

R.S.U.

TRATAMIENTO Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS

por: José Baquero Franco*



TRATAMIENTO Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS (R.S.U.) PARA PRODUCCION DE COMPOST Y SU UTILIZACION AGRICOLA

La actual forma de vida conlleva la producción de una gran cantidad de residuos urbanos, con el consiguiente problema de su almacenamiento, lo que acarrea un muy grave problema medio-ambiental si este almacenamiento no se realiza en los llamados «vertederos controlados».

En España, se estima que solo un 25% de estos residuos van a ser «controlados», yendo el otro 75% a vertederos comunes cuando no a «vertidos salvajes». Pero aún en el supuesto de que todos los residuos fueran a «vertederos controlados», esta, de por sí sola, no es una solución idónea, ya que la misma provoca:

1. Necesidad de grandes espacios para vertederos.
2. Pérdidas de gran número de productos que son recuperables y perfectamen-

te reutilizables (papel, cartón, vidrio, plásticos, metales férricos y no férricos).

3. Pérdida de materia orgánica aprovechable.

4. Impacto ambiental, pues aunque el vertedero sea más o menos controlado no deja de producir efectos perjudiciales de olores, paisajísticos, etc.

Por todo ello, en el mundo llamado «desarrollado» se está llevando a cabo la creación de infraestructuras encaminadas al máximo aprovechamiento de los residuos, llevando a «vertederos controlados» exclusivamente las fracciones no utilizables para ningún fin. Estas infraestructuras tienen por finalidad:

- a) Máxima recuperación de elementos reutilizables.

b) Producción de abonos orgánicos mediante compostaje.

c) Vertido controlado de los productos no extraídos en los anteriores puntos.

d) En grandes ciudades, con una gran producción diaria de R.S.U., los apartados a) y b) se completaría con instalación de unidades incineradoras de las materias combustibles no aprovechadas en los anteriores apartados, produciendo energía eléctrica y reduciendo la cantidad de productos a vertedero.

España no debe quedar atrás, una vez más, en esta tendencia y debe seguir el ejemplo de otros países. Tal vez, y en este caso para bien, nuestro ingreso en la CEE y sus normativas, nos obligue a seguirlo.

PRODUCCION DE R.S.U.

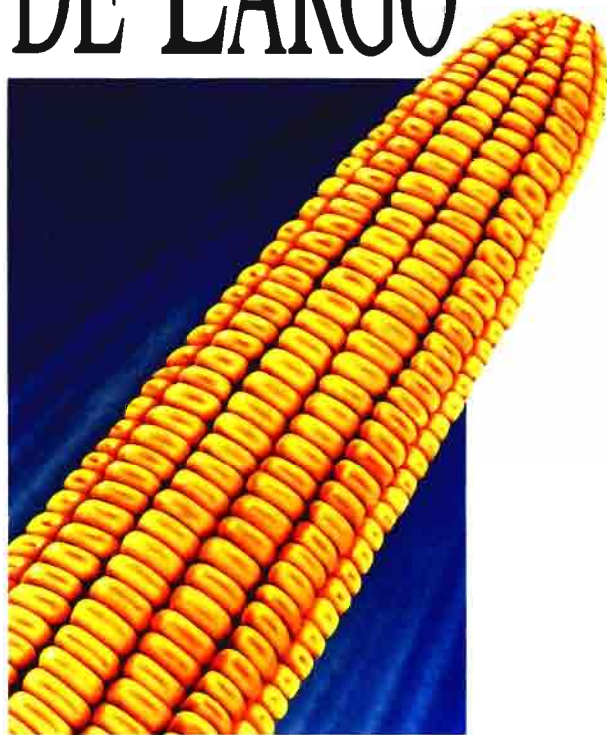
Aunque se dan diferentes datos, no siempre totalmente concordantes, en la literatura sobre estos temas, las cifras medias que se barajan sobre la producción de basuras en diferentes países europeos son:

PAIS	t/día
Alemania	102.000
Bélgica	12.000
Francia	59.000
Holanda	20.000
Italia	53.000
Noruega	7.000
Portugal	6.000
Suecia	10.000
Suiza	8.000
España	31.000

— Producción de compost y su uso agrícola

(*) Ingeniero Agrónomo.

MAICES QUE GANAN DE LARGO



Para sus siembras de ciclo largo, hay maices que llevan las de ganar.

Polaris, con un rendimiento excepcional y resistencia a toda prueba.

Eurodis, Nepris...

Toda la gama de Semillas Senasa

POLARIS
NEPRIS

EURODIS CORVAL ULIS

seleccionadas, comprobadas y seguras.

En su próxima cosecha siembre rentabilidad.

Siembre maices que ganan de largo.

Consulte al distribuidor Senasa o en su Cooperativa.



SENASA

Semillas con mucho campo.

Oficina Central:

Ctra. Pamplona-Huesca Km. 12. 31470
ELORZ (NAVARRA). Telf.: (948) 31 77 12.
Fax: (948) 31 78 15. Telex: 37692 SNV.

RAIN BIRD = RBE



ASPERSOR 46HPLUS : LO MEJOR AUN SE SUPERA

El 46HPlus se fabrica utilizando los moldes Rain Bird, y conforme a las especificaciones Rain Bird USA. El 46HPlus está hecho a partir de los mejores plásticos Derlin de clase virgen. La parte más crítica del aspersor, las juntas de los rodamientos, son importadas de Rain Bird USA.

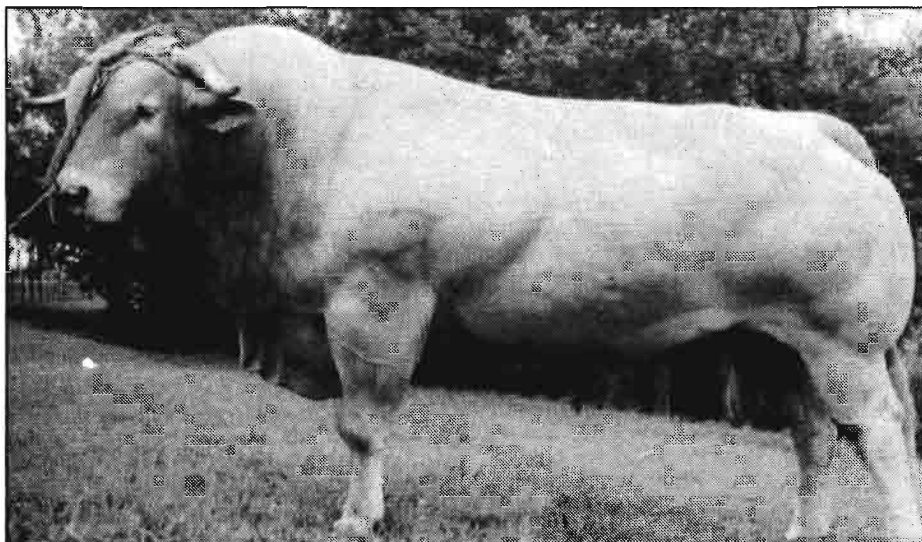
Con el nuevo modelo 46HPlus se puede obtener un rendimiento superior y un precio más económico con la calidad RAIN BIRD.

El 46HPlus ha sido, durante más de 20 años, el modelo a seguir por los aspersores de plástico de calidad. Y ahora lo mejor se hace incluso superior con la tobera de plástico especialmente diseñada para un rendimiento mayor. La nueva tobera de plástico dispone de una vaina alargada que evita la obstrucción formando parte integral del diseño. Así mismo el nuevo tapón de plástico especial reduce la turbulencia interna en el aspersor contribuyendo, de este modo, a que la tobera alcance un radio mayor.



RAIN BIRD IBERICA S.A.
Edificio Geurco Of. 109 - C/Puerto de los Leones, N° 1
28220 Majadahonda, Madrid, España,
Tel : (91) 639 40 55, Fax : (91) 639 52 98

RAIN BIRD.
MUNDIALMENTE PREFERIDA POR LOS PROFESIONALES



En España, esas 31.000 t/día equivalen a una generación media de 0,8 kg/día por habitante, de las cuales un 60% son basuras domésticas.

Como ejemplo de grandes ciudades, se da para Nueva York un valor de 1,25 kg/día por habitante. En Madrid y Barcelona se considera que esta cantidad es de 1 kg/día y habitante.

Aunque la composición de los R.S.U. son también variables dependiendo de zonas, los valores medios que se suelen utilizar para proyectos, indican la siguiente composición porcentual de los mismos:

Inertes	% en peso	Total % en peso
Metales	3,5	
Vidrio	7,5	
Cenizas y finos	3,0	
Total inertes		14
Combustibles		
Papel y cartón	19	
Plásticos	15,5	
Maderas, gomas, cueros y textiles	7	
Otros	0,5	
Total combustibles		42
Materia Orgánica		
Total		44

La densidad media (sin compactar) de los R.S.U. es de 0,25 t/m³ y la humedad del 50%.

Como norma general se puede decir que el tipo de R.S.U. que se procesan en las plantas de tratamiento, son los procedentes de:

- Basuras domésticas.
- Desechos de limpieza viaria y jardinería.
- Residuos sólidos de la limpieza de mercados, campings, hoteles, etc.

- Escombros transportados en los vehículos de recogida de basuras urbanas.
- Residuos industriales, no especiales, asimilables a los domiciliarios.

Los residuos que no son admitidos en estas plantas son:

- Escombros de obras de construcción.
- Residuos industriales tóxicos.
- Residuos de mataderos.
- Residuos clínicos.
- Elementos líquidos y pastosos.

- Residuos radioactivos.
- Animales muertos.
- Materiales enfriados previamente.
- Productos sólidos pulverulentos o fangos que presenten riesgos de polución química o toxicidad.
- Residuos inflamables.
- Residuos voluminosos (no recogidos por los sistemas convencionales de recogida domiciliaria).
- Otros residuos no asimilables a los R.S.U. o industriales especiales.

PROCESO DE TRATAMIENTO EN UNA PLANTA TÍPICA DE R.S.U.

Los residuos al llegar a una planta de este tipo es sometido a un proceso de tratamiento que incluye, normalmente las siguientes fases:

A) Recepción, Alimentación y Clasificación

Consistente en:

- Recepción y control a la llegada a la Planta de Tratamiento.
- Almacenamiento en foso de recepción.
- Alimentación por medio de puente grúa, dotado de pulpo multivalva, para alimentación a la línea de clasificación. Previamente el pulpo extrae del foso los elementos muy voluminosos (monstruos).
- Clasificación, triaje manual primario de pequeños monstruos, y cartón.
- Prensado de cartón.
- Cribado primario por trómel, provisto de malla de 100 mm y cuchillas rompedoras de bolsas. La salida del trómel da lugar a dos fracciones y por consiguiente dos líneas de tratamiento.

A.1) Línea de inorgánicos (rechazos de trómel de tamaños superiores a 100 mm)

Incluye:

- Triage manual de plástico blanco, color y cartón, aluminio, vidrio, maderas, cueros...
- Separación magnética.
- Depuración de chatarra magnética, que recupera chatarra férrea.
- Prensado de plásticos.
- Los materiales no separados al final de esta línea de inorgánicos constituyen el rechazo de la misma y se transporta en contenedores a vertido.

A.2) Línea de orgánicos (tamaños inferiores a 100 mm que atraviesan la malla del trómel).

Realizando:

- Separación magnética que recupera los materiales férricos para reincorporarlos a la línea de inorgánicos y su posterior recuperación.
- Salida a era de fermentación.

B) Fermentación materia orgánica.

- Volteo con volteadora autónoma en superficie.

C) Afino compost.

En él, se llevan a cabo las siguientes fases con objeto de depurar la fracción orgánica fermentada (compost) antes de proceder a su comercialización.

- Alimentación compost.

ECOLOGIA

- Cribado de afino por criba vibrante incommutable, de 15 mm de luz.
- Separación densimétrica.
- Eliminación de pesados, vidrio y cerámica.
- Captación de ligeros.
- Salida a almacenamiento.
- Rechazo de inertes a vertedero.

En estas operaciones el compost se criba y se somete a una separación densimétrica en la que se realiza una clasificación del material entrante en dos fracciones: la pesada, constituido por vidrio, cerámica, tierras y otros elementos inertes; y la ligera constituido fundamentalmente por compost. La primera de estas fracciones va a vertedero y la segunda se comercializa.

En los Diagramas n° 1, 2 y 3 se incluyen respectivamente un Diagrama Bloque de balance de materias y Diagramas de Flujo del Area de tratamiento y clasificación y Area de afino de compost.

PROCESO DE FERMENTACION

El proceso de fermentación de la mate-

ria orgánica contenida en los R.S.U. puede ser por vía aeróbica o anaeróbica. El sistema generalmente utilizado hoy en día para estos residuos es el aeróbico por dos razones básicas:

- Económica, al precisar una menor inversión por no ser necesarios digestores o fermentadores.
- Sanitario, al producirse un compost exento de bacterias patógenas.

La descomposición de la materia orgánica bajo los efectos de diversos factores biológicos, se produce en la naturaleza desde que la vida apareció sobre la Tierra. El hombre se ha esforzado en controlar y utilizar directamente este fenómeno natural para evacuar y recuperar, en condiciones higiénicas, los residuos orgánicos contenidos en los R.S.U., el producto final así obtenido ha recibido el nombre de compost.

La fermentación consiste en una transformación biológica de la materia orgánica contenida en R.S.U. para la obtención de un humus rico en microorganismos, conteniendo los factores de crecimiento y los oligoelementos necesarios para el desarrollo de las plantas.

Esta fermentación puede ser aerobia y anaerobia; la aerobia es con presencia de grandes cantidades de aire y la anaerobia es en ausencia total de aire. En ambos casos, bacterias, hongos y otros organismos saprofitos se alimentan de materias orgánicas, tales como: restos de comida, residuos vegetales, estiércol, excrementos, convirtiéndolas en productos más estables. El tratamiento para la fracción orgánica consiste en su «fermentación» que puede ser, como se ha indicado,

- aerobia
- anaerobia

Así pues, se puede definir el compost como una sustancia húmica estable obtenida normalmente por la fermentación aerobia termofílica, es decir en presencia del oxígeno del aire, de la fracción orgánica de los R.S.U. La obtención de un buen compost depende fundamentalmente de:

- Materia orgánica de partida.
- Proceso biológico de fermentación.
- Proceso mecánico de depuración y afino.

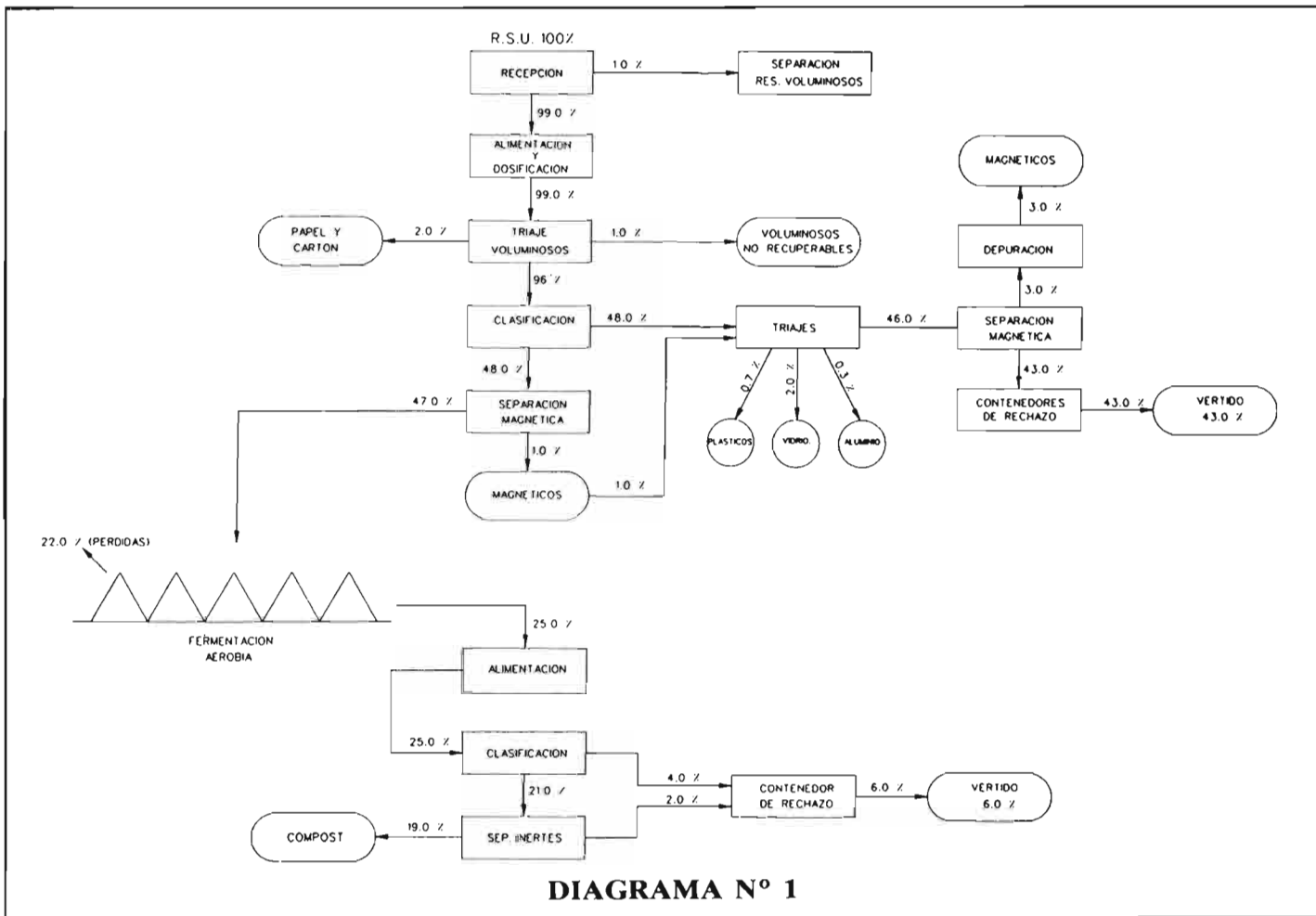
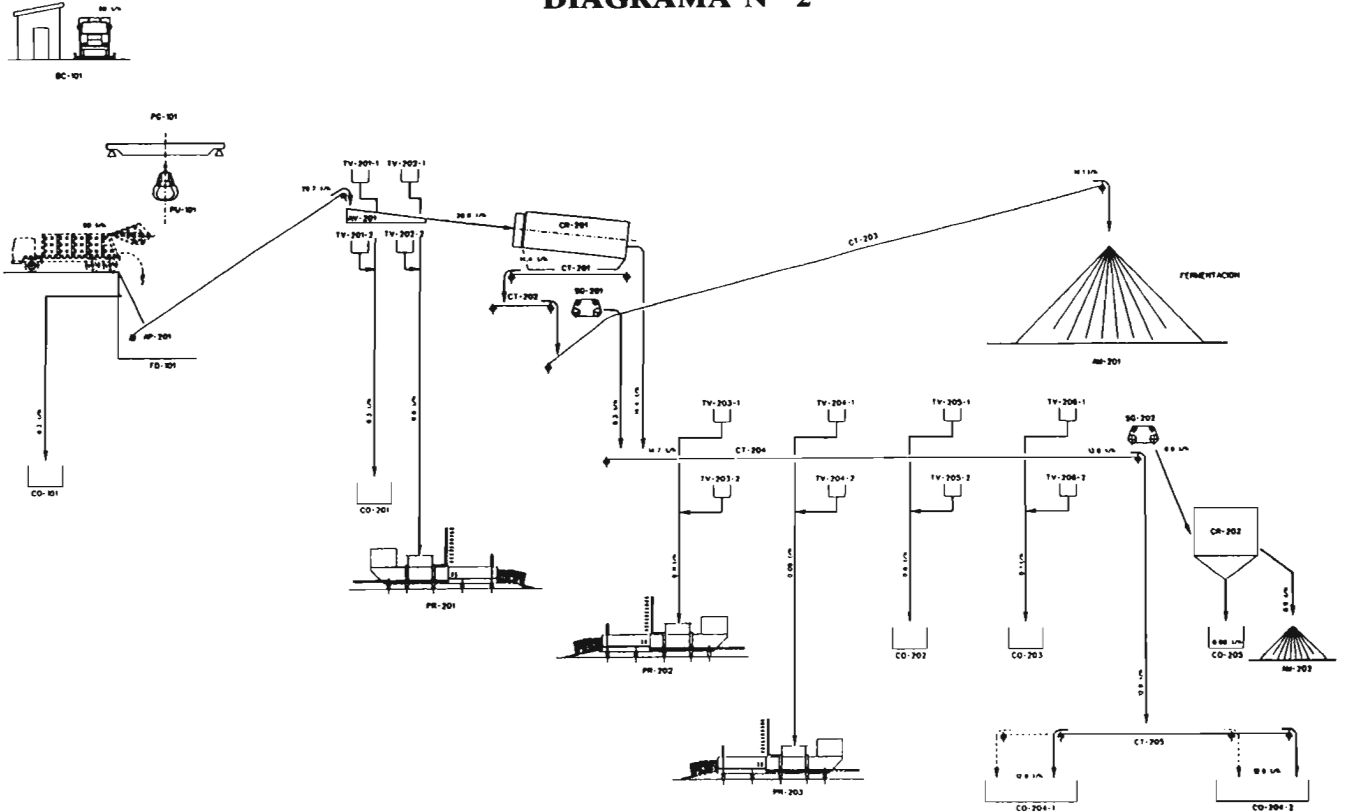


DIAGRAMA N° 2



Nº DEL EQUIPO	DENOMINACIÓN	CO-205	CONTENEDOR CON EL RECHAZO DE LA LIMPIEZA DE CHATAARRA	PU-01	PULPO AUTOMÁTICO ELECTROHIDRÁULICO
AP-201	ALIMENTADOR DE PLACAS	CR-201	CINTRA ROTATIVA DE CLASIFICACION	SG-201	SEPARADOR MAGNÉTICO LINEAS ORGANICAS
AM-201	ALMACENAMIENTO DE ORGANICOS	CR-202	CILINDRO ROTATIVO PARA LIMPIEZA DE CHATAARRA	TV-201-V2	SEPARADOR MAGNÉTICO LINEA DE HORMIGONOS
AA-201	ALMACENAMIENTO CHATAARRA LIMPIA	CT-201	CINTA DE RECORTADA DE FINOS 1300 mm	TV-202-V2	TOLVAS PARA RESIDUOS NO RECUPERABLES
AV-201	ALIMENTADOR VIBRANTE	CT-202	CINTA DE TRANSPORTE DE ORGANICOS	TV-203-V2	TOLVAS PARA PE BLANCO
BC-01	BANDEJA PARA CÁMERA	CT-203	CINTA DE TRANSPORTE A FERMENTACION	TV-204-V2	TOLVAS PARA PE VERDE
CD-01	CONTENEDORES PARA VOLAMNO RECUPERABLES	CT-204	CINTA DE TRIAJE	TV-205-V2	TOLVAS PARA ALUMINO
CO-201	CONTENEDOR PARA RESID NO RECUPERABLES	CT-205	CINTA DE RECHAZO	PR-201	PRESA PARA PAPEL Y CARTON
CO-202	CONTENEDOR PARA VERDE	FD-01	FOSO DE RECEPCION	PR-202	PRESA PARA PE COLORON
CO-203	CONTENEDOR PARA ALUMINO	PG-01	PUNTEO CINTRA	PR-203	PRESA PARA PE BLANCO
CO-204-V2	CONTENEDORES PARA RECHAZOS				

SISTEMAS DE PROCESOS POR VIA AEROBIA

Todos los sistemas están orientados a fomentar la optimización de los parámetros que regulan el proceso biológico, para obtener un buen compost en las circunstancias más favorables de menor espacio, menor tiempo de fermentación, menor producción de olores, además de una mejor calidad del producto final.

Básicamente se pueden distinguir dos sistemas: *En recinto abierto* y *en recinto cerrado*.

Compostaje en recinto abierto

Es el sistema más tradicional y el compost se almacena en parvas o montones al aire libre. Se puede realizar el proceso de varias formas.

— *En pila estática:*

Corresponde al sistema más antiguo y

se realiza en parvas de altura reducida y que no se mueven durante el proceso. La presencia de oxígeno es natural a través de los interespacios de la materia orgánica.

— *Por volteo:*

La aeración se consigue mediante volteo mecánico de toda la masa compostable dispuesta en grandes eras de fermentación. Este proceso dura de 6 a 10 semanas en función del ambiente y el grado de humedad y del oxígeno disponible.

— *Por ventilación forzada:*

La pila de fermentación es estática y se ha dispuesto de un sistema mecánico de ventilación por tubería o por canal empotrado en la solera. Las tuberías se conectan a un ventilador que asegura la entrada de oxígeno y la salida de CO2. Esta ventilación puede ser por impulsión o inyección de aire o por succión o extracción

del mismo. Este sistema de fermentación puede combinarse con el anterior por volteo, obteniéndose mejores resultados en tiempo y calidad de compost.

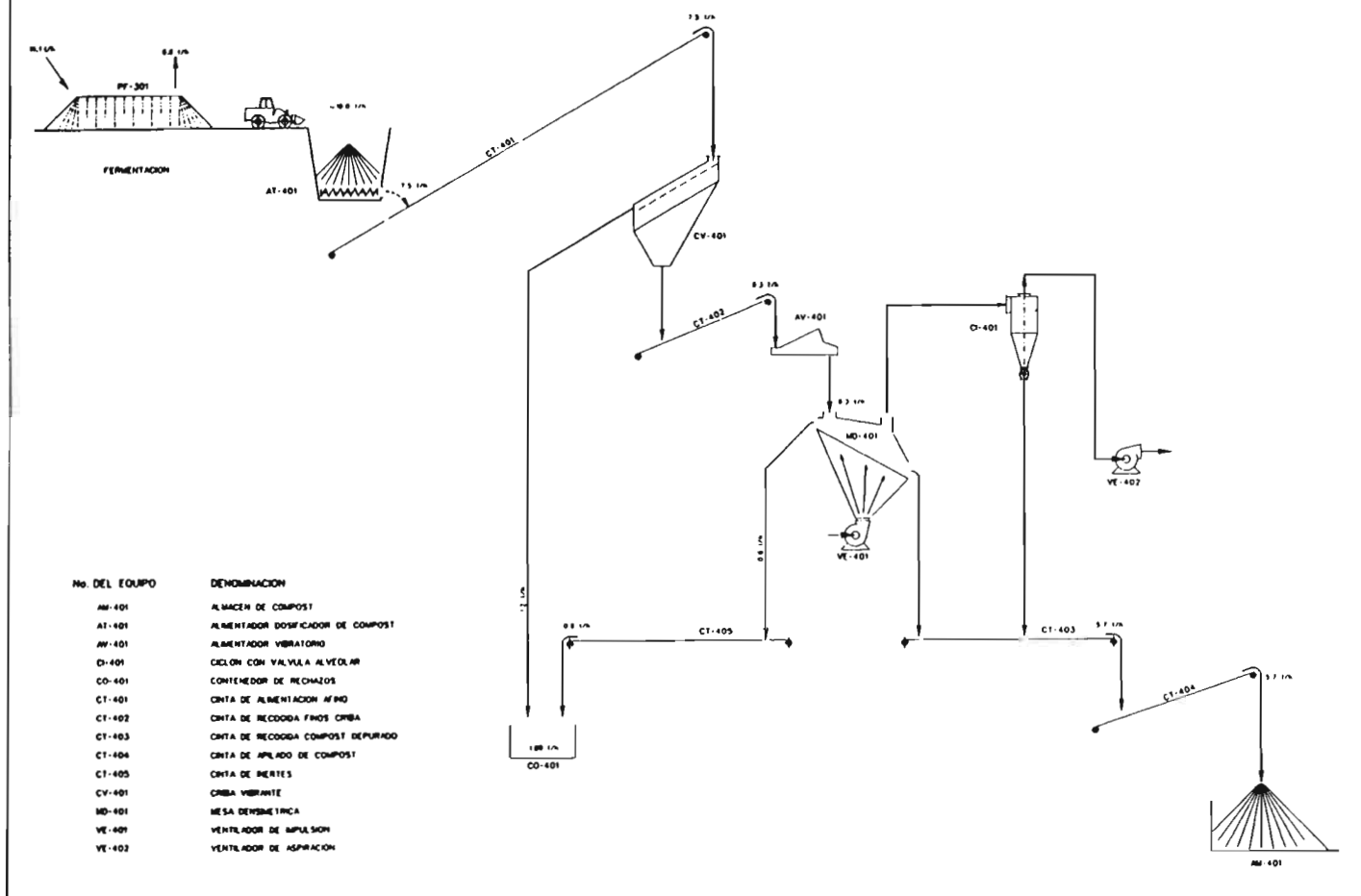
Compostaje en recinto cerrado.

Estos sistemas van encaminando a reducir las superficies de fermentación, lograr un mejor control de los parámetros de fermentación y controlar más los olores, al permitir la aspiración y depuración en biofiltro. La primera fase más activa de fermentación se realiza en un recinto cerrado y la segunda fase o de maduración se completa en parques abiertos o bajo cubierta. Algunos de estos sistemas son:

— *En celdas:*

La materia orgánica se coloca en celdas de hormigón sometidas a aireación y con sistema de recogida de lixiviados.

DIAGRAMA N° 3



—Bioestabilizador horizontal;

Consiste en un tratamiento mecánico continuo de la materia orgánica dentro de un cilindro de 2 a 3 m de diámetro que gira a una velocidad de 2 r.p.m. El tiempo de permanencia de orgánicos dentro del fermentador es de uno a tres días. Una vez concluida la fermentación, la fase de maduración se realiza en pilas estáticas.

—Fermentadores verticales:

Consta de un depósito vertical de grandes dimensiones, dividido en varias plantas. La materia orgánica se coloca en el piso más alto y mediante dispositivos mecánicos se voltea la masa a la vez que va pasando a un piso inferior. En algunos casos se suministra agua al inicio del proceso, pero normalmente llega por evaporación de las capas de los pisos inferiores, que están más calientes. Cuando la materia orgánica ha pasado al piso más bajo se da por concluida la fermentación y el compost pasa a maduración. El tiempo de permanencia en el fermentador es de una semana.

CALIDAD DEL COMPOST OBTENIDO

Como orientación se puede decir que el compost obtenido presenta la siguiente composición:

- Materia orgánica: 50-60% (s.m.s).
- C/N: inferior a 18.
- Granulometría: 99% inferior a 15 mm.
- Humedad: inferior a 30%.
- N.P.K.: entre 0,7 y 1,5% (para cada componente).
- Presencia de microelementos.

Importancia del compost o abono urbano desde el punto de vista agrícola

En la actualidad, los medios de producción están padeciendo una escasez de recursos, sin que el futuro parezca ofrecer mejores perspectivas. Los recursos hídricos, la energía y los fertilizantes químicos son cada día más caros, con riesgo de escasez y, sin embargo, diariamente se realizan vertidos masivos de residuos. El uso de residuos urbanos puede suponer una considerable fuente de energía, materia

orgánica, fertilizantes, oligoelementos, bacterias beneficiosas y recursos en general, pero su utilización debe ser cuidadosamente estudiada para evitar la contaminación del medio natural y cultivos. En todos los países del mundo, la higiene y la agricultura tienen relaciones muy estrechas. En las regiones agrícolas, la utilización de desechos de origen humano y animal presenta un gran interés, tanto por la salud, como para los cultivos. Pero estas cuestiones son muy importantes también en las regiones industrializadas por las siguientes razones:

- Las dificultades crecientes que presenta la evacuación de los residuos sólidos urbanos en las debidas condiciones sanitarias.
- La amenaza que pesa sobre fertilidad del suelo, por la desaparición del estiércol animal.
- Exigencias cada vez mayores de altos rendimientos de los cultivos.

La materia orgánica en la explotación agrícola

Las únicas fuentes de elementos ferti-

lizantes que se incorporaban al suelo para aumentar la producción de los cultivos han sido, durante muchos siglos, los residuos de cuadras y los restos vegetales. Posteriormente, con la incorporación a la agricultura de abonos de origen químico, los abonos orgánicos siguen jugando un papel muy importante en la explotación agrícola. Las tradicionales fuentes de materia orgánica para la agricultura van reduciendo sus volúmenes y esto exige el aprovechamiento de otras fuentes de orgánicos. Las causas de esta reducción del volumen de abonos orgánicos son las siguientes:

a) Transformación de la cabaña ganadera del país con progresiva supresión de animales de tipo y su sustitución por medios mecánicos.

b) Supresión de las camas de ganado a base de paja, serrín, maleza del monte, o restos de cultivos agrícolas. El elevado coste de estos materiales absorbentes de líquidos han dirigido la ganadería por caminos de máxima mecanización. En algunas estabulaciones cerradas de ganado, el estiércol, desprovisto de sustancias absorbentes, se recoge en suspensión líquida (purín) en fosas sépticas.

c) Aumento del número de explotaciones ganaderas «sin tierra» llevadas en un régimen de explotación intensiva, donde el estiércol, lejos de las explotaciones agrícolas, supone un grave problema de eliminación y contaminación, lo que obliga a instalar sistemas de tratamiento de este estiércol.

d) Aumento considerable de la demanda de productos agrícolas, madera y paja principalmente para la fabricación de celulosa.

Todos estos motivos explican la reducción considerable de las tradicionales fuentes de materia orgánica para las explotaciones agrícolas.

Efectos de la materia orgánica en el suelo

La materia orgánica es la principal diferencia entre un material geológico y un material agronómico. La materia orgánica origina en el suelo unos efectos con repercusión agronómica de gran interés. Los principales efectos son los siguientes:

a) Mejora las propiedades químicas del suelo al dotarle de macronutrientes tales como nitrógeno, fósforo y potasio así como de micronutrientes.

b) Mejora las propiedades físicas del suelo al reducir su densidad; aumentando la porosidad, la permeabilidad, la capacidad de retención de humedad y la oxigenación del suelo.

c) Mejora de la actividad biológica del suelo al actuar como soporte y alimento de los microorganismos.

INCINERACION

Cuando hoy se proyecta una planta de tratamiento de R.S.U. de gran capacidad, como sucede para el tratamiento en grandes ciudades, es conveniente incluir en el proyecto una Unidad de Incineración de los residuos no reciclables.

Esta Unidad incluye un conjunto incinerador-caldera que aprovecha el calor calorífico de los residuos para producir vapor de agua que posteriormente accionará un grupo turbo-alternador generador de energía eléctrica, de acuerdo con el siguiente proceso:

Los productos de alto poder calorífico procedentes de la fase de reciclaje, son depositados en un gran foso, dimensionado, normalmente con capacidad de dos días de tratamiento. En dicho foso, está situada una instalación complementaria de trituración de objetos voluminosos combustibles (mobiliario, neumáticos, colchones, etc...) que, debido a su gran tamaño, han de ser triturados antes de ser conducidos a los hornos de incineración. En el foso también se descargan, con cinta transportadora, los rechazos combustibles procedentes de la depuración de

compost. Los materiales combustibles depositados en el foso de incineración son transportados por los puentes grúa a los sistemas de alimentación de los hornos.

En los conjuntos horno-caldera se produce la combustión, generando vapor de agua que se usa para la producción de energía eléctrica mediante un grupo turbinas-alternador. El vapor de agua condensado se recircula al circuito.

Después de la caldera, los gases de combustión pasan a un proceso de depuración consistente en neutralización semiseca y filtro de mangas, que garantiza un grado de limpieza acorde con la normativa de la Comunidad Europea. Las escorias y cenizas consideradas inertes, son destinadas a vertido y significan un 10% aproximadamente de los residuos totales aportados a la Planta, lo que hace que el vertedero a instalar deba ser mucho más pequeño, o bien alargar considerablemente la vida del vertedero disponible.

A título de ejemplo, podemos citar que el Ayuntamiento de Madrid está realizando una Planta, próximo al vertedero Municipal de Valdemingómez, con capacidad de tratamiento de 1.200 t/d de residuos y un grupo incinerador-turbina-alternador de 28 MW.

LIBROS RECIENTES

• PLANIFICACION RURAL

Autor: Domingo Gómez Orea

(Coedición con el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación).

P.V.P.: 3.000 PTA

• IMPRO: UN MODELO INFORMATIZADO PARA EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL

Autores: D. Gómez Orea, J. Aguado, A. Quintana, T. Villarino, G. Escobar, M. Herrera y C. Bárcenas

P.V.P.: 2.500 PTA.

• EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL

Autor: Domingo Gómez Orea

P.V.P.: 2.500 PTA.

• SEMILLAS DE CEREALES Y LEGUMINOSAS

(Ponencias de un Seminario celebrado en Arévalo)

(En colaboración con el Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Centro y Canarias).

P.V.P.: 1.500 PTA.

PROXIMOS LIBROS

• ELABORACION DE ACEITE DE OLIVA VIRGEN

Autores: Luis Civantos, Rafael Contreras y Rosa Grana

• OLEICULTURA ANTIGUA

(El olivo; del pisado a la prensa; el refranero)

Autor: Andrés Arambarri