



La eliminación de las basuras y de los lodos que se generan en las estaciones depuradoras de aguas residuales urbanas, es un grave y serio problema que se presenta en cualquier ciudad del mundo. La incineración, el vertido y su aplicación al suelo agrícola pueden causar dificultades de índole medioambiental, sociológica y económica. Los problemas de medio ambiente se deben principalmente a la contaminación de suelos, del aire y de acuíferos, con diversos elementos inorgánicos y orgánicos, tóxicos y peligrosos, así como con diferentes microorganismos patógenos, tales como bacterias, virus, protozoos y huevos de gusanos. Las protestas y recelos sociales se producen por lo general como consecuencia de los desagradables y repugnantes olores que desprenden. Por todo ello, parece oportuno contemplar la fermentación aerobia de dichos tipos de residuos como otra posible vía alternativa de tratamiento y posterior eliminación e incorporación al binomio suelo-planta.

DE LA BASURA



Operación de descargar los lodos digeridos desecados que se generan en una planta depuradora de aguas residuales para su tratamiento vía fermentación aerobia.

UNA BUENA FERMENTACIÓN AEROBIA

Los principales parámetros que intervienen en la evolución y desarrollo de un buen proceso de fermentación aerobia son los siguientes: la humedad, el pH, la concentración de elementos nutritivos y el contenido de oxígeno.

Humedad: La descomposición de cualquier material biodegradable depende de su contenido de humedad. El mínimo valor en el que tiene lugar la actividad bacteriana oscila alrededor del 12-15%. No obstante, valores in-

feriores al 40% limitan bastante la velocidad de descomposición. El valor óptimo se encuentra comprendido entre un 50 y un 60%. Por encima del 60% no se consigue una adecuada integridad estructural.

La fracción orgánica de las basuras que se generan en la mayor parte de nuestro territorio posee un idóneo contenido de humedad, por lo que se convierte en un material que fermenta por regla general, 'casi solo', sin más que aportar periódicamente determinados volúmenes de oxígeno.

Los lodos desecados están por lo general demasiado húmedos como para satisfacer las óptimas condiciones de fermentación. El contenido de agua



Astillas procedentes de la poda de árboles para mezclar con lodos urbanos.

se debe reducir mediante mezcla con agentes de volumen, como astillas, fracción orgánica de las basuras, paja, y otros muchos residuos de procedencia agrícola y forestal. Estos elementos contribuyen también a mejorar la integridad estructural de la masa que va a fermentar.

Deben mezclarse lo más perfectamente posible con máquinas adecuadas, pues de lo contrario el aire tiende a formar unos canales y circuitos preferenciales a través de la masa, apareciendo bolsas anaerobias con el tiempo. Una vez obtenida la mezcla, se distribuye en pilas, debiéndose tener bien presente que éstas han de tener suficiente volumen para conseguir un adecuado equilibrio entre humedad y aireación, y además ser manejables, por lo que no conviene que sobrepasen los 2.5 m de altura, con sección triangular o trapecial, y anchura de

hasta 4-5 m. La mejor forma de determinar el contenido ideal de humedad de cualquier residuo orgánico biodegradable es a través de un balance de masas y de su correspondiente análisis económico en función de los resultados obtenidos.

“ El pH define el grado de acidez de un medio o producto ”

pH: El pH sirve para definir el grado de acidez de un medio o producto, considerándose el valor 7 como indicativo de un medio neutro; los valores

superiores a 7 indican alcalinidad y los menores, acidez.

Para el crecimiento de la mayoría de las bacterias, el pH óptimo varía entre 6 y 7.5, mientras que en el caso de los hongos está comprendido entre 5.5 y 8. No obstante, hay que tener presente que el pH varía a lo largo de la pila y durante la evolución y desarrollo del proceso, regulándose principalmente por sí solo. Un elevado pH inicial por haber empleado cal en la desecación de los lodos, solubilizará el nitrógeno del producto fermentado, denominado mantillo, con la consiguiente pérdida de este elemento al volatilizarse el amoníaco. Es difícil alterar el pH de una pila para conseguir un óptimo crecimiento biológico, habiéndose comprobado la poca eficacia de esta operación. Resulta fundamental partir de residuos o mezclas que gocen de un pH inicial óptimo.

