

6. EL TRATAMIENTO DE LA MATERIA ORGÁNICA

Una vez que se ha dado lugar a una recogida realmente selectiva de la mayor parte de las fracciones que componen la basura urbana, posterior a las necesarias campañas de concienciación, sensibilización y educación, el siguiente paso vendría determinado por la necesidad apremiante de tratar aquella fracción que mayor porcentaje en peso tiene dentro de los residuos domésticos. En este sentido no se debe de olvidar que la normativa Europea prohíbe el vertido o diseminación de materia orgánica no estabilizada por los problemas que acarrea. Esto es lo que se viene haciendo en los vertederos actuales, incumpliendo todo tipo de normativa.

Aunque la materia orgánica suponga un 42% o más de la basura, no hay que olvidar otros residuos orgánicos que se generan en la sociedad, como los agroganaderos, bien en forma de purines, estiércoles, camas para ganado, sobras hortícolas, etc. cobran una relevancia fundamental puesto que suponen porcentajes todavía más elevados que los mostrados hasta la fecha y a los que también hay que buscarles una solución de tratamiento.

Aunque pudiera parecer extraño, también dentro del sector industrial y sus residuos, y más concretamente haciendo referencia a los RICIA, también la materia orgánica cuenta con un peso elevado. Ello es debido a que una parte importante de las empresas cuenta, a su vez, con servicios de comedor, catering, etc. Esto hace que las sobras de cocina sean relativamente abundantes. No obstante, aunque hasta la fecha las dos experiencias puestas en marcha para la recogida selectiva de los RICIA (Urnieta y Polígono 27 de Donostia) han dado magníficos resultados (la mitad de dichos residuos están siendo recogidos y reciclados), lo cierto es que tampoco aquí se ha abordado la recogida, también selectiva, de la materia orgánica. Si dicha cuestión se llevara a cabo se estaría hablando de porcentajes de reciclaje superiores al 60% y muy cercanos al 75-80%.

También hay una serie de industrias específicas, como mataderos, conserveras, centrales lecheras, comercios específicos (carnicerías, pescaderías, fruterías), que siguen aumentando la lista de generadores de residuos a tratar.

Todas estas fuentes de generación de residuos putrescibles o fermentables (aquellos que sufren diferentes procesos de putrefacción), son susceptibles de recibir el mismo tratamiento y la misma escala jerárquica o prelatoria que el resto de los residuos. En primer lugar se debería contemplar la posibilidad, también con respecto a la M.O.F. (Materia Orgánica Fermentable), de generar campañas de sensibilización que intentaran reducir la cantidad generada. Todo ello ahondaría, además, en procesos de justicia social y en no despilfarrar unos recursos cuando en otras partes del mundo son realmente escasos. De esta forma, reducción de la MOF y consumo eficiente pueden ir muy unidos dentro de dichas campañas. Una vez que se ha tendido a sensibilizar y educar a la población en la reducción y evitación debería

tenderse, lógicamente, a una recogida lo más eficiente posible. En este sentido, la recogida de la MOF cuenta con varias ventajas añadidas:

- Es el porcentaje más alto de basura doméstica con lo que estamos haciendo frente a la mayor cantidad de residuos.
- Se configura como una potencialidad a explotar puesto que puede dar lugar a dos productos perfectamente comercializables; compost y biogás.
- Detraemos de la bolsa media de basura casi un 50% de peso con lo que los volúmenes a transportar y tratar ulteriormente disminuyen considerablemente.
- Evitamos que la mayor fuente de contaminación del resto de los materiales (vidrio, papel, metal, plástico) sea retirada por otra vía con lo que, a su vez, los porcentajes de reutilización-reciclaje del resto de materiales ya reseñados crecen automáticamente.

Todo ello parece determinar como inevitable la urgente puesta en marcha de procesos de recogida selectiva también para la MOF. Sin querernos reiterar en cuestiones ya mencionadas, también y sobre todo de cara a la recogida de la MOF, el puerta a puerta se configura como la solución más idónea, ya que permite conseguir una fracción orgánica con el menor grado de impurezas (< 4-5%).

Una vez recogida la materia orgánica de forma selectiva, y con porcentajes de impurezas mínimos (4-5% como máximo), su tratamiento puede seguir varias vías. Lo fundamental es que la misma sea aprovechada teniendo en cuenta sus máximas potencialidades. Al respecto, hay que tener en cuenta que su aprovechamiento a través de su quema o incineración no lo es tal. Tradicionalmente la MOF ha sido el componente mayoritario de las basuras, con lo que las instalaciones de incineración cuentan con un handicap de partida; la propia MOF es muy rica en agua, con una media de contenido en peso que puede oscilar entre el 60 y el 70%, esto ha hecho que dichas instalaciones debieran contar con fuentes de materiales o energías que, con un mayor poder calorífico y de combustión, colaboraran en la incineración de la MOF. Todo ello ha dado lugar a dos modalidades diferentes:

- O se introduce un combustible externo a la incineración de la basura, normalmente gas o fuel.
- O se mezcla la materia orgánica con otros materiales, en el mejor de los casos provenientes de los mismos residuos, y que cuenten con un gran poder calorífico (plástico, papel, madera...). Automáticamente, esto hace requerir grandes cantidades de estos materiales con lo que se abren otras dos posibilidades:
 - O se importan desde el exterior.
 - O se detraen de la propia basura recogida con lo que los porcentajes de reciclaje se resienten notablemente al ver disminuidos los esfuerzos de sensibilización poblacional y el reciclaje.

En cualquier caso, las dos incineradoras a construir en Gipuzkoa nunca han referenciado de donde van a sacar dichas fuentes energéticas. Al respecto, habría que recordar que la Unión Europea, a través de las sucesivas directivas y diferentes documentos, ha ido restando prebendas a las incineradoras puesto que lo que en un principio era una “valorización” de materiales, que pasaban a través de su combustión, a convertirse en energía, ahora es tanta la energía inicial que muchas veces hay que emplear en estos procesos de combustión que la energía residual recogida al final no justifica, para nada, los gastos realizados en fuentes energéticas, inversión en maquinaria, inversión en adecuación e instalación, etc.

También es paradigmático el hecho de que aquellos países con apuestas fuertes fijadas en la incineración debido a la necesidad de producir energía eléctrica y generar agua caliente sanitaria y de calefacción, se estén dedicando a importar residuos seleccionados de otros, más o menos vecinos, puesto que, los gastos referenciados y las necesidades de amortización obligan a realizar estos transportes costosísimos y con grandes problemas sociales, ambientales, económicos, etc.

De esta manera, si la incineración se viene considerando como un método poco efectivo de aprovechamiento de la MOF, deberíamos pensar en otros. Todo ello nos lleva a proponer dos sistemas que, a día de hoy, cuentan con una gran efervescencia, se encuentran perfectamente desarrollados tecnológicamente y además muestran un mayor grado de eficiencia y sostenibilidad al no contar con problemas ambientales como los presentados por la incineración y mostrar, en cambio, una mejor aceptación social. Dichos sistemas serían:

- El compostaje.
- La Biometanización.

La calidad del producto final obtenido en los dos sistemas, depende de la calidad del residuo inicial que se cuenta para dichos tratamientos. Por ello es necesario que la materia orgánica inicial contenga la menor cantidad posible de impurezas, por lo que en cualquier tipo de tratamiento de la materia orgánica alternativo a la incineración, el método de recogida selectiva es fundamental para el tratamiento posterior.

