98.65, 34.69.39, 35.74.60

FABRICAMOS SU MOLDE O TROQUEL

VISITE NUESTRA PLANTA

¿Problemas por Repuestos y Piezas Importadas? Vaya donde Vaya su Solución está en Yanuraya

Las soluciones
marchan sobre ruedas
Metal-Arte
fabrica las soluciones a su medida en:
Ruedas industriales
Montacargas - Carretillas
Zorras manuales
Galvanizados y Cromados
Estos son algunos ejemplos del primer y más importante fabricante de Venezuela.
METALARTE
MARACAIBO
M-200

Bassick

CASTER WHEEL TYPES

The wheel is one of the most important elements of the caster contributing to its performance, rolling, swiveling, load capacity; to its appearance, color, size, shape; and to its cost. Bassick supplies the broadest variety of wheels in the industry to meet the many requirements of our customers products.

BACO Soft Rubber Tread

A uniformly thick tread of top quality, non-marking, non-staining rubber bonded to a strong, hard rubber core. Standard with self lubricating bearing, it provides maximum floor protection, quiet rolling and long life.

Recommended for use on all hard floors where frequent movement is expected, such as office chair and hospital bed casters.

Universal Soft Rubber

A less expensive soft rubber tread bonded to a hard rubber core, it has the same load capacity, floor protection, and quiet rolling qualities as Baco, but at a lower cost.

Recommended for use on all hard floors where only occasional movement is expected such as home laundry cart.

Polyurethane Tread

A resilient tread of wear and chemical resisting Polyurethane bonded to a high impact Atlasite hard rubber core. Standard with easy rolling ball bearings, it has high load capacity and rolls easily on both hard floors and carpet.

Impervious to fats and oils, it is highly recommended for restaurants and commercial kitchens.

ATLASITE Hard Rubber

An all molded wheel made from a special compound of high impact, non-marking and non-staining hard rubber. Standard with self lubricating bearing, this wheel has high load capacity and rolls easily on hard, smooth floors and carpet.

Recommended for use where frequent movement is expected such as office chairs on carpet.

Universal Hard Rubber

Molded from a less expensive compound of hard rubber, it has the same high load capacity and easy rolling as Atlasite, but at a lower cost.

Recommended for heavy equipment where only occasional movement is expected such as a garment rack.

Phenolic Plastic

Molded of a hard, non-marking phenolic resin compound, it is strong and highly resistant to water, oil and temperatures up to 300°f. Graphite impregnated bores provide easy rolling and life time lubrication.

Recommended for heavy furniture on carpets requiring occasional mobility, such as a television console.

Styrene Plastic

Available in a variety of clean attractive colors to match the furniture on which it is used, this inexpensive wheel is excellent for use on light weight furniture and appliances.

Recommended where only occasional movement is expected such as TV stands and stereo carts.

Powdered Metal

Compacted and sintered round and smooth, it has the strength of an iron wheel but is quieter and less floor damaging. Made in sizes 1¼" to 3" dia., it has high load capacity, and is easy rolling.

Recommended where heavy loads move on rough concrete that could damage plastic or hard rubber wheels.

Semi-Steel

A special, tough, alloy of cast iron and steel, it has high load capacity, is easy rolling and resists wear from rough and chip littered floors that would damage hard rubber or plastic wheels. Made in 4" and 5" diameters.

Typical use is a tire rack in a service station.

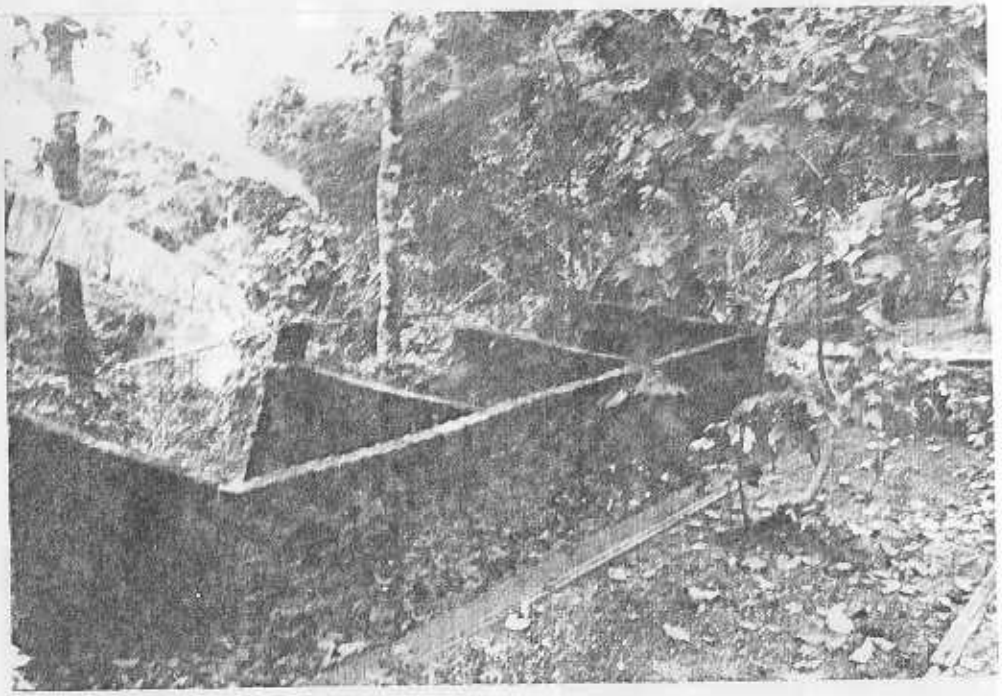
Pressed Steel

Made in a variety of sizes from 1¼" dia. to 2½" dia., it gives excellent service on medium weight equipment on abrasive concrete floors that could damage a plastic or hard rubber wheel. Zinc plated to resist rust, it is inexpensive and easy rolling.

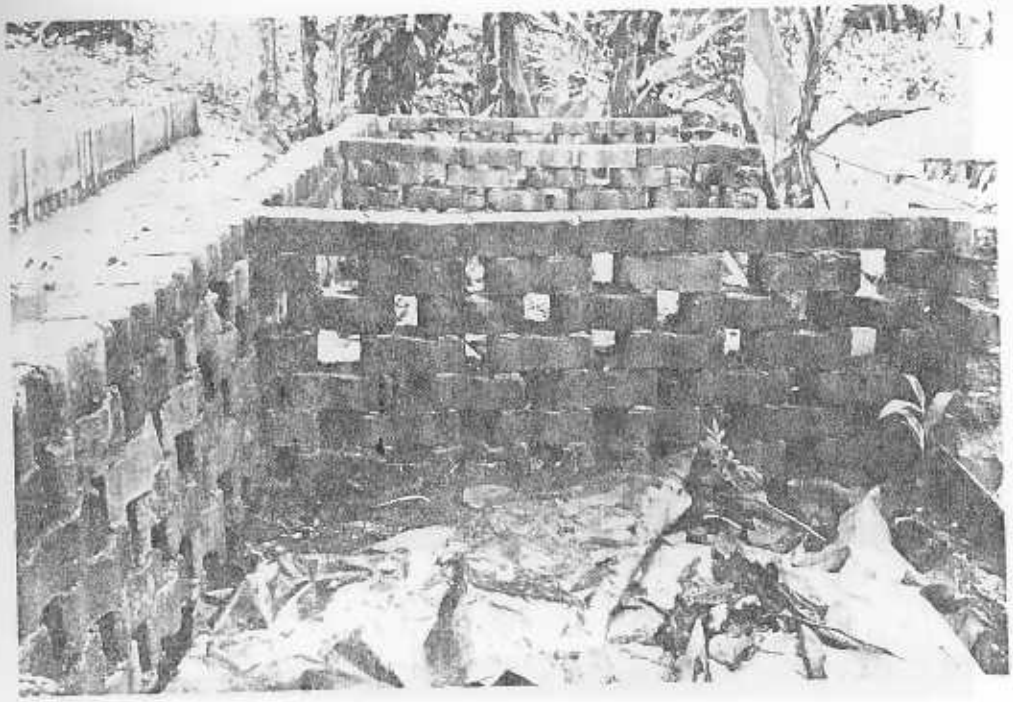
Typical applications are tool stands and foreman's desks in shops and garages.

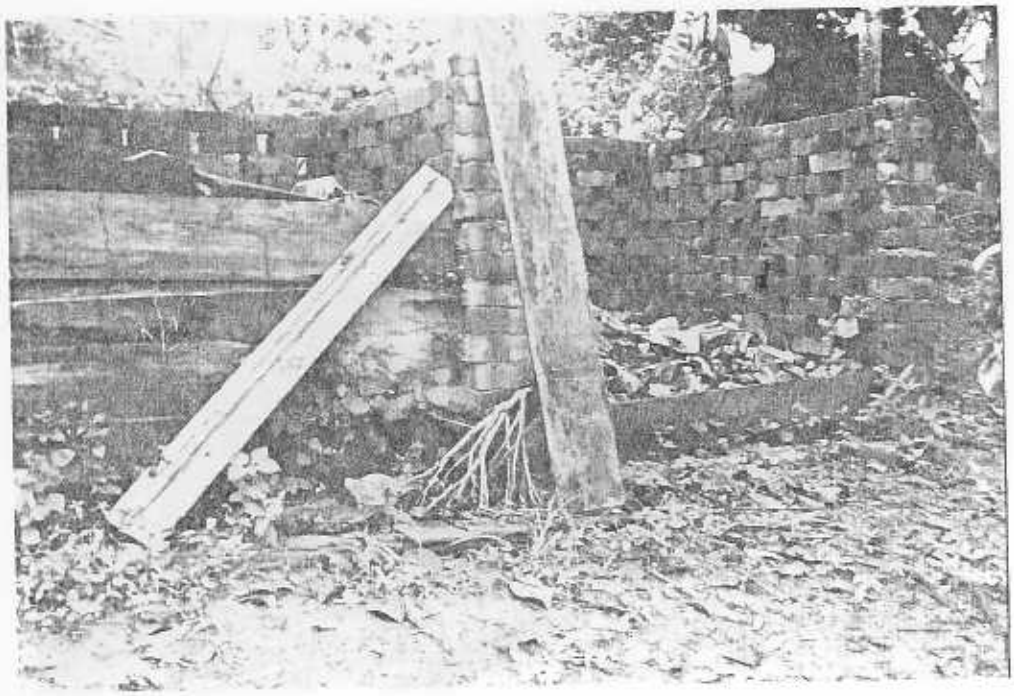
ANEXO D

FOTOGRAFIAS

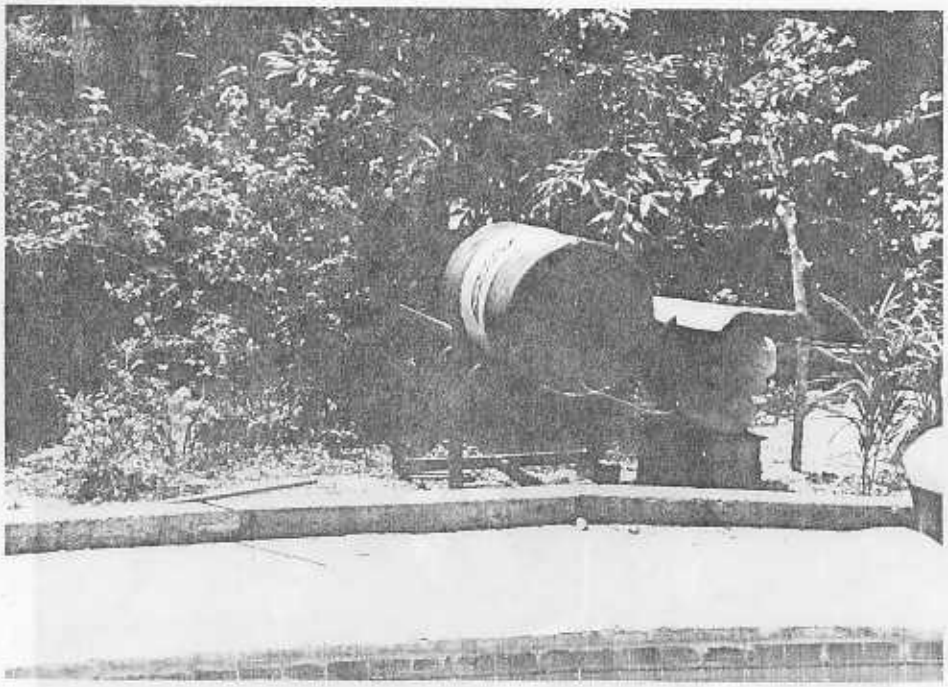


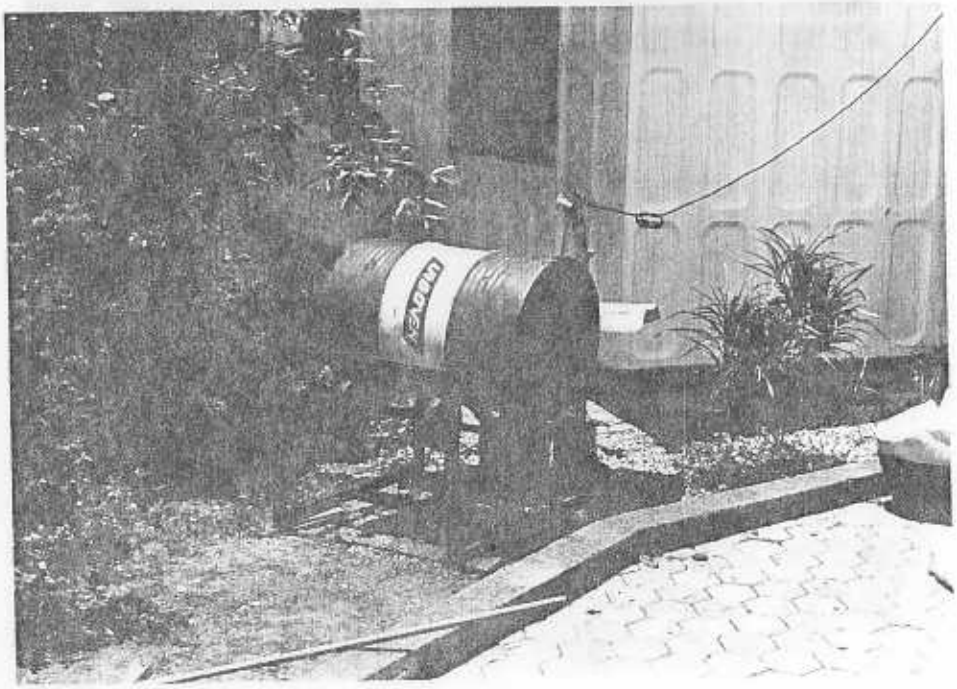
Compostero Indore triple con bloques espaciados



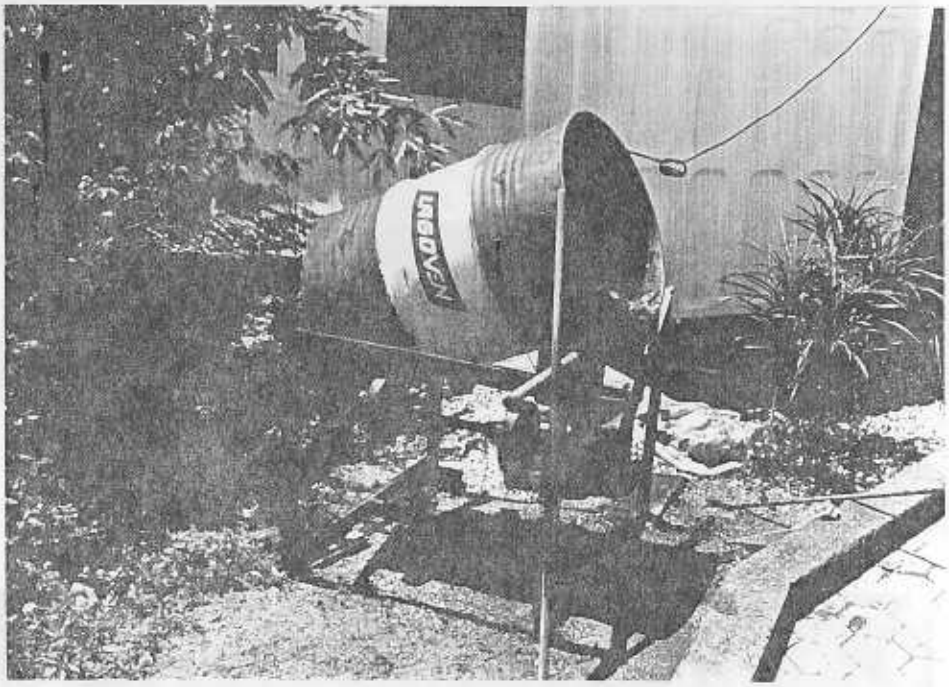


Otras vistas del Compostero Indore anterior

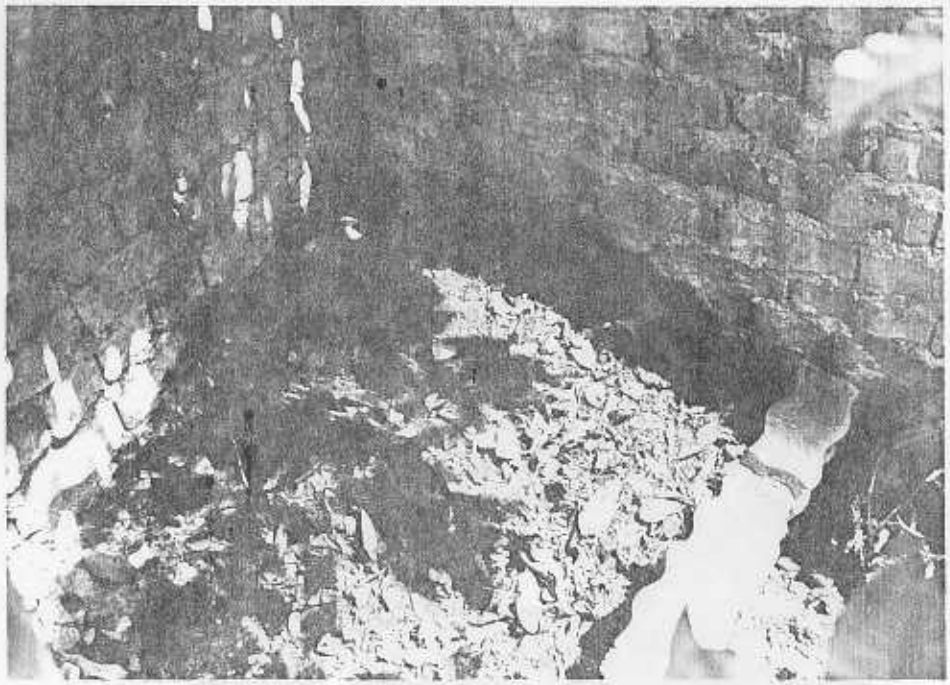


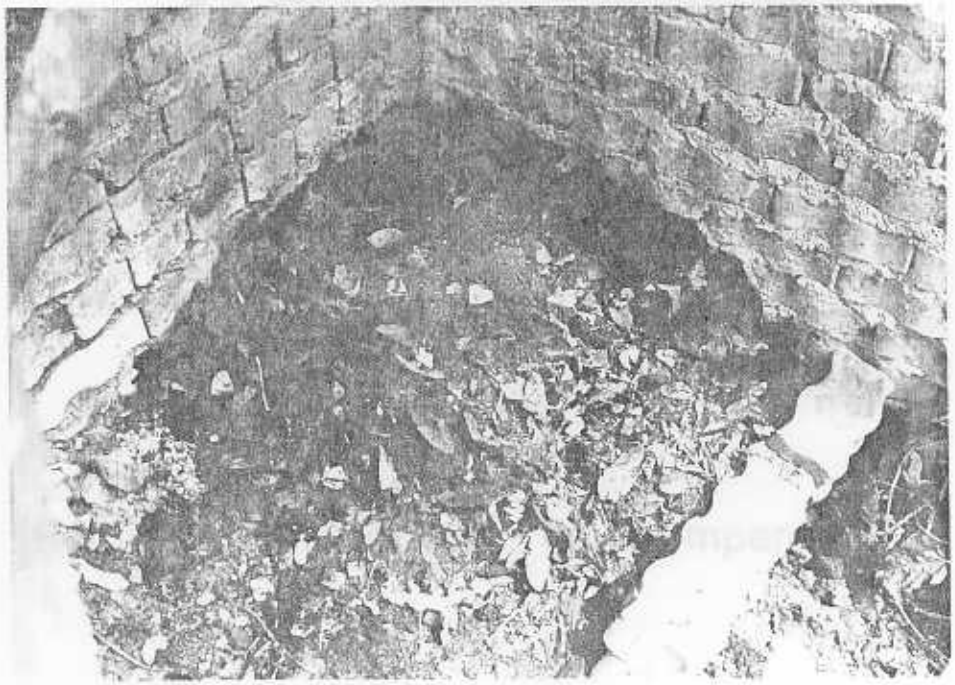


Vistas del Prototipo probado

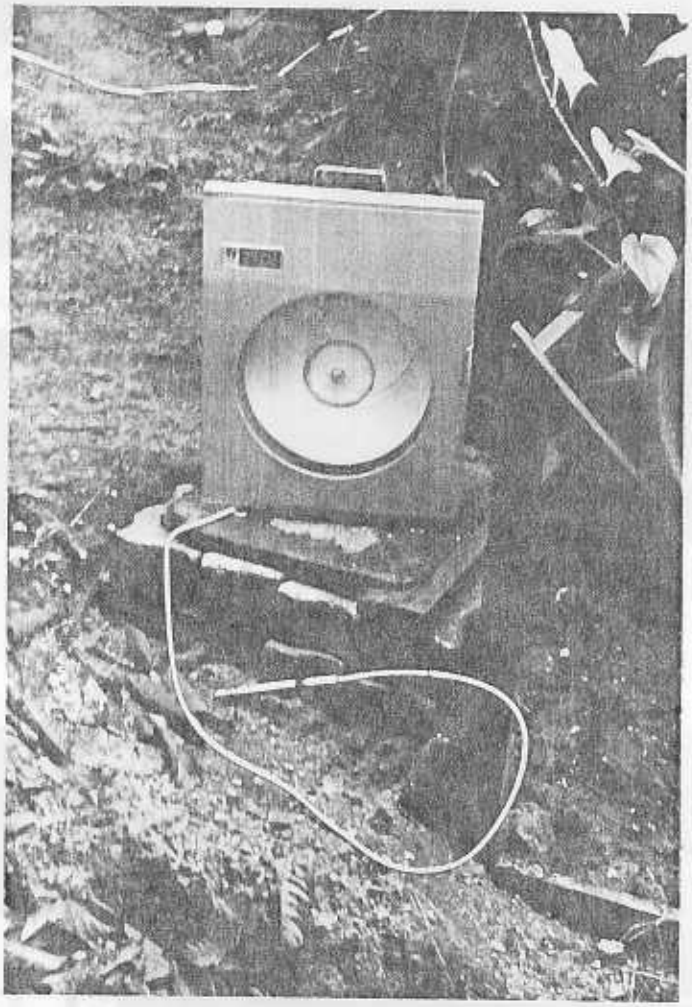


Otra vista del Prototipo ensayado



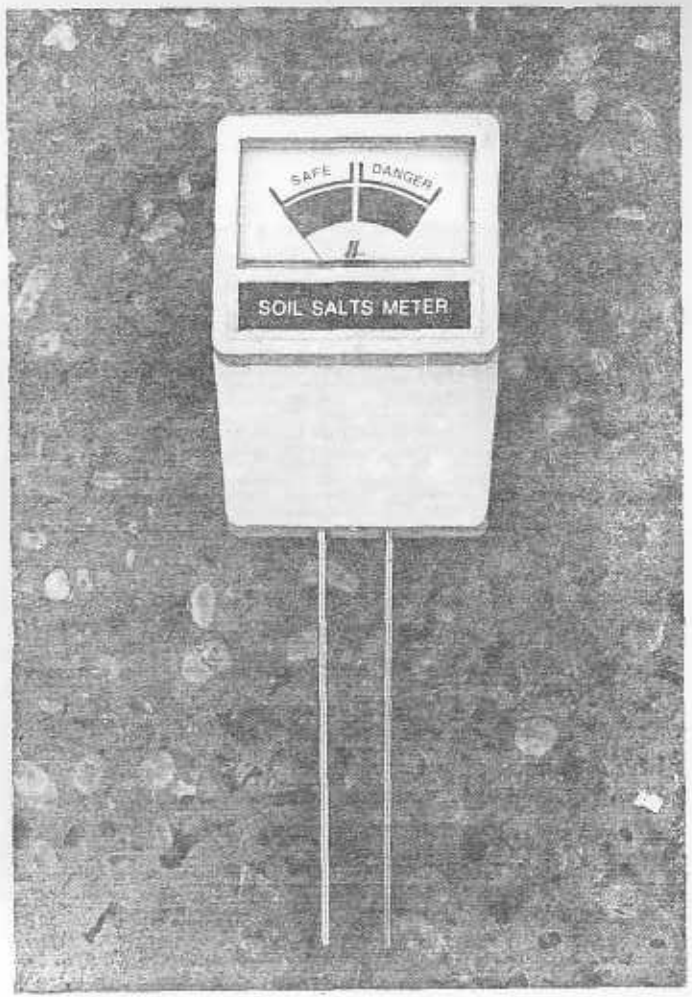


Pila de compost de la 4ª fase experimental

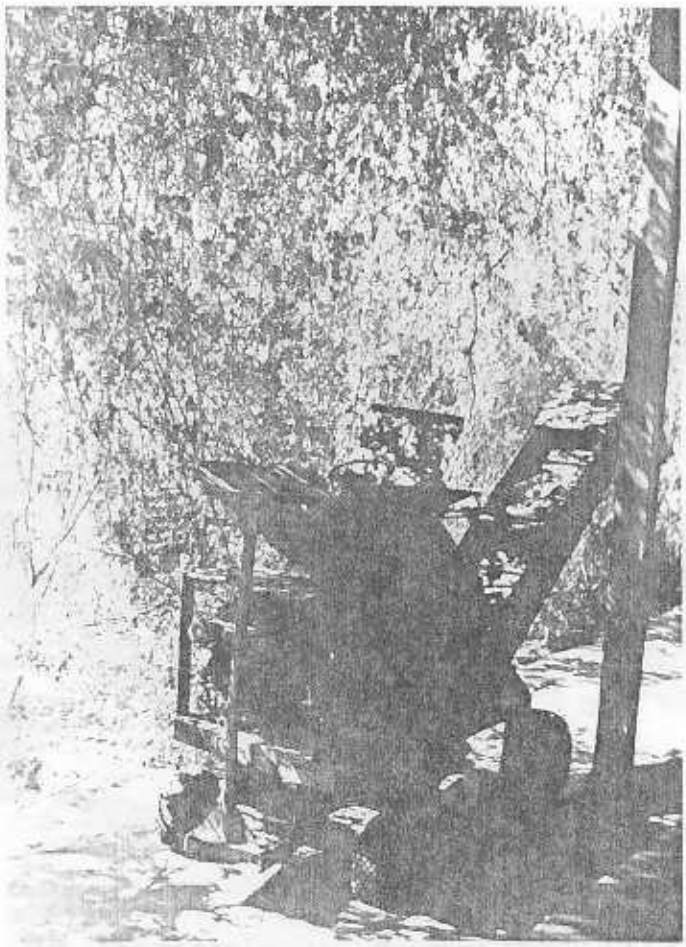


Registrador contínuo de temperatura

Analizador de Acidez



Medidor de Sales



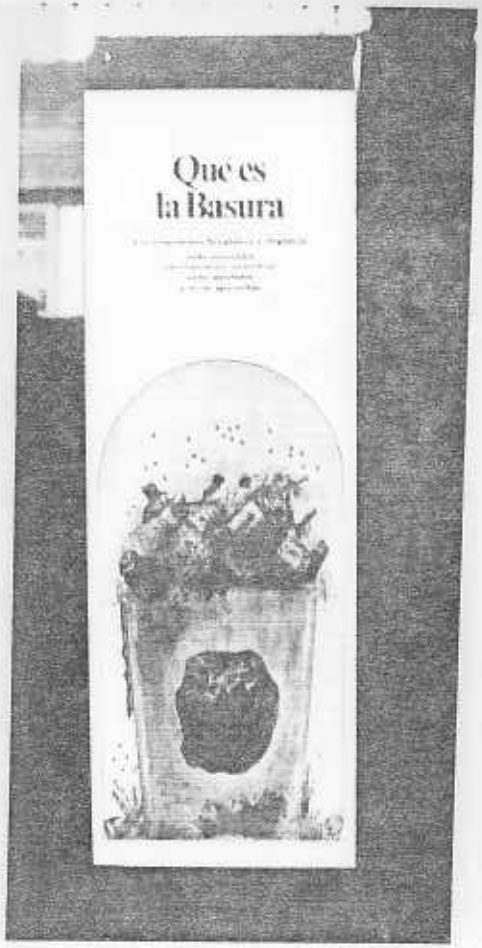
Cortadora-Desmenuzadora del
Centro de Reciclaje y Agricultura Urbana

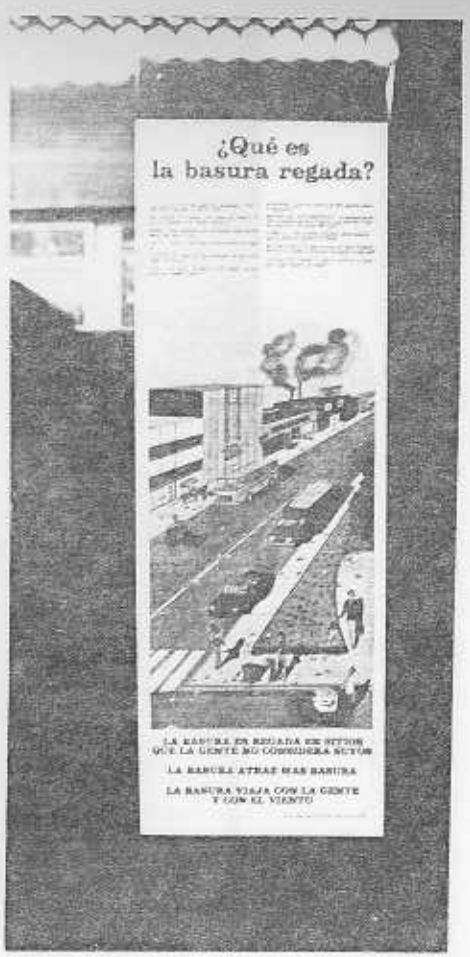
Centro de Reciclaje y Agricultura Urbana
No Contaminante

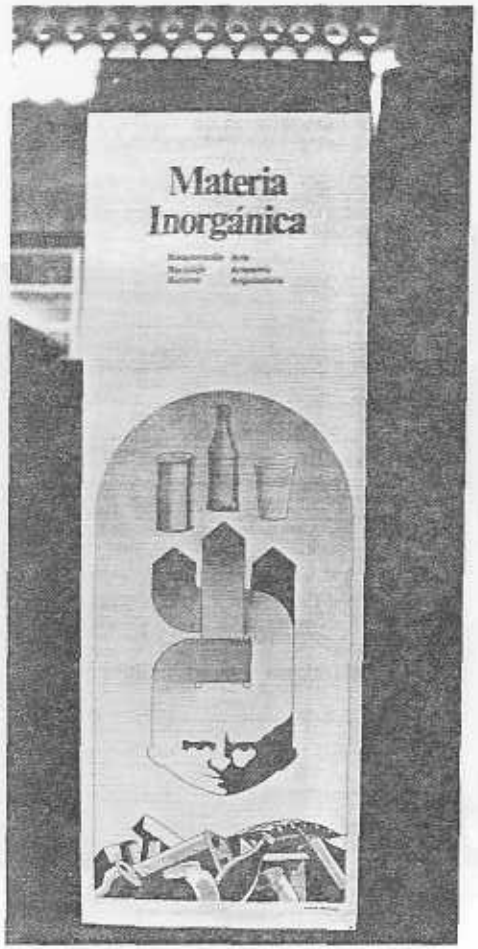
AFICHES DIDACTICOS

DEL CURSO DE FORMACION DE INSTRUCTORES EN RECICLAJE DE BASURA Y AGRICULTURA URBANA NO CONTAMINANTE

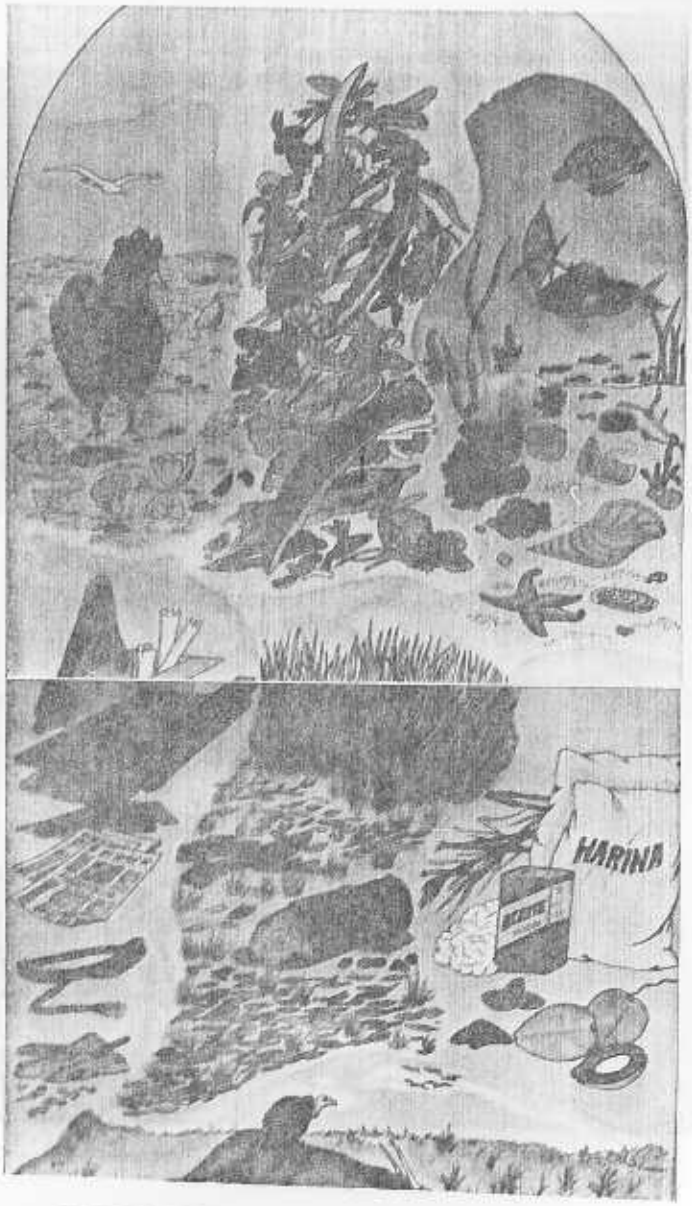
AFICHES DIDACTICOS
DEL CURSO DE
FORMACION DE
INSTRUCTORES EN
RECICLAJE DE BASURA
Y AGRICULTURA
URBANA
NO CONTAMINANTE

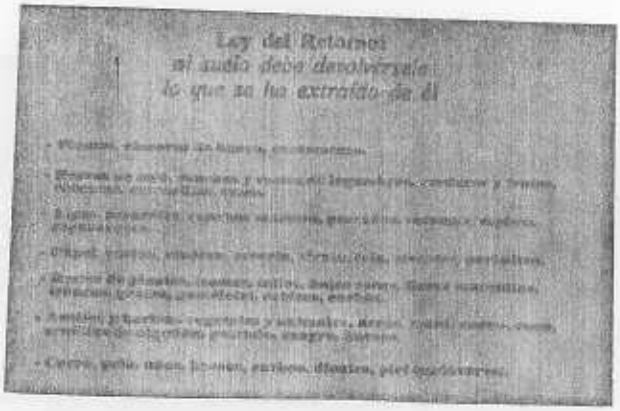

Que es
la Basura


¿Qué es
la basura regada?
LA BASURA EN REGADA ES SITIOS
QUE LA GENTE NO CONSIDERA SUYOS
LA BASURA ATRAE MAS BASURA
LA BASURA VIAJA CON LA GENTE
Y CON EL VIENTO


Materia
Inorgánica

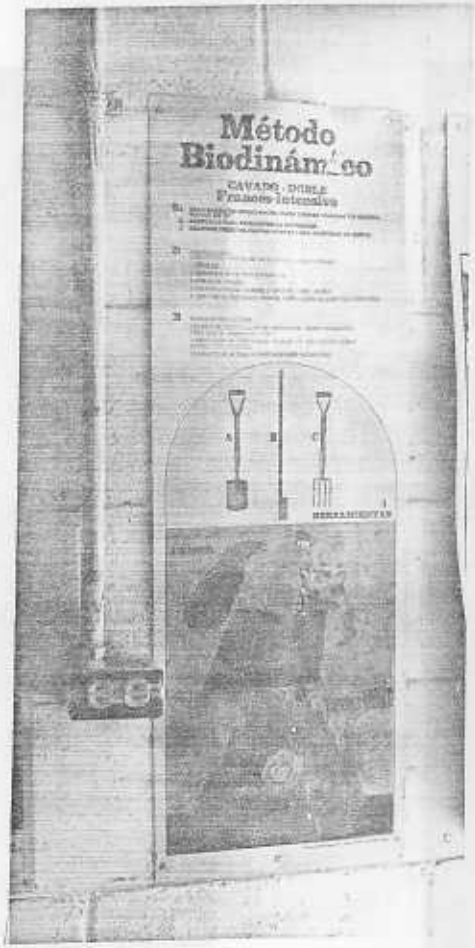
Materia
Orgánica

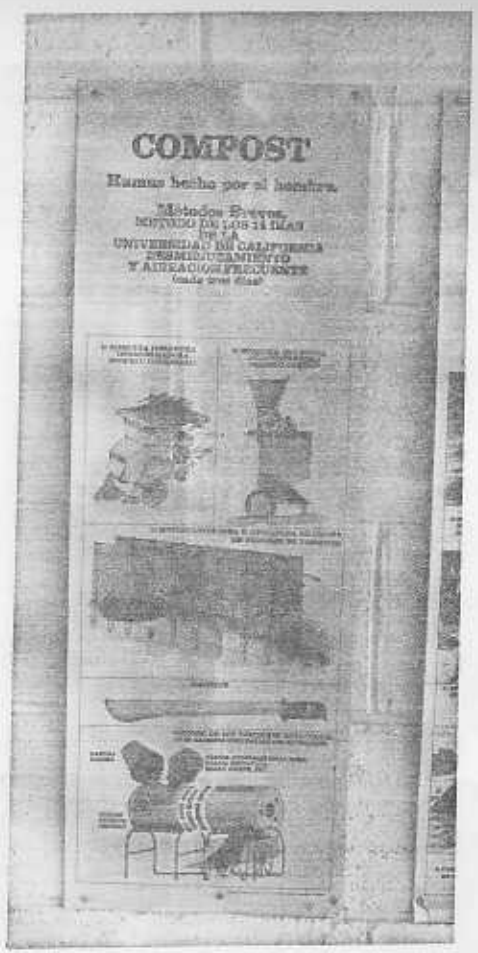


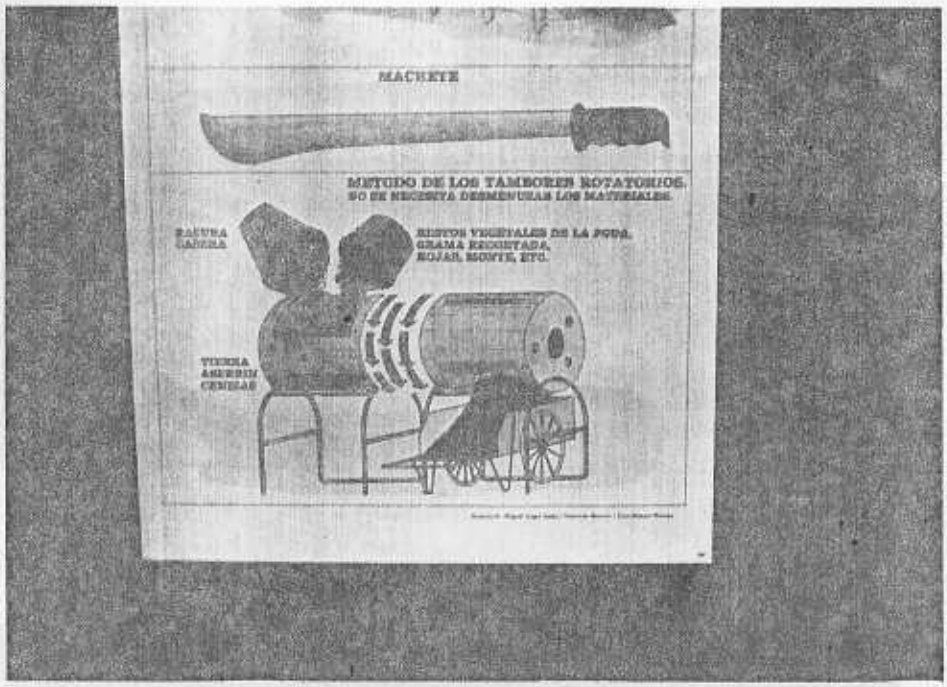


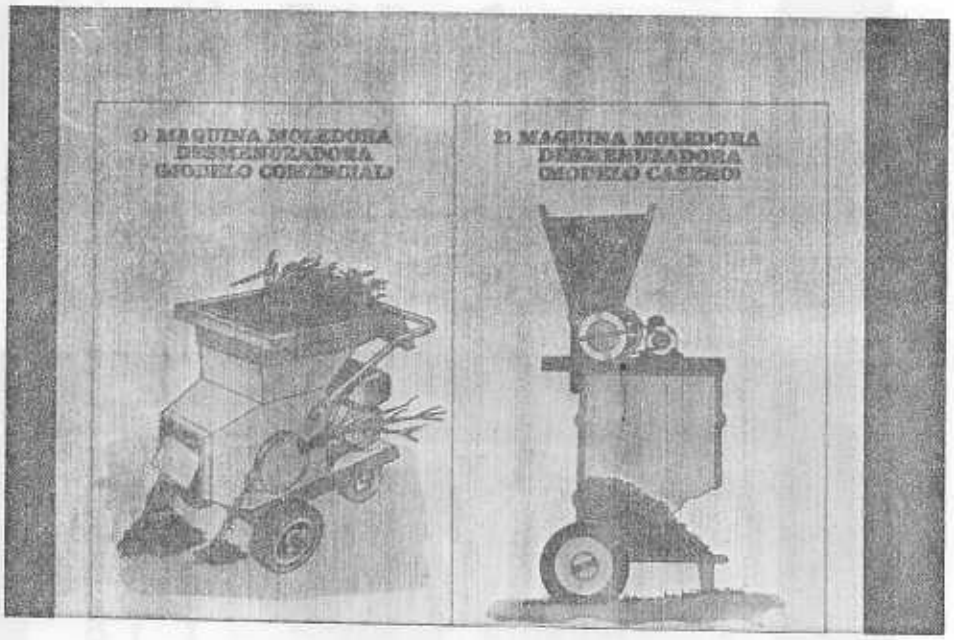
Ley del Retorno:
el suelo debe devolvérsele
lo que se ha extraído de él

COMPOST
Humus hecho por el hombre.
Método de Jean-Pain.

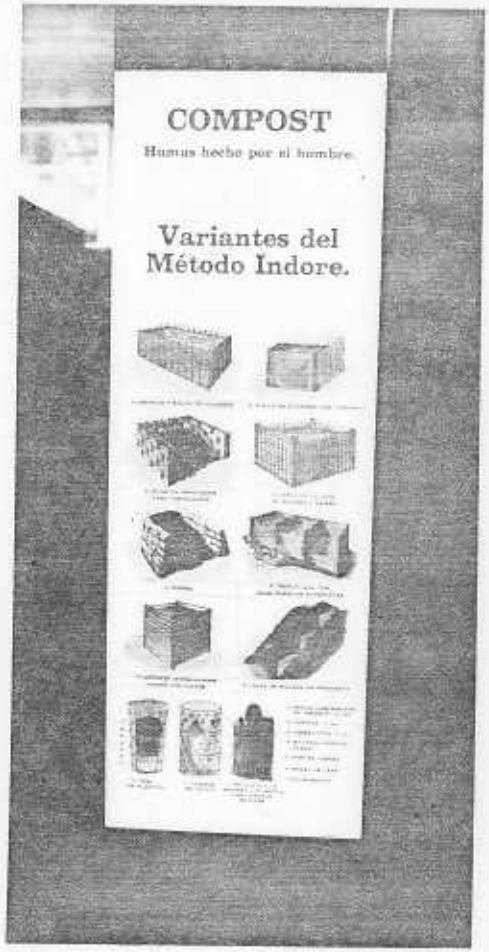

Método
Biodinámico
CAVADO DOBLE
Frames intensivo

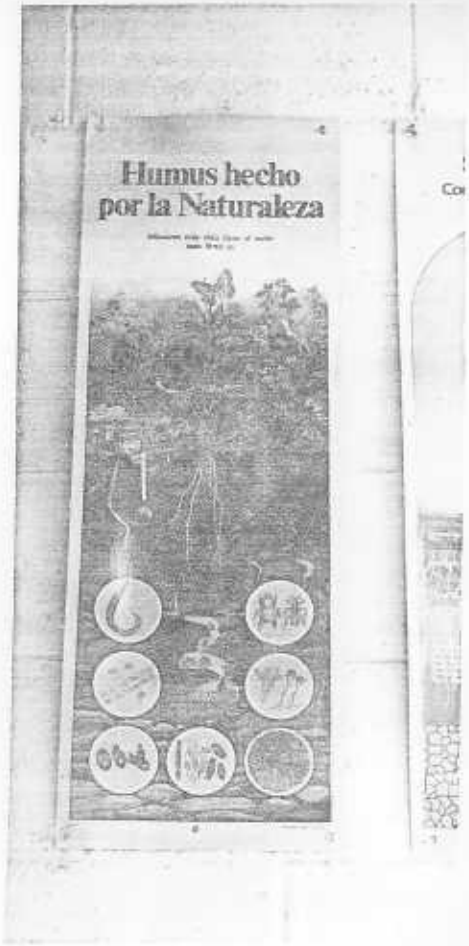

COMPOST
Humus hecho por el hombre.
Métodos Rivera.
UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA
Y AIREACIÓN FRECUENTE


MACHETE
METODO DE LOS TAMBORES ROTATORIOS.
NO SE NECESITA DESMENUZAR LOS MATERIALES.
RASTRA CAÑERA
RESTOS VEGETALES DE LA PODA, GRAMA RECORTADA, HOJAS, MONTE, ETC.
TIERRA ABONADA CENIZAS


1) MAQUINA MOLEDORA DESMENUZADORA (MODELO COMERCIAL)
2) MAQUINA MOLEDORA DESMENUZADORA (MODELO CASERO)

COMPOST
Humus hecho por el hombre.
Compostero Indore.
① MATERIA VERDE FRESCA
② BASURA CASERA
③ EXCREMENTO DE ANIMAL
④ CENIZA O ASERRIN TIERRA (BOCAD) PARA CUBRIR TODO
⑤ SOCIO DE MINERALES NATURALES
⑥ CAPA AISLANTE Y PROTECTORA
⑦ VENTILADERO


COMPOST
Humus hecho por el hombre.
Variantes del Método Indore.


Humus hecho por la Naturaleza

ANEXO E

PROCESOS DE ELABORACION DE COMPOST QUE INVOLUCRAN EL USO DE DIGESTORES MECANICOS.

XV CONGRESO INTERAMERICANO
DE INGENIERIA SANITARIA:

"LOS PROCESOS INTERMEDIOS
EN MANIPULACION DE
RESIDUOS SOLIDOS"

JUNIO 1976 . Buenos Aires
Argentina

DIGESTORES-BIOESTABILIZADORES-ESTABILIZADORES-BIOREACTORES.

Se trata de elementos mecánicos de proceso cerrado, donde la operación se efectúa con mejor aireación y con más control sobre ella, reduciendose considerablemente el tiempo de procesamiento y es el equipo utilizado en la práctica corriente para las plantas de gran capacidad y por la economía adicional y significativa de espacio que se obtiene, lo cual es muy conveniente.

Muchos tipos de digestores mecánicos cerrados, han sido diseñados y construidos para plantas de gran capacidad y están actualmente en uso, debiendo tenerse en cuenta dos aspectos importantes, el primero, que los procesos son húmedos y el segundo, que son mecánicamente similares y utilizan la acción de micro-organismos aeróbicamente en las óptimas condiciones posibles y más efectivas. El tipo de digestor y algunas características particulares, da origen a la denominación de proceso, alguno de los cuales serán descritos someramente en lo que sigue.

PROCESO DANO.

Originado en Dinamarca, y del cual se han establecido plantas, en muchas grandes ciudades del mundo, algunas de ellas las últimas, con notables mejoras, resultado de la observación de la operación de ellas, por ejemplo las de Sao Paulo, Brasil y Ciudad de México, México.

Su componente fundamental es el "Bioestabilizador", cilindro rotatorio de acero, cuyo largo es de 20 m. a 50 m. y su diámetro de 3 m. a 4 m.

El bioestabilizador, puede ser alimentado con residuos, a los cuales se les ha separado manual y mecánicamente lo reutilizable, el rechazo y el metal ferroso y luego de pre-acondicionado, como ya se ha descrito, todo lo cual para otros digestores sería completamente igual. En este tipo de digestor, se debe tener en cuenta que el bioreactor puede ser alimentado con residuo no preacondicionado, pero como es de suponer, las consecuencias destacables pueden de inmediato ser mencionadas, menor eficiencia, mayor esfuerzo y mayores dificultades en el acondicionamiento final y diferentes calidades del producto procesado. Esta última modalidad de alimentación, puede ser efectuada si al bioreactor, se le agregan cuchillas y garfios para cortar y desgarrar los residuos, cuando se efectúa la mezcla de residuos y se trasladan dentro del digestor, es decir se acondicionan los residuos dentro del estabilizador.

La capacidad de carga del digestor, está entre 50 y 130 toneladas de residuos y permite retenerla dentro de dicho digestor por un período de tres (3) a cinco (5) días, rotando suavemente, lo cual permite el traslado, y dentro del cual se les insufla aire, controladamente, en toda su longitud y a toda la masa, provocando un exceso de aire, que arrastra el anhídrido carbónico producido. El contenido de humedad es controlado por la adición de agua, en ciertos puntos a lo largo del cilindro. El exceso de aire y el (CO_2)anhídrido carbónico arrastrado, así como el posible exceso de agua son removidos, apropiadamente.

La rotación del cilindro, provoca la mezcla de la masa de residuos con el agua y con el aire y además, los residuos sólidos duros, golpean a los menos duros o a los suaves, con lo cual se mejora la eficiencia del proceso.

La temperatura se eleva rápidamente hasta alcanzar 60°C. a 70°C., por la alta rata de actividad bacteriana, lo cual permite garantizar que después de pasadas 24 horas, casi todos los micro-organismos patogénicos comunes, hayan muerto y las semillas hayan sido inactivadas por tal temperatura.

En realidad, a pesar de esta intensa actividad bacteriana, el período de retención depende, principalmente, de la perfección del proceso en el digestor y su completa realización, de la cantidad de residuos sólidos recibidos, de sus características y de la cantidad desuelo disponible para área de curado.

Residuos sólidos, con alto contenido celulósico, sobre un 65%, pueden ser estabilizados en el bioreactor en un período entre 10 y 16 días, pero este tiempo muy largo le resta posibilidad a la planta, se le disminuye su capacidad de procesamiento, no es práctico. Pero si el residuo es normal y existe suficiente área de terreno disponible para un prolongado y eficiente curado, con buena mezcla, realizable cada tres (3) y cinco (5) días, aún cuando debe efectuarse un curado complementario, pero mucho menor, es eficiente.

Es muy conveniente recordar que la planta es una inversión alta y por lo tanto deberá rendir un máximo recomendable, por lo tanto su período de retención, no debe ser nunca mayor de tres (3) a cuatro (4) días.

El material digerido es descargado y transportado a una criba, de malla vibratoria, la cual rechaza el material que no pasa sus orificios cuadrados, de un (1) cm. de lado. Todo el material tamizado pasa por un desmenuzador o un molino, para uniformizarlo en tamaño, para su más fácil manipulación, aplicación y utilización.

Vidrio y otros materiales no orgánicos o de iguales características, son separados neumáticamente por medio de un chorro de aire, el cual pasa a traves de toda la masa.

El proceso ha sido modificado, con el agregado de lodos cloacales densificados, dando origen a un nuevo proceso llamado, DANO-SOCEA.

PROCESO NATURIZER.

El proceso se dice, es completamente cerrado, por realizarse dentro de un digestor con celdas.

Se carga el digestor con residuos sólidos, a los cuales se les han extraído, lo reutilizable y lo rechazable y luego es doblemente pre-acondicionado en molinos de martillos móviles.

La carga se efectúa por su parte superior o primera celda, de las tres que consta, el digestor, y las cuales están colocadas una sobre otra, en un eje vertical común. Un fondo móvil, mezcla y traslada lentamente los residuos desde la parte superior de la celda, la parte receptora, hasta la parte inferior o de descarga, en unas 24 horas lo cual constituye el período de retención en cada celda de su carga, luego se efectúa la descarga, la cual se ren-

liza en la parte superior de la otra celda o segunda celda efectuándose similares operaciones y se descarga en una tercera celda.

La tercera celda mezcla, traslada y descarga su material parcialmente procesado, en un desmenuzador secundario y desde allí es transportado el material a otro digestor casi igual al anterior, para tres (3) días más de procesamiento.

El producto, ya mejor procesado, se descarga en un tercer molino de martillos móviles, desde donde una vez acondicionado es transportado hasta una serie de cribas, para selección por tamaño; el material que no pasa a través de las mallas, es regresado e inicia el proceso completo de nuevo.

PROCESO JERSEY.

Es un proceso ligeramente diferente, en el cual un digestor cerrado de diseño un poco más refinado y la mezcla de los residuos sólidos con líquido cloacal espesado, son las diferencias más destacables.

Después de separado manual y mecánicamente lo reutilizable y lo rechazable, el residuo restante es cernido, para extraer el material particulado fino, que será luego mezclado, al final del proceso con el producto procesado. El pre-acondicionamiento se efectúa por medio de los equipos, un molino de martillo rígido y una desgarradora para obtener piezas y particulas de tamaño óptimo.

El material pre-acondicionado, es pasado por un peso automático donde se dosifica el polvo proveniente del cernido y el lodo espesado y luego todo es mezclado en un tambor mezclador. Todos los equipos están interconectados en su funcionamiento, con el fin de impedir que un paro, provoque situaciones de conflicto por acumulamiento excesivo de material.

La mezcla es cargada en el digestor, cilíndro de eje vertical, con seis (6) celdas, una debajo de la otra. La carga es recibida en la primera celda o superior, hasta una altura de 1.20 m.

En las celdas, existen perforaciones para el suministro de aire a la masa y un mecanismo para rotar, mezclar y descargar la masa a la celda inferior.

El aire es forzado a pasar por las perforaciones y la masa, al crearse un tiro de aire, por la diferencia de temperatura, la cual se eleva rápidamen

te hasta 75°C. dentro de la masa, a los dos (2) o tres (3) días de actividad.

Las celdas, cuya capacidad es de 50 toneladas de residuos mezclados, son descargadas en el centro de la masa de la celda inferior, sucesiva y simultáneamente.

La celda inferior o última,es descargada en el sistema de transportación, para conducir el material, hasta un silo de maduración.

Las celdas son descargadas diariamente, excepto un día, el domingo, por lo tanto, la masa de material permanece en el digestor durante siete (7) días.

El material descargado, tiene una alta rata de actividad bacteriana y por lo tanto la continuación del proceso se llevará alrededor de seis (6) semanas más, para su conclusión, en los silos o en las cámaras de maduración, las cuales tendrán el piso perforado, para garantizar la aireación del material y evitar el desarrollo de condiciones anaeróbicas.

PROCESO NUSOIL.

Es un proceso parecido al anterior, pero la rotación, mezcla y traslado de la masa, se logra con aspas giratorias dentro de la celda y a través de ellas, se insufla el aire, además, no se mezcla el residuo con líquido cloacal y se registra en forma escrita, las variaciones o incrementos de temperatura y se registra el tiempo, lo cual permite detectar posibles interferentes del proceso biológico que impidan la actividad bacteriana y no se logra aumento de la temperatura,lo cual obligaría a descargar automáticamente la celda,o todo el digestor si es necesario. Cada celda, tiene una capacidad de 35 toneladas de material.

PROCESO-SERI-SOFRATONE.

Proceso, en el cual después de descargar los residuos en una tolva receptora,estos son transportados hasta un separador y acondicionador mecanico Trommel, luego se efectúa una separación magnética, transportándose la masa hasta un separador por flotación SERI-SOFRATONE, posteriormente se procede a otro pre-acondicionamiento de los residuos, y a un proceso en el digestor durante nueve (9) días, por último se procede al curado por tres semanas adicionales.

VENTAJAS DEL DIGESTOR MECANICO.

Ventajas indiscutibles se obtienen con este elemento mecánico de proceso cerrado en una planta, tales como, ninguna influencia de las condiciones meteorológicas, control adecuado y siempre posible de la mezcla y de la aireación seguridad de operación y flexibilidad según la disponibilidad de terrenos para la planta y para el curado, siendo también posible el control de micro-organismos patógenos y de otros organismos y muy especial y eficazmente el control de las moscas.

COSTOS.

Para una planta con digestor mecánico, la inversión inicial es alta, se estima en la actualidad en 100.000 bolívares el costo de cada tonelada diaria de capacidad instalada y su operación, en unos 40 bolívares por tonelada por día garantizando un procesamiento de 4/5 de la capacidad instalada. No se menciona por ser cada caso muy especial, el valor de las áreas que serán utilizadas.

FERMENTACION CONTROLADA EN ACTIVIDADES AGROPECUARIAS.

Las dificultades que aparecen por lo disperso de las producciones por lo irregular de ellas y la necesidad de bajos costos operativos, dificulta el establecimiento de una planta para el procesamiento de los residuos sólidos producidos en la actividad agropecuaria, los cuales son muy selectos y excelentes para ser utilizados en este proceso y transformarlos.

Generalmente se usan silos o fosas, una o varias, con el objeto de proceder a su carga con el material producido alternadamente, siendo el material heterogéneo, como el de los establos por ejemplo, el cual está constituido por ramas, virutas para cama de animales, estiércol y orina en variadas proporciones.

La operación es manual y existe la tendencia a volverse inmediatamente anaeróbica, por la dificultad de mecanizar el proceso, lo cual solo es posible, en grandes establecimientos agropecuarios.

El número y el tamaño de las fosas y la mezcla para hacer el proceso aeróbico, dependen de la cantidad de residuos sólidos producidos y el tiempo necesario de procesamiento es bastante largo.

Aún en establecimientos agropecuarios pequeños, en granjas avícolas, polleras, pueden realizarse operaciones significativas de procesamiento, en pilas y filas mezcladas apropiadamente en forma manual pero que es bastante efectiva.

PLANTA EXPERIMENTAL..

Con el fin de realizar las investigaciones que permitieran aclarar las innumerables afirmaciones que se hacen acerca de las ventajas comerciales de la venta de un producto similar al abono químico, si se lograse tales condiciones en el producto procesado, aeróbicamente por fermentación controlada, ha sido efectuada la construcción de una planta, para en ella observar el proceso, el rendimiento y las características del producto final resultado del procesamiento de residuos sólidos de origen doméstico, urbano y comercial,específico por el método mencionado y descrito, de fermentación aeróbica controlada y además, agregando lodo cloacal densificado en proceso tipo de bandejas.

Fué instalada la planta en Johnson City Tenn. U.S.A. con una capacidad de 60 toneladas por día, en área de aproximadamente tres (3) hectáreas, adyacente a la planta de tratamiento de las aguas residuales de la ciudad y con posibilidad de traida y descarga de residuos sólidos, recolectados en una operación mixta y medianamente compactados.

La ciudad mantuvo en operación su relleno sanitario, con el fin de tener un sitio de disposición permanente de residuos,para el exceso, sobre la capacidad instalada, para lo no procesable y para estar en capacidad de resolver un problema de no funcionamiento o paro de la planta.

El proceso se muestra en detalle en un esquema de funcionamiento anexo, el cual es similar en casi todas sus partes, con solo ligeras variaciones, a los descritos.

Después de separar los residuos largos y peligrosos que pudieran dañar el mecanismo o el proceso, se realiza una operación manual de separación y otra magnética. El material rechazado alcanza, en promedio, un 25% en peso, del residuo que ingresa.

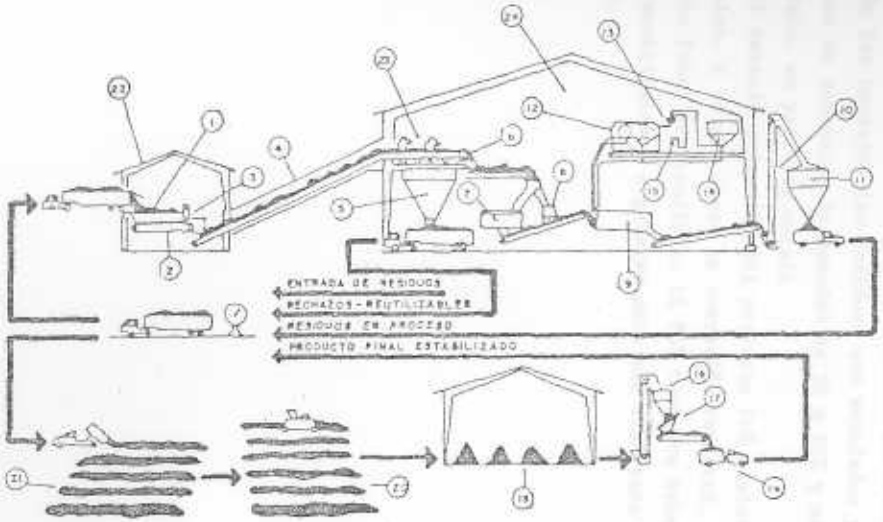


DIAGRAMA DE PROCESO DE FERMENTACION, CONTROLADA UTILIZANDO EL SUELO Y CON AGREGADO DE COMPUESTOS QUIMICOS Y LODO CLOACAL

1) Tolva de recepción
2) Mecanismo transportador y extractor
3) Compuerta de nivelación y peso
4) Correa transportadora de elevación
5) Tolvas de Reutilizables y de Rechazos
6) Separador magnético
7) Macerador (Pre-Acond. Residuos)
8) Desmenuzador (Pre-Acond. Residuos)
9) Mezclador Residuos + lodo cloacal
10) Elevador de Residuos Mezclados
11) Tolva Dep. Residuos Mezclados
12) Espesador de lodo.
13) Coagulador de lodo.
14) Tanque de almacenamiento de lodo.
15) Tanque Mezcla de compuestos quimicos.
16) Desmenuzador
17) Tamizado
18) Carga y Transporte
19) Curado y Almacenado
20) Mezclado
21) Colocacion Pilas - Filas
22) Recepcion
23) Separacion manual
24) Procesamiento

El lodo cloacal es mezclado con floculantes y espesado en un concentrador de sólidos, hasta obtener un contenido de agua de 85%, luego es agregado junto con otras sustancias químicas a los residuos en proceso. El líquido extraído del lodo se conduce de nuevo a la planta de tratamiento de líquidos cloacales.

En las bandejas los residuos son mezclados periódicamente, teniendo dichos residuos un contenido de humedad de 50 a 60% y necesitando al menos dos semanas de curado, en patio de curado.

El mercado potencial del producto fué explorado, mostrando las encuestas iniciales, y lo que luego la operación demostró, que solo el 10% del total del producto final era vendible. El 90% restante debe ser utilizado por las autoridades municipales o regalarse para ser utilizado en áreas muy distantes de la ciudad.