Concentración de nutrientes: Tanto el carbono como el nitrógeno se necesitan como fuentes de energía para el crecimiento de los diversos microorganismos que intervienen en el proceso, quienes utilizan 30 unidades en peso de carbono por cada unidad de nitrógeno. Por tanto, la relación C/N ideal para una buena fermentación es la de 30. Las comprendidas entre 25 y 35 son las que proporcionan las mejores condiciones para un eficaz desarrollo del mismo.

El carbón que se considera en esta relación es el biodegradable. Valores más bajos incrementan las pérdidas de nitrógeno al volatilizarse en forma de amoníaco. Valores más altos conducen a un aumento progresivo de la duración del proceso, siempre que el nitrógeno llegue a ser un factor que limite el crecimiento y desarrollo de los microorganismos implicados en el mismo.



Fracción orgánica de las basuras para mezclar con lodos urbanos.

Oxígeno: En la masa a fermentar, las concentraciones óptimas de oxígeno oscilan entre un 5 y un 15% en volumen. El incremento por encima del 15% como consecuencia de incorporar aire, bajará la temperatura. Se requieren por lo general concentraciones superiores al 5% para mantener condiciones aerobias.

CONTROL DEL PROCESO

Para un buen proceso de fermentación es necesario que el residuo orgánico a tratar sea poroso, estructuralmente estable y con suficiente contenido de compuestos biodegradables, para que las reacciones de descomposición se mantengan por sí solas. El calor que se libere en la oxidación de las sustancias volátiles ha de ser suficiente para elevar la temperatura de la masa a aquella a que tienen lugar las reacciones, y para conseguir el grado de sequedad requerido en el producto final.

En la mayoría de los procesos de fermentación eficaces, las temperaturas oscilan entre 55 y 65°C. En la distribución de la temperatura a lo largo de las pilas influye el contenido de humedad, el grado de aireación, el volumen y forma de las mismas, las condiciones atmosféricas y el contenido de nutrientes. Así por ejemplo, la elevación térmica como consecuencia de la liberación de una determinada cantidad de calor, será menor en el caso



Parque para fermentar por vía aerobia los residuos biodegradables que se generan en una gran ciudad.

que exista una excesiva humedad, al utilizarse dicho calor para evaporar. Por otra parte, los bajos contenidos de humedad, disminuyen la intensidad de la actividad microbiana, con la consiguiente reducción de la cantidad de calor generado.

El control de la temperatura es fundamental para conocer el desarrollo del proceso de fermentación, ya que la evolución correcta de la misma refleja una actividad microbiana óptima y un equilibrio entre la aireación, la humedad y la composición de la masa.

La temperatura debe subir en el transcurso de las dos primeras semanas de forma continua hasta alcanzar los 55°C, por espacio de tres días como mínimo, para destruir los gérmenes patógenos y favorecer la rápida descomposición de los materiales. La temperatura máxima no debe sobrepasar los 70°C, para evitar elevadas pérdidas por oxidación de la materia orgánica y la muerte de microorganismos beneficiosos, conocida vulgarmente como 'suicidio bacteriano'.

Una vez que se alcanza la máxima temperatura, ésta permanece por espacio de tres o cuatro días. A partir de este momento, es decir, a las tres semanas de iniciado el proceso, disminuye la actividad microbiana como consecuencia de la transformación de la mayor parte de los sólidos volátiles, lo que se traduce en un descenso moderado y continuo de la temperatura, hasta alcanzar los 25-30°C, al cabo de seis u ocho semanas.

En este instante se da por concluida la fermentación al obtenerse un producto estabilizado, de color marrón negruzco, inodoro, con un contenido de humedad entre un 25 y un 30%, una granulometría de 10-15 mm, y una relación C/N en torno a 10, apto para su aplicación en agricultura, una vez que se haya sometido a un



Medición de la temperatura de una pila durante el proceso de fermentación aerobia de las basuras.

proceso de refinado o eliminación de inertes.

Otra importante característica a tener en cuenta es la flexibilidad. Un proceso de fermentación deberá funcionar continuamente, aunque se produzcan variaciones en el contenido de sólidos de los residuos y en el volumen a tratar. Resulta imprescindible prever los cambios que puedan producirse en el abastecimiento y suministro de agentes de volumen, así como las averías de los equipos.

Para conocer con cierta seguridad que la actividad que se está desarrollando en el proceso de fermentación es la adecuada, se deben controlar de forma constante en el interior de las pilas, la temperatura y el contenido de oxígeno. Los equipos que se requieren para ello son los siguientes:

1. Un analizador portátil de oxígeno.
2. Un termopar provisto de una sonda de unos 2 m como mínimo, y una escala de lecturas entre 0 y 100.

El control adicional de metales pesados, gérmenes patógenos y de algunos parámetros medioambientales, como la calidad del agua y del aire, permitirá la mayor seguridad respecto al buen funcionamiento del proceso.

■ DISEÑO DEL PROCESO

En la concepción de cualquier sistema de fermentación se marcan como objetivos principales la obtención de un producto estabilizado y exento de microorganismos patógenos. Por ello, su diseño se realiza con el fin de conseguir un grado de aireación óptimo y alcanzar temperaturas elevadas, supe-

riores a 50 (termofílicas), diferenciándose unos de otros en el grado o cuantía con que se logran ambos propósitos y en la forma de conseguirlo.

Para que cualquiera de ellos sea eficaz en lo relativo a la destrucción del patógeno, se tienen que dar las dos circunstancias siguientes:

- Que todo el material a fermentar quede expuesto a condiciones letales, bien de forma simultánea o bien sucesivamente.
- Que se deje el tiempo suficiente para que los mecanismos y factores letales puedan ejercer su acción de forma completa.

■ APLICACIÓN DEL MANTILLO O RESIDUO FERMENTADO

Aunque la utilización del mantillo procedente de las basuras y de los lodos de depuradora se extiende a la mayoría de los cultivos, su uso más frecuente es para jardinería y silvicultura, como compuesto que mejora o mantiene un equilibrio estructural adecuado del suelo.

Cada kilogramo de mantillo puede retener varias veces su peso en agua, lo que hace disminuir la escorrentía. Además, la infiltración en las tierras ricas en materia orgánica es mayor, debido a que sus coloides facilitan la formación de agregados, cementando

las partículas de menor tamaño del suelo. Indirectamente, también sitúa al suelo en mejores condiciones para defenderse de la erosión, ya que al haber más humedad disponible para las plantas, la vegetación estará más desarrollada, y no hay mejor freno para el agua que una vegetación tupida.



Estación depuradora de aguas residuales urbanas

■ CONCLUSIÓN

La fermentación aerobia de las basuras y de los lodos urbanos es la vía idónea y natural para tratar estos residuos biodegradables y solucionar la multitud de problemas de naturaleza social, medioambiental y económica, que causan en los grandes municipios del territorio nacional.

El desarrollo correcto del proceso transforma dichos residuos en una enmienda orgánica que mejora las propiedades del suelo, luchando de forma eficaz contra la erosión o pérdida del suelo, circunstancia que de no tomar drásticas medidas, transformaría gran parte de nuestro territorio, en un periodo no muy lejano, en una zona desértica.

Por todos estos motivos, esta vía alternativa de tratamiento aerobio está adquiriendo, día a día, mayor firmeza e implantación, desaconsejando, cada vez más, salvo casos y circunstancias extrañas, el tratamiento anaerobio de la fracción orgánica que contienen ambos tipos de residuos biodegradables, para aprovechamiento y potenciación de la energía del biogas. 🔥



Preparación de una mezcla de lodos urbanos con la fracción orgánica de las basuras.