Ambas formas de tratar, transformar y aprovechar la materia orgánica son perfectamente compatibles de manera que, en un espacio como el guipuzcoano, con una tipología de residuos ya descrita dentro del primer capítulo del presente plan, pueden tener perfectamente cabida teniendo en cuenta una serie de cuestiones previas:

- Se debería primar el compost sobre la biometanización puesto que los requerimientos de tecnología y, por tanto, de inversión, son mucho más abultados para la biometanización.
- Este orden prelatorio también deriva de la accesibilidad por parte del ciudadano a ambos métodos. Mientras el compost puede realizarse

dentro de la propia vivienda con unos requerimientos mínimos de terreno, la biometanización no cuenta con dicha posibilidad.

- La necesidad de cumplir el principio de proximidad que dicta que el residuo debe tratarse y aprovecharse lo más cercano posible al origen, hace que sean mucho más aconsejables instalaciones de compost doméstico, seguido de pequeñas plantas a nivel municipal de compostaje, para terminar con plantas pequeñas o medianas de biometanización por mancomunidad.
- Los fracasos rotundos que han cosechado las mancomunidades, atendiendo a la economía de escala, alejando del ciudadano el problema y haciendo que los vertederos se hayan colmatado, nos hace pensar y apostar en el sentido de potenciar siempre pequeñas instalaciones y descentralizar, en la medida de lo posible, el tratamiento de dicha materia orgánica fermentable.

Este orden prelatorio es el mismo que se va a seguir dentro de este capítulo, de manera se comenzará hablando de lo que significa la realización del compost, las diferentes modalidades y la salida a mercado que puede tener el resultado del proceso: el propio compost. Posteriormente se detallará en qué consiste la biometanización, cuáles son las diferentes posibilidades metodológicas y los resultados del tratamiento de la MOF por esa vía.

6.1. EL COMPOSTAJE

El compostaje es un proceso natural en el que se produce una descomposición de la materia orgánica mediante una población microbiana en un medio aeróbico.

Este proceso de realización del compostaje puede definirse como el primer proceso que el ser humano aplicó para fertilizar y mejorar la textura y estructura de los suelos agrícolas seguramente durante el Neolítico. Estamos, por lo tanto, ante un proceso relativamente antiguo que se basa fundamentalmente en transformar la materia orgánica a través de procesos en presencia de aire, por lo tanto oxígeno, lo cual ayuda a un determinado número de especies de bacterias, insectos e invertebrados, en general, a generar un producto, el compost, con un mayor grado de mineralización y con una mayor potencialidad para que pueda ser asimilado por las raíces de las plantas.

En definitiva, como tantos otros, el compost aplicado a los suelos viene a cerrar un ciclo que en la naturaleza se da de forma espontánea. Con ello, lo que es extraído del propio suelo a través de la producción primaria (plantas) y producciones secundarias (animales, hongos, etc.) vuelve a ser integrado dentro de la capa edáfica a través de la caída de las hojas, los excrementos, los restos y cadáveres que, mediante procesos más o menos complejos con una primera fase de descomposición anaerobia, otra de asimilación dentro de las primeras capas y otras últimas de mineralización hace que dicha materia complete el ciclo de la vida y la materia a través de su asimilación por las plantas y posteriormente otros organismos.

La fertilidad, buena textura y estructuración de los suelos agrícolas han dependido hasta hace muy poco tiempo (algo más de 1 siglo) de la estricta contemplación de este ciclo de manera que lo que era recogido a modo de cosecha anual debía ser devuelto o reportado al suelo a modo de compost, basura orgánica transformada, purines y restos de encame del ganado, etc. No obstante, en los últimos años la existencia de abonos de base química, la drástica reducción de la ganadería y la implementación de prácticas de explotación mucho más intensivas ha hecho que, en gran medida, la proporción de materia orgánica en suelo haya disminuido exponencialmente y gran parte de los suelos productivos a escala mundial se encuentren con unos problemas importantes.

De esta devolución en forma de materia orgánica más o menos transformada a la tierra dependía la cosecha del año. Incluso tradiciones milenarias como la agricultura de China, a partir de la inclusión de impresionantes cantidades de materia orgánica al suelo o el antiguo Egipto, con las recurrentes crecidas del Nilo que, en definitiva, aportaban todos los materiales arrastrados por el propio curso fluvial, en forma de un Loess o lúgamo fino constituido fundamentalmente por materia orgánica, han sido las que han ido respetando estos ciclos naturales de manera que, en su estricta contemplación y respeto residía y reside el éxito de las culturas basadas fundamentalmente en la explotación racional de la tierra.

El problema para el aprovechamiento de la materia orgánica de las basuras ha residido en que, en los últimos años, la irrupción de materiales muy heterogéneos y la no implementación de métodos selectivos de recogida se hayan ido perdiendo importantes cantidades, se haya interrumpido uno de los sectores del ciclo natural de la materia y se hayan generado, al contrario, importantes problemas ambientales, de salud y calidad de vida.

No obstante, hace algo más de un siglo y a través de la teoría de Liebig que reducía las necesidades agrícolas del suelo a la existencia de una reducida serie de elementos químicos (N, P, K) (Nitrógeno, Fósforo, Potasio...) hizo que no se tuvieran en cuenta otras cuestiones fundamentales como la necesidad de otros oligoelementos, microorganismos de la propia capa edáfica y la potenciación de una fauna propia del suelo y se diera paso a una enfebrecida utilización de los abonos inorgánicos que, en estos momentos, muestran una pujanza prácticamente monopólica y son controlados por grandes multinacionales que basan su cuota de mercado en una expansión tanto en cantidades a aplicar como en nuevos territorios donde asentase. Junto a ello, de unos años a esta parte han surgido importantes voces y opiniones más o menos científicas en el sentido de criticar esta desenfrenada utilización de fertilizantes químicos que dan lugar a diferentes procesos o problemas medioambientales entre los que podemos destacar:

- La pérdida gradual de fertilidad del suelo.
- El aumento de la erosión por la pérdida de ligninas.
- La generación de importantes contaminaciones edáficas y de acuíferos.

- La pérdida de calidad y en muchos casos contaminación de los alimentos obtenidos a través de fertilizaciones químicas.
- La aparición de una dinámica creciente en el sentido de que; cuantos más fertilizantes se echan mayor es la necesidad de seguir utilizando mayores cantidades de los mismos y de otras sustancias perniciosas como herbicidas y plaguicidas en general, derivados en gran medida por la propia depauperación de las cepas cultivadas.

Hoy en día, el desarrollo moderno de la pedología o edafología cuenta con un principio básico; el suelo no sólo vive de la aportación más o menos forzada de elementos químicos como el Sodio, Fósforo y Potasio, sino que requiere otros aportes y, sobre todo, un material como el compost que, además de fertilizar, propicia que el suelo se esponje y tanto su textura como su estructura mejoren con la inclusión de esta fuente natural de materia orgánica transformada.

La agricultura industrial está en estos momentos provocando la pérdida progresiva de la materia orgánica necesaria en el horizonte edáfico. Las tierras ibéricas, por poner un ejemplo, contienen un 1% de materia orgánica cuando, según los autores, se considera que un mínimo deseable podría estimarse, dependiendo del clima, de la vocacionalidad del propio suelo y de los usos que ha soportado y soporta, entre un 3 y un 6%. Alcanzar el 2%, es decir, incrementar sólo en un punto este contenido en materia orgánica supondría una aportación anual de 200 millones de toneladas que no se podrían alcanzar puesto que necesitaríamos emplear todas las fuentes de residuos orgánicos de la propia península (residuos domésticos, RICIAs, residuos agro-silvo-ganaderos, lodos de depuración, lodos de papeleras etc.) y además deberíamos seguir importando, por lo menos, un tercio del exterior.

En este contexto es donde cobra una especial importancia la aplicación de los residuos orgánicos fermentables propios e inherentes a nuestras basuras más o menos domésticas. De esta forma, su transformación en un abono de primera calidad y sin las trabas de los químicos, no sólo supondría una fertilización necesaria para los cultivos, sino un ahorro evidente en materias químicas, la supresión de estas fuentes contaminantes y el ahorro económico para el país de miles de millones de euros.

De esta forma, además, se puede afirmar que se matan varios pájaros de un solo tiro ya que, a las ventajas antes mencionadas, hay que añadir las ya apuntadas en el sentido de tratar de forma sostenible prácticamente la mitad de nuestros residuos domiciliarios e incluso otras modalidades y fracciones.

En España se producen anualmente 14 millones de toneladas de basura, de las cuales la mitad son restos de comida. Únicamente el 14% de los residuos, 2 millones de toneladas, son tratados para la obtención de estos abonos naturales. El resto, el 86% de la basura, en lugar de seguir la dirección lógica y ser devuelta al suelo se configura como un problema serio de contaminación medioambiental (Del Val, 1.997).

En Gipuzkoa la situación todavía es más alarmante, de las 109.102,1 toneladas de materia orgánica putrescible, generadas como residuos domésticos, no se está realizando ninguna experiencia organizada y oficial de compostaje y, de hecho, se puede afirmar abiertamente que a día de hoy el compostaje supone el 0%. Esto contrasta mucho más cuando, además de los datos de España, se toman otras zonas como Montpelier donde el Sindicato (Mancomunidad de basuras), es justo esa la cantidad de materia orgánica fermentable que va a compostar durante el 2.006. Incluso el norte de Italia donde con un clima y unas condiciones ambientales muy similares a las nuestras, la materia orgánica de los residuos domésticos de 8 millones de personas se está recogiendo de forma selectiva y tratando a través de diferentes modalidades de compostaje, generando más de dos millones y medio de toneladas año que pasan a enriquecer los suelos locales y regionales.

En el mejor de los casos, Gipuzkoa sólo alcanzará un pírrico 3,8% de compostaje para el año horizonte del PIGRUG, el 2.016.

Aunque la concentración de materia orgánica de los suelos de Gipuzkoa se encuentra por encima del 1% antes referenciado para la Península Ibérica, llegando en ocasiones hasta registros superiores al 7-8%, ello no quiere decir que los suelos de Gipuzkoa muestren una saturación de tal sustancia.

Viendo la evolución del sector primario de Gipuzkoa en los últimos años, donde el número de abandonos es creciente, ello ha obligado a aumentar el tamaño de las explotaciones para poder persistir. En algunas de estas explotaciones, y en las explotaciones sin tierra (gallinas ponedoras, conejos, cerdos etc.), la cantidad de abono orgánico que producen, es superior a la que pudieran gestionar adecuadamente en su explotación. Desde ese punto de vista y tomándolo de forma aislada, ese exceso de abono, podría considerarse un residuo. Así puede verse el reflejo de la situación actual, donde hay algunas parcelas saturadas de abonos orgánicos, pero una gran mayoría de la superficie agraria de Gipuzkoa que no reciben aporte alguno y donde su uso sería aconsejable, no solo como aporte de materia orgánica, sino como fertilizante. Para poder acometer este menester, es conveniente que esa materia orgánica (MO) esté tratada previamente. Por medio de estos tratamientos (compostaje los residuos sólidos y biometanización + compostaje de los líquidos), además de la estabilización de la MO, se consigue una higienización (eliminación de patógenos y semillas de malas hierbas) y la pérdida de olor desagradable que muchos de estos productos tienen antes de su tratamiento.

Es hora ya de que el sector primario, que es el gran olvidado de todos y al que solo se recurre para sustraerle sus mejores parcelas para otros usos, sea puesto en valor convenientemente. En esta sociedad, todos los sectores son fundamentales. Al igual que se está dispuesto a gastar importantes cantidades de dinero para la gestión de la basura que la sociedad genera, se deja en manos de un sector primario convaleciente o en peligro de desaparición, la necesidad de tratamiento de sus residuos.

No hay que olvidar que si se llevase una política de considerar estos residuos ganaderos como un residuo orgánico más que la sociedad genera, tratándolos adecuadamente, el sector primario sería el que podría consumir gran parte del compost generado a partir de los residuos ganaderos y de la MOF procedente de la basura seleccionada en origen.

La materia orgánica también se encuentran en altas concentraciones, pero poco asimilables, en el suelo de uso forestal, de gran importancia por su extensión e importancia económica; el forestal, mayoritariamente de repoblación. La especie que domina dentro de estas explotaciones suele ser el Pino de Monterrey o Pino Insigne (*Pinus insignis*). En cualquier caso, dentro de estas explotaciones y, en general, dentro de los suelos dedicados a bosque, la situación real es que los horizontes superficiales del suelo (O fundamentalmente), cuentan con unos porcentajes muy elevados derivados del amontonamiento de las hojas y ramas caídas. Todo ello hace que la fauna edáfica y las cepas bacterianas descomponedoras y mineralizadoras no puedan hacer frente a tan elevado aporte. No obstante, en los horizontes más profundos (A, B, D...) se da otra situación muy distinta, con escasa materia orgánica perfectamente mineralizada y, por tanto, asimilable por la propia vegetación. En resumen, aunque existan cantidades importantes de materia orgánica, no siempre puede indicar que ésta haya alcanzado un grado de madurez necesario para que pueda ser relativamente fácil de absorber o asimilar por la vegetación. Al contrario, la aplicación del compost puede hacerse no sólo en superficie, sino con técnicas de profundización a otros niveles más profundos, lo cual no tiene porqué significar una relativa saturación o eutrofización del suelo, sino que permitirá una mejor asimilación por la planta y una aceleración en la descomposición de toda esa biomasa propia de las zonas boscosas.

6.1.1. La función sobre los suelos de la materia orgánica

La materia orgánica en el suelo se compone de las raíces y todos aquellos restos de materia vegetal caídos en el suelo, los micelios de los hongos, gusanos, insectos; invertebrados en general, restos y cuerpos de animales en descomposición, excrementos de los mismos, etc. Sin embargo, la mayor parte de esta materia orgánica aparece en ciertos grados de descomposición, con unos tonos marrones oscuros o negros y es denominada genéricamente como humus. Como se he referenciado anteriormente, la mayor parte del proceso de humificación y asimilación de esta materia prima por parte del suelo depende de un número de cepas bacterianas y hongos. Con ello, dentro de unos cuantos gramos de suelo fértil, aproximadamente un puñado, se pueden encontrar hasta 80 millones de individuos microscópicos. Además de esto, dentro de este conjunto que determina la cantidad de materia orgánica en suelo, la mayor parte de la misma entre un 85 y un 90% se encuentra conformando lo que anteriormente se ha definido como humus (Del Val, 1.997). Con ello, podemos llegar a pensar que cuando nos referimos a la cantidad de MO en tierra o suelo lo estamos haciendo, en gran medida, con respecto al humus existente.

La función de dicha materia orgánica edáfica va mucho más allá de la simple fertilización del mismo. En general se pueden determinar las siguientes ventajas:

- La capa húmica está soportando y albergando una gran cantidad de especies más o menos microscópicas esenciales para la correcta transformación de la materia orgánica y para completar de forma óptima las etapas más importantes del ciclo de la materia dentro de la naturaleza.
- La capacidad de absorción de agua por parte del humus hace que mantenga una gran cantidad de la misma retenida dando lugar a una mayor capacidad de soporte hídrico, a una mejor circulación del líquido elemento dentro de los diferentes horizontes edáficos y a una mayor disponibilidad de agua para las plantas y el resto de organismos.
- Mejora y aumenta la capacidad de ofrecer nutrientes para las plantas, hongos, etc. De esta forma, los compuestos generados entre el humus y las arcillas del suelo cuentan con una mayor capacidad de retención de los nutrientes solubles que, de otra manera, serían arrastrados a horizontes mucho más profundos, con mayor rapidez y, por tanto, las plantas no podrían acceder a los mismos.
- Dichos complejos arcillo-húmicos se comportan como un verdadero reservorio de oligoelementos necesarios para la vegetación: magnesio, calcio, potasio, sodio, manganeso, hierro, etc.)
- Mejora la textura fundamentalmente de los horizontes superficiales, de manera que los enriquece y esponja y, por ello, cuentan con una mejor estructura que ayuda a la producción de biomasa por parte de los organismos autótrofos.
- En momentos del año con temperaturas bajas (invierno), sus tonos oscuros favorecen el mejor y más rápido calentamiento del suelo facilitando la actividad microbiana y la producción primaria.
- Se establece como un verdadero reservorio de CO₂ al tomar cautivo dicho compuesto, de manera que se va liberando mucho más lentamente que si fuera expulsado a la atmósfera a través de procesos como la combustión dentro de una incineradora.

Mientras el proceso de humificación de la materia orgánica es muy complejo y agrupa muy distintas reacciones químicas favorecidas por toda la gran masa macro o microscópica edáfica, el compost supone la maduración de la materia orgánica de nuestros residuos fermentables o putrescibles de una manera más rápida y, por lo tanto, puede ofrecer una cantidad de “humus maduro”, muy superior al suelo con lo que romper este déficit profundo y prácticamente endémico generado en los últimos años.

6.1.2. El proceso de compostaje, condiciones y etapas

En general, aunque existen diferentes modalidades que posteriormente se describirán y analizarán, el proceso de compostar supone imitar lo que está ocurriendo en cualquier suelo de bosque. Esta actividad, como se comentó anteriormente no es nueva, sino que lleva una gran parte de la vida del ser humano junto a él. Dicho proceso consiste en apilar convenientemente la

materia orgánica de los residuos (desperdicios de la cocina; tanto vegetales como pescado, carne, etc, purines y excrementos del ganado, cama del mismo, hojarasca, residuos de poda y jardinería, etc.) de manera que manteniendo un determinado grado de humedad y cierta aireación (recordemos que las cepas bacterianas que generan dicho proceso deben estar en contacto con su fuente de respiración, el oxígeno atmosférico), den lugar a un proceso de fermentación que puede comportar altas temperaturas (50-60-70º) y, con ello, la desaparición de los posibles patógenos que pudieran existir dentro de estos materiales de desecho. Al final, unas cuantas cepas bacterianas serán las que conviertan dichos residuos en un producto final denominado compost y perfectamente aplicable a cualquier tipo de suelo.

Aunque la técnica se ha desarrollado desde tiempos inmemoriales, como padre del compostaje moderno habría que citar al inglés Albert Howard que desde 1.905 a 1.947 desarrolló un sinfín de experiencias donde, teniendo en cuenta las tradiciones milenarias de los agricultores indios y los conocimientos modernos de la edafología, dio lugar a un nuevo método de compostaje que se denominó como Indore. En realidad, su experimentación se basó en diferentes puntos hoy en día tomados como esenciales:

- La mezcla conveniente de una serie de residuos diferentes y en una proporción equilibrada entre las fuentes de carbono (residuos de poda, jardinería, restos de verduras, etc) y las de nitrógeno (restos de carne, pescado, purines o excrementos)
- Guardar una proporción exacta de 1 parte de nitrógeno por 3 de carbono. Algo relativamente sencillo puesto que, hoy en día, los residuos domésticos en gran medida llevan esa proporción.
- Establecer sistemas para la fermentación aerobia de manera que todos los componentes se mezclen convenientemente, y cada cierto tiempo sean volteados de cara a que en el centro de la pila no se originen procesos de fermentación anaeróbica.
- Mantener una humedad estable que no se vea reducida o incrementada considerablemente puesto que los dos extremos pueden ser perniciosos.

Como se ha comentado anteriormente, la pila de compost debe cumplir todos estos requisitos y alguno más, de esta forma, la masa no entra en fermentación si no existe una cantidad mínima. Todos los sistemas de compostaje suelen ser sensibles a esta cuestión de manera que se dimensionan para poder albergar esta masa crítica. En definitiva, si seguimos el sistema tradicional y no tecnificado habría que tener en cuenta la adecuación de un cerrado con malla o red pero que dejara pasar el aire y donde la mezcla alcanzara un metro y medio de espesor. Esta es una de las cuestiones fundamentales.

6.1.2.1. Factores que influyen en el compostaje

- **Relación carbono/nitrógeno: C/N**

El sustrato a degradar debe de tener los nutrientes necesarios para alimentar la masa celular microbiana, ser fuente de energía para los microorganismos y propiciar la formación de enzimas.

En general las bacterias necesitan 25-30 veces más de carbono que de nitrógeno, es decir una relación C/N 30/1.

Según sea el tipo de sustrato a compostar pueden darse una serie de problemas que pueden ser reducidos a dos;

- **Si la relación C/N es alta**, los microorganismos necesitan la generación de muchas células (varios ciclos de vida para poder consumir el exceso de carbono en forma de CO₂, por lo que se alarga el proceso.
- **Relación C/N baja**: hay exceso de nitrógeno que no puede acoplarse a la estructura bacteriana, produciéndose una pérdida de nitrógeno normalmente en forma de amoniaco (volatilización del nitrógeno), se producen malos olores. Por eso conviene la mezcla de productos de forma que la pila final tenga una relación C/N de 30.

A continuación puede verse la tabla:

Cantidad de C/N de diferentes materiales orgánicos	
Residuos domésticos (FORSU)	15/1
Madera	6/1
Papel	170/1
Hojas (según el tipo de hoja)	Entre 40/1 y 80/1
Residuos de fruta	35/1
Estiércol de vaca	20/1
Tallos de maíz	60/1
Paja de trigo	80/1
Alfalfa	13/1
Humus	10/1
Trébol	16/1
Leguminosas en general	25/1
Paja de avena	80/1
Serrín	500/1

Tabla 6.1. Cantidad de C/N de diferentes materiales orgánicos.

Por ejemplo una mezcla de un:

- 40 % residuo doméstico (15/1)
 - 30 % estiércol vacuno (20/1)
 - 20 % paja (80/1)
 - 10% residuo frutería (35/1)
- C/N = 31.5

- **Presencia de oxígeno o aireación correcta**

Para que la fermentación aeróbica se produzca en las debidas condiciones, es necesario que el oxígeno llegue a toda la masa a compostar (3 a 5 %).

Para eliminar el calor generado en el proceso y favorecer la eliminación de CO₂ y agua producidos. Los problemas de una:

- *Aireación excesiva*: Enfriamiento excesivo de la masa, dificultando el alcance de la temperatura termofílica (60-70 °C).
- Alargando el proceso aumentando los costes y dificultando el compostaje.
- *Aireación deficiente*: Fenómenos de anaerobiosis, por lo que supone olores desagradables.
- Alargamiento del proceso.

- **Temperatura**

Los microorganismos obtienen la energía necesaria para su desarrollo mediante la oxidación del carbono presente en la masa a compostar. Parte de esa energía es utilizada en su metabolismo y el resto se elimina en forma de calor, aumentando la temperatura de la masa.

Cada grupo de microorganismos necesitan una temperatura óptima para su desarrollo y a partir de una temperatura decrece su actividad.

- **Humedad**

Los microorganismos requieren cierta cantidad de agua para sus actividades metabólicas.

El óptimo es de 60-65% de humedad. El mínimo estaría en 30-40%. El máximo depende del tipo de material a compostar, ya que es necesario que se mantengan los microporos para la circulación suficiente de oxígeno. De esta forma con materiales rígidos (turba, astillas, aserrín etc.), puede compostarse con humedades más altas (70-90 %), mientras que los que se apelmacen con mayor facilidad (FORSU, ganaderos, vegetales), con humedades más bajas (50-55 %).

Puede ocurrir que se de un descenso de temperatura en la masa a compostar de forma rápida. Esto quiere decir no que se ha estabilizado la pila, sino que la falta de humedad ha parado la fermentación.

- ***El tamaño de partícula***

Esto conviene tenerse en cuenta ya que partículas muy pequeñas favorecen la compactación. Por otro lado aumenta la superficie de ataque microbiano, por lo que hará falta partículas de 1 cm con sistemas de aireación correcta y de 5 cm si es más deficiente.

6.1.2.2. Fases del proceso de compostaje

- ***Fase mesofílica 15 – 40°C***

Al comenzar el proceso, la masa es atacada por microorganismos mesófilos (fundamentalmente bacterias y algunos hongos). Éstos atacan el material orgánico más simple (azúcares solubles, ácidos orgánicos, grasas, proteínas etc.) , hasta que la temperatura de la masa alcanza los 40°C.

Las bacterias se acostumbran al nuevo medio y comienzan a experimentar crecimientos exponenciales para dar lugar a una masa de microorganismos que puedan iniciar la transformación de toda esta materia orgánica. Esta fase puede durar entre 4 y 8 días.

- ***Fase termofílica 40-70 °C.***

Necesaria para matar patógenos para animales y plantas, malas semillas, etc.

A partir de los 40 °C comienza la actividad de los microorganismos termófilos (hongos, bacterias...) y comienzan a aparecer actinomicetos. Éstos atacan estructuras más complejas (almidones, pectinas, celulosas y finalmente ligninas). Esos primeros microorganismos o cepas bacterianas que iniciaron el proceso de descomposición deben ser sustituidos por otros que profundicen y continúen con el mismo. Concretamente, los primeros son sustituidos precisamente por otros que puedan desarrollar sus ciclos biológicos en presencia de temperaturas altas (entre 50 y 75°). Durante esta fase además, se dan una serie de cuestiones necesarias como que, gracias a estas altas temperaturas los posibles patógenos existentes en la mezcla desaparezcan o sean reducidos al máximo. Además, las semillas de malas hierbas son destruidas puesto que, en la mayor parte de los casos, dichos embriones no pueden soportar las mencionadas temperaturas. Esta es la fase más prolongada en el tiempo, puede durar, dependiendo de los sistemas, desde 2 semanas a varios meses (2 a 3) y también es la etapa que mayor y mejor control de la pila requiere.

A partir de los 70 °C decrece la actividad microbiana por lo que se produce un enfriamiento de la masa.

- ***Enfriamiento de la masa***

En este momento todavía no ha finalizado el proceso. Abunda su contenido en lignina y por todo ello se denomina COMPOST JOVEN.

En el compostaje en pilas, las tres fase anteriores se producen relativamente rápido:

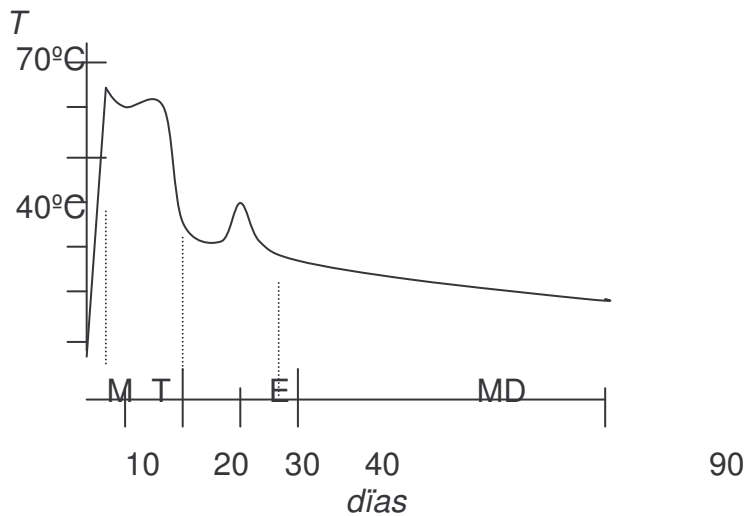


Figura 6.1. Proceso de compostaje en pila

- **Maduración de la masa**

Es un proceso más o menos largo, en el cual el componente más indigestible de la fibra, la lignina, es modificada mediante reacciones secundarias complejas (de condensación y polimerización), dando lugar a moléculas orgánicas menos biodegradables o más estables.

A partir de los componentes orgánicos dejados por la anterior fase, ahora se generan coloides húmicos, hormonas, vitaminas, antibióticos y otros elementos que favorecerán considerablemente el desarrollo y crecimiento vegetal.

En esta fase se producen fenómenos de humificación y mineralización. El mayor problema es definir cuando se da por finalizado el proceso, pudiéndose categorizar la madurez desde un sentido :

- Biológico: Cuando ya no presenta sustancias fitotóxicas para las plantas. Se utilizan ensayos de germinación para su determinación.
- Químico: A demás de no ser fitotóxico debe de estar suficientemente estabilizado.

Parámetros para su cuantificación: Relación C/N, CIC (capacidad de intercambio catiónico), Incremento del N nítrico/N amoniacal, grado de descomposición de la materia orgánica, el color, pH etc.

En función de estos parámetros se puede hablar de:

- **Compost fresco**: Aquel que ha finalizado la fase termófila, habiéndose eliminado los patógenos. Se ha producido descomposición de la materia pero no humificación. Se puede utilizar en la preparación del suelo entre cosechas, pero no directamente sobre cultivos.
- **Compost**: Ha experimentado una fase de maduración, pudiéndose utilizar sobre cultivos. No se recomienda como sustrato de crecimiento por estar en contacto directo con las raíces.
- **Compost curado**: Tras un periodo prolongado de humificación y mineralización, el producto está altamente estabilizado. Puede utilizarse para cualquier uso agronómico, incluso como sustrato.

Junto a las cuestiones referenciadas hay que tener en cuenta que el punto de partida debería contemplar la posibilidad de triturar toda la materia orgánica compostable. En definitiva, lo que se realiza a través del proceso de triturado en una mayor y mejor mezcla de las distintas fuentes de carbono y nitrógeno y, a la vez, someter a una mayor superficie de ataque por la microflora y una mayor aireación de todas las partículas, siempre que se mantenga la estructura suficiente en la masa que evite su apelmazamiento. Junto a ello hay que tener en cuenta que la humectación o grado de humedad de la masa debe partir de un nivel cercano al 50%, que debe ser mantenido durante las primeras dos fases para descender gradualmente en la última hasta el 30%. En lo que respecta a la temperatura, como se ha afirmado anteriormente, al final de las dos o tres primeras semanas deberían alcanzarse las mayores temperaturas, en torno a 60-70º para ir descendiendo posteriormente. Si dicha condición no se cumple normalmente suele ser debido a que la aireación no es la adecuada y además obtendremos unas reacciones que despidan cierto olor derivado de los procesos de fermentación anaeróbica. Por último, cuestiones como la acidez o pH no suelen contar con excesiva importancia. Lo normal es partir de una mezcla más o menos homogénea con grados de acidez cercanos al 5,5, ó 6 y terminar, al final del proceso, con un pH ligeramente alcalino 7 u 8 que, además, es muy aconsejable para los suelos de zonas relativamente lavadas a través de la precipitación. De hecho, todos los suelos de Gipuzkoa muestran precisamente una tendencia hacia la neutralidad (aquellos sobre sustratos alcalinos: dolomias, calizas...) y la clara acidez sobre otros sustratos; pizarras, granitos, arcillas, areniscas, etc.

Por último, el principal factor para la óptima realización del compost es la correcta separación en origen de la materia orgánica. A través de sistemas como los definidos en el capítulo 5 y la utilización de bolsas de féculas o papeles neutros, se pueden observar las condiciones previas y a la vez analizar cual es la proporción C/N de manera que para aquellos restos pobres en carbono se podría pensar en la inclusión de fuentes como los residuos de poda y jardinería, paja, etc. mientras que si son ricos en carbono y pobres en nitrógeno se deberían tener en cuenta fuentes como los residuos ganaderos, lodos de depuradoras, etc.

Aun y todo, dentro del proceso de compostaje pueden aparecer problemas que se reducirían a los siguientes:

- La aparición de lo que se puede definir como impurezas. Esto suele depender de lo más o menos óptima que sea la recogida. Si el sistema de recogida de la materia orgánica es excesivamente voluntarista, sin abundantes y sostenidas campañas de sensibilización, educación e información pueden aparecer estos restos que, lógicamente, pueden afejar los resultados finales, de manera que dentro del compost se encontrarían materiales indeseables como fundamentalmente plásticos y, en menor medida, trozos de vidrio y metales.
- La falta de madurez. Puede ser debida a diferentes cuestiones que vendrían determinadas por una deficiente mezcla y la no contemplación estricta en la proporción C/N, la falta de aireación, la falta de una humedad constante, la aceleración excesiva de los procesos y etapas necesarias, etc. En cualquier caso, aunque esto no es deseable tampoco provoca excesivos daños. En su haber habría que imputar el hecho de que si se carece de madurez el proceso va a seguir evolucionando dentro del suelo con lo que, en un primer momento, la mezcla requerirá captar nitrógeno que retraerá de los suelos y, por tanto, lo distanciara de las raíces de las plantas y éstas contarán con menos nitrógeno disponible.
- La aparición de metales pesados. Dichos metales deberán encontrarse en las proporciones adecuadas, normalmente trazas. Lo que ocurre es que dichos elementos en proporciones superiores a las esperadas pueden generar importantes problemas de salud. Si el compost realizado lleva dichas concentraciones estamos introduciendo dentro del ciclo de la materia un verdadero veneno que pasará a las plantas y con ellas a todas las cadenas tróficas dependientes. No obstante, hay que reseñar que, hasta la fecha, la introducción de estas relativamente elevadas proporciones de metales pesados suelen ser consecuencia de la introducción dentro del compost de lodos de depuración. Aunque esto es así, parece que la mitología referente a las altas concentraciones de metales pesados dentro de estos materiales ha quedado absolutamente desestimada para el País Vasco a través de los completos y sistemáticos análisis realizados por el IHOBE. Hoy en día podemos afirmar que ninguna de las depuradoras instaladas y en funcionamiento o en futuro funcionamiento va a contar con estos problemas si las condiciones de partida siguen siendo las mismas, con lo que aconsejamos que los lodos de depuración dejen de ser tratados a través de procesos de combustión y sean compostados o biometanizados.

Extendiéndonos más en esta última cuestión, los lodos EDAR o de depuración de aguas residuales, como se ha visto en otros capítulos anteriores, forman parte de una tipología de residuos especiales que, a día de hoy, por lo menos los obtenidos en las depuradoras de Loyola (mancomunidad de aguas del Añarbe “Donostialdea”) y Txingudi (Irún, Hendaia y Hondarribia), son quemados dentro de los hornos cementeros de Rezola. Esto cuenta con sus ventajas puesto que siempre será más limpio un combustible como este a un combustible fósil como el carbón, petróleo, etc. Sin embargo, la realidad es que estos lodos cuentan con un alto contenido en agua y al someterles a procesos

de secado y deshidratación se gasta una gran cantidad de energía. De hecho, el poder calorífico de los mismos es ínfimo y los cementeros los han adoptado puesto que, a contrapartida, reciben otra serie de contraprestaciones y mejoran su depauperada imagen vendiendo dicha combustión como un proceso sostenible de valorización.

A nuestro entender debería pensarse seriamente en compostar o biometanizar en menos de dos años, no sólo los lodos EDAR antes descritos, sino los que se vayan dando dentro de toda la provincia. Para el 2.007-2.008 se debería estar compostando-biometanizando el 100% de los lodos.

Además de estas cuestiones, a continuación se describen sucintamente los distintos sistemas de compostaje:

6.1.3. Diferentes métodos y técnicas de compostaje

Los distintos sistemas de compostaje intentan optimizar cada uno de los factores que intervienen en el proceso, mediante diversos medios técnicos. Sistemas de plantas de compostaje:

6.1.3.1. Pilas estáticas (Windrows)

La tecnología para el compostaje en pilas es relativamente simple, y es el sistema más económico y más utilizado. Los materiales se amontonan sobre el suelo o pavimento, sin comprimirlos en exceso, siendo muy importante la forma y medida de la pila.

Las medidas óptimas oscilan entre 1 ó 2 metros de altura, por 2-4 metros de anchura, siendo la longitud variable. La sección tiende a ser trapezoidal, aunque en zonas muy lluviosas es semicircular para favorecer el drenaje del agua.

Las pilas son ventiladas por convección natural. El aire caliente que sube desde el centro de la pila crea un vacío parcial que aspira el aire de los lados. La forma y tamaño óptimo de la pila depende del tamaño de partícula, contenido de humedad, porosidad y nivel de descomposición, todo lo cual afecta el movimiento del aire hacia el centro de la pila.

El tamaño y la forma de las pilas se diseña para permitir la circulación del aire a lo largo de la pila, manteniendo las temperaturas en la gama apropiada. Si las pilas son demasiado grandes, el oxígeno no puede penetrar en el centro, mientras que si son demasiado pequeñas no calentarán adecuadamente. El tamaño óptimo varía con el tipo de material y la temperatura ambiente.

Una vez constituida la pila, la única gestión necesaria es el volteo o mezclado con una máquina adecuada. Su frecuencia depende del tipo de material, de la humedad y de la rapidez con que deseamos realizar el proceso, siendo habitual realizar un volteo cada 6-10 días. Los volteos sirven para homogeneizar la mezcla y su temperatura, a fin de eliminar el excesivo calor,

controlar la humedad y aumentar la porosidad para mejorar la ventilación. Después de cada volteo, la temperatura desciende del orden de 5 o 10 °C, subiendo de nuevo en caso de que el proceso no haya terminado.

Normalmente se realizan controles automáticos de temperatura, humedad y oxígeno para determinar el momento óptimo para efectuar el volteo.

El compostaje en pilas simples es un proceso muy versátil y con escasas complicaciones. Se ha usado con éxito para compostar estiércol, restos de poda, fangos y RSU (Residuos Sólidos Urbanos). El proceso logra buenos resultados de una amplia variedad de residuos orgánicos y funciona satisfactoriamente mientras se mantienen las condiciones aerobias y el contenido de humedad. Las operaciones de compostaje pueden continuar durante el invierno, pero se ralentizan como consecuencia del frío.

El proyecto debe hacerse evitando que las máquinas volteadoras pasen por encima de la pila y la compacten. Los lados de las pilas pueden ser tan verticales como lo permita el material acumulado, que normalmente conduce a pilas dos veces más anchas que altas aproximadamente.

Actualmente se tiende a realizarlo en naves cubiertas, sin paredes, para reutilizar el agua de los lixiviados y de lluvia y de paso controlar la humedad de la pila. La duración del proceso es de unos dos o tres meses, más el periodo de maduración.

6.1.3.2. Pilas estáticas ventiladas

El siguiente nivel de sofisticación del compostaje es la pila estática ventilada, en la cual se colocan los materiales sobre un conjunto de tubos perforados o una solera porosa, conectados a un sistema que aspira o insufla aire a través de la pila. Una vez que se constituye la misma, no se toca, en general, hasta que la etapa activa de compostaje sea completa.

Cuando la temperatura en el material excede el óptimo, unos sensores que controlan el ventilador lo activan para que inyecte el aire necesario para enfriar la pila abasteciéndola de oxígeno.

Debido a que no hay mecanismos para mezclar el material durante el proceso de compostaje, las pilas estáticas ventiladas se suelen usar para materiales homogéneos como los fangos, que mezclados con un substrato seco y poroso como astillas de madera o aserrín, forman una película líquida delgada en la que tiene lugar la descomposición. Los materiales heterogéneos, tal como los RSU., tienden a requerir más mezcla y removido.

Este sistema permite la rápida transformación de residuos orgánicos en fertilizantes. La ventilación controlada impulsa la actividad de los microorganismos artífices del proceso de compostaje. El sistema es también más económico por la poca intervención mecánica que se requiere. La capacidad del compostaje varía según el número de unidades de soplador y su

tipo de modelo, así como también la naturaleza de los residuos orgánicos a tratar.

El proceso suele durar entre 4-8 semanas, y posteriormente se apila el producto durante 1-2 meses para que acabe de madurar. Puede usarse en combinación con otras tecnologías de compostaje. Con un adecuado pre-tratamiento de los residuos orgánicos, el exceso de humedad y las condiciones anaerobias de fermentación pueden reducirse.

6.1.3.3. Sistemas cerrados

Los métodos en túneles, contenedores o en tambor son procesos modulares que permiten ampliar la capacidad de procesamiento, añadiendo las unidades de tratamiento necesarias. El recipiente puede ser cualquier cosa, desde un silo a un foso de hormigón. Como se trata de sistemas cerrados, es posible tratar los olores producidos por una eventual descomposición anaerobia.

Comúnmente se hace uso de la ventilación forzada, similar en la operación a una pila estática ventilada. Los sistemas de silos confían en la gravedad para mover el material a través del mismo y la carencia interna de mezcla tiende a limitar los silos a materiales homogéneos. Otros sistemas de compostaje en contenedores pueden incluir sistemas de mezcla interna que físicamente mueve los materiales a través del contenedor, combinando las ventajas de los sistemas de pilas volteadas y pilas estáticas ventiladas.

Asimismo, se incorpora un sistema de ventilación para el aporte de oxígeno necesario a los microorganismos. De este concepto cabe resaltar el bajo consumo energético, sobre todo en el caso de procesos por cargas, y el poco personal necesario para la operación.

Las variables de proceso, tales como contenido de humedad, composición de nutrientes, temperatura, pH, cantidad de gas, tiempo de retención, etc., pueden ser controladas, dirigidas y optimizadas.

En los últimos 10 años, el desarrollo de las técnicas de tratamiento de estos tipos de materia orgánica ha sido extremadamente intenso, sobre todo, en el caso de los sistemas cerrados.

6.1.3.4. Compostaje en tambor

El proceso de compostaje tiene lugar en un tambor de rotación lenta. Estos tambores pueden trabajar en continuo o por cargas y son de diferentes tamaños y formas. Están contruidos en acero y la mayoría de ellos incorporan aislamiento térmico, principalmente en países centroeuropeos y nórdicos.

El residuo orgánico, una vez pesado y registrado, es descargado en la zona de recepción. Desde aquí se deposita mediante cinta, tornillo o pala cargadora, sin más preparación, directamente al alimentador de los tambores

de compostaje. La alimentación del residuo y su distribución dentro del tambor se realiza de forma totalmente automática.

El proceso de descomposición tiene lugar dentro del tambor de compostaje. Gracias a la rotación intermitente de la unidad, el material es desembrollado, homogeneizado y desfibrilado de forma selectiva con un resultado óptimo.

Las emisiones de olor, las cuales alcanzan máximos al principio de la descomposición, son extraídas por el sistema de ventilación del tambor y dirigidas a un biofiltro para su eliminación. El líquido de los residuos, liberado durante la transformación de las sustancias orgánicas, es re-alimentado al residuo orgánico por la rotación intermitente del sistema, manteniéndose dentro del mismo.

Al final del ciclo, el material dispone de un óptimo grado de homogeneización, está desembrollado, no tiene ningún olor desagradable, es inocuo en lo que se refiere a la higiene humana, y tiene un contenido óptimo de humedad para la eliminación de contaminantes y para el compostaje secundario.

Puede ser un proceso de precompostaje o un pretratamiento para facilitar la separación de los contaminantes de los RSU.

6.1.3.5. Compostaje en túnel

Aquí, el proceso tiene lugar en un túnel cerrado, generalmente fabricado en hormigón, con una vía de ventilación controlada por impulsión o aspiración, para el aporte de O₂, imprescindible para los microorganismos. La diferencia con el proceso anterior, reside en que aquí el residuo se encuentra estático y el proceso es completo.

6.1.3.6. Compostaje en contenedor

Es una técnica pareja a la anterior. La diferencia reside en que, en este sistema, el compostaje se realiza en contenedores de acero, generalmente de menor tamaño que los túneles de hormigón. A menudo es un proceso en continuo, con carga del material a compostar en la parte superior y descarga por la parte inferior.

6.1.3.7. Compostaje en nave

El proceso de compostaje tiene lugar en una nave cerrada. La ventilación se realiza mediante una placa en la base y/o con ayuda de diferentes tipos de unidades rotativas (volteadoras). Las plantas modernas están totalmente automatizadas y equipadas con volteadoras, las cuales se mueven por medio de grúas elevadoras y pueden alcanzar el compostaje total del área de la nave.

Todos estos procesos de compostaje cerrado descritos pueden dividirse en estáticos o dinámicos; en los primeros el residuo es ventilado sin rotación (compostaje en túnel o en contenedor), mientras que, en los segundos, el residuo es ventilado y volteado como sucede en los otros dos.

6.1.4. El vermicompost, una clase de compost especial

Junto a lo explicado en las anteriores líneas, existe otra modalidad de compostar que se sale, un poco, de lo descrito hasta ahora. Se denomina vermicompost puesto que dentro de los procesos de generación del mismo entran a cobrar una especial importancia una serie de invertebrados entre los que se deben destacar las lombrices. Concretamente, la raíz “*vermi*” hace referencia a estos pequeños animales que, dentro de la naturaleza cuentan con una gran importancia al procesar una gran cantidad de esa materia orgánica que se encuentra en diversas fases de transformación dentro del humus edáfico.

Cuando se habla de lombriz nos estamos refiriendo a una serie de especies que, no obstante, comparten una característica común; son seres saprófagos, es decir, se alimentan de materia orgánica en diferentes grados de descomposición. Cuando nos acercamos al suelo se puede comprobar que su número depende de varias variables; fundamentalmente contenido en materia orgánica muerta, humedad, cobertura de humus y vegetación, desarrollo o estructura del propio suelo etc. No obstante, en aquellos suelos bien desarrollados, con un alto contenido de materia orgánica y una humedad óptima, las lombrices se cuentan por millares. Concretamente se barajan cifras en torno a 500-2.000 kg/Ha dependiendo de las variables antes apuntadas. Esta cifra alta supone la tercera mayor por detrás de plantas y microorganismos. Este ranking marca bien a las claras la importancia de estos pequeños seres que, sin embargo, realizan un gran trabajo sin el cual sería impensable el ciclo de los materiales dentro de la naturaleza.

Con todo ello, el vermicompost consiste en realizar un compost atendiendo, además de a las condiciones ya descritas para el compost en general, a una potenciación de la actividad de estos organismos, bien por siembra (añadir lombrices a la pila), o bien por contacto de la pila con el suelo directamente, de manera que las lombrices no encuentran ningún obstáculo a internarse en la misma e ir transformando la materia orgánica.

En su actividad natural las lombrices cumplen una serie de funciones que, dentro del compost van a ser las mismas y que, a continuación se describen sucintamente:

- **Función mecánica:** Las lombrices se alimentan generando pequeñas galerías por el suelo. Esto hace que se genere todo un complejo sistema de tubitos y conexiones que tienden a mezclar los diferentes materiales y estratos del suelo de manera que además de mejorar su textura y estructura se genera una cierta aireación y oxigenación del mismo. Aunque no se cuenta con datos precisos sobre los porcentajes de removilización del suelo, se sabe que este puede ser

del 40-50%, por lo menos en los horizontes superficiales sólo durante un año. También hay que tener en cuenta que no todo el año se encuentran activas puesto que dejan de funcionar cuando existen temperaturas bajas y el suelo se puede helar, o cuando falta un aporte de agua. En definitiva, además de estas cuestiones, las lombrices son esenciales para ir introduciendo la materia orgánica en las capas más profundas de la capa edáfica con lo que aparece en horizontes donde, de otra forma, no se vería.

- **Función metabólica:** la lombriz se alimenta de la materia orgánica contenida en el suelo, para ello ingiere directamente la misma o el propio suelo, en general, de manera que en su interior desmenuza la primera y aprovecha parte de esta materia prima en forma de materia orgánica bruta. El resultado es la excreción de tierra y parte de materia orgánica ya elaborada, mucho más fina y asimilable por otros organismos edáficos. Además con toda esta acción van liberando elementos químicos como el sodio, fósforo, potasio, calcio, etc. Que de esta forma sí pueden ser absorbidos por las raíces de las plantas. De hecho, la función metabólica de los sistemas radiculares favorece tres veces más rápidamente la mineralización de la materia orgánica.
- **Función biótica:** Gracias a sus actividades anteriores, la lombriz está potenciado la actuación de otros organismos más menudos; bacterias, hongos, levaduras, etc. Ello es debido a que los últimos cuentan ya con una materia orgánica previamente elaborada y procesada que es más del gusto de los primeros. Junto a ello, la actividad cavadora de las lombrices y la aireación del suelo puede suponer, según los estudios realizados por Alhavinte y colaboradores en 1.971, una multiplicación por 3 a 5 de los microorganismos en la tierra, un aumento del 133% de la vitamina B12 y hasta un incremento del 255% en la producción de cultivos como la cebada, el trigo, el maíz, etc. (Del Val, 1.997).

Aunque se podría pensar que todas las especies de lombrices pueden realizar estas funciones, y más o menos así es, lo cierto es que algunas resultan más eficientes de cara a estas labores. La lombriz que se conoce a estas latitudes dentro del reino Eurosiberiano es fundamentalmente la lombriz común (*Lombricus terrestris*). Aunque no es la única especie de platelminto y nematodo que realiza estas funciones, es la más extendida. Las especies que tradicionalmente han venido siendo utilizadas para la formación de compost a partir de residuos orgánicos fermentables urbanos, lodos de depuradora, estiércoles y otros residuos ganaderos han sido; *Eisenia foetida*, *Lumbricus rubellus*, *Allolobophora chlorótica* o incluso especies del género *Diplocardia*.

Lógicamente, si con la generación del compost se veía que las condiciones deben ser contempladas de una forma relativamente estricta, al vermicompostaje le va a suceder algo similar. Hay que tener en cuenta que las lombrices son seres vivos y que, como tal, requieren una serie de condiciones no sólo para vivir, sino para cumplir todos sus ciclos y, en nuestro caso, para convertir la basura en un compost de mucha calidad. Por ello es necesario que se sigan una serie de condiciones como las que a continuación se reseñan:

- Las pilas o lechos que deban albergar la cría de la lombriz deben cumplir con unos requisitos mínimos. En principio, suele ser recomendable mezclar diferentes tipos de residuos (MOF de las basuras urbanas, estiércoles, lodos de depuración, etc.). Para ello se debe homogenizar la mezcla y disponerlas en lechos de longitud variable y una profundidad entre 30 y 50 centímetros.
- La temperatura debe oscilar entre los 14 y los 25º C. Por debajo de la primera la actividad de las lombrices se ralentiza hasta incluso detenerse y por encima de la segunda los efectos pueden ser muy perniciosos puesto que pueden acabar con las poblaciones de estos platelmintos.
- La humedad debe permanecer constante en torno al 40-50%
- El pH también debe vigilarse puesto que la ideal es contar con un grado de acidez neutro, en torno al 7.

Si se mantienen estas condiciones se observará que la actividad de las lombrices es plena y frenética, llegando además a la multiplicación de las poblaciones con lo que el proceso bioquímico se acelera considerablemente. Hay que tener en cuenta, como dato de referencia, que una lombriz viene a consumir un 125% de su propio peso al día. Esta gran capacidad de procesar estos residuos es algo que, lógicamente, ha sido tenido en cuenta en aquellos lugares o explotaciones que se requerían procesos rápidos de eliminación de residuos orgánicos. Además de esto, el resultado de esta actividad viene a ser una especie de légamo en forma de estiércol, es decir, una excreción de la propia lombriz, que a diferencia de la materia prima, cuenta con las características ya definidas y con un grado de asimilación por parte del suelo y las plantas muy elevado.

El gran factor limitante del vermicompostaje es la realidad de trabajar con un elemento vivo y, por tanto, la necesidad de una mayor dedicación y control que el que requiere la realización de un compost normal con cierto grado de tecnificación. Sin embargo, en contrapartida, parece que el vermicompost cuenta con unas particularidades que incluso le pueden hacer atesorar una mayor calidad puesto que muestra una gran riqueza en enzimas y microorganismos que incrementan el crecimiento y la fertilidad de las plantas a la vez que refuerzan su capacidad inmunitaria para ser atacadas por bacterias, hongos, invertebrados, etc.

6.1.5. La aplicabilidad del compost

La aplicabilidad del compost depende de su calidad y a su vez ésta, con la tecnología disponible, depende fundamentalmente del sistema de recogida.

Curiosas son las conclusiones que el PIGRUG y el equipo redactor contemplan para desestimar el compost, entre otras cuestiones porque no aparecen razonadas bajo ningún concepto ni apoyadas en ningún estudio serio o datos contrastados. En cualquier caso, más curioso resulta que se niegue la evidencia; **existe un mercado del compost a nivel regional, estatal, europeo e incluso mundial.** Aunque no queremos extendernos

excesivamente puesto que ya ha sido reseñado, experiencias como las francesas (Montpellier, portal d'Alsace, etc.), italianas (norte de Italia), Alemania (Friburgo), Cataluña (Girona, Barcelona...), etc. demuestran que millones de residuos son tratados bajo estas premisas y no existe una eliminación de las mismas, todo lo contrario; hoy por hoy existe un consolidado y floreciente mercado del compost que absorbe y comercializa todo el compost generado. Especialmente ejemplar es el caso de Italia donde más de dos millones y medio de toneladas al año son generadas y vendidas a un buen precio con lo que los gastos de la recogida y tratamiento de las basuras se abaratan considerablemente. De hecho, se están realizando continuos esfuerzos para ampliar la capacidad de compostar y para generar más compost que vender.

Sin irnos tan lejos y según se registra dentro del libro de Alfonso Del Val escrito como alternativa a la incineración de los residuos en Gipuzkoa y que consta dentro de los anexos del presente plan, para empezar: a día de hoy no existe ninguna partida de compost con garantías que termine en vertedero o similar. Todo el compost realizado es comercializado perfectamente. Para reforzar esta idea a continuación se muestran unos ejemplos gráficos a escala regional. En primer lugar hay que destacar que los residuos ganaderos como gallinaza, purines de conejo, etc. con menor calidad, lógicamente, que un buen compost, son exportados en la actualidad a territorios tan lejanos como Álava y Navarra donde verdaderamente están siendo aprovechados. Por otra parte, empresas alavesas como Miko están realizando compost que se está comercializando, sacando ésta una gran rentabilidad a sus residuos orgánicos putrescibles. Pero además de esta y otras empresas, en Navarra existe una tradición ya muy asentada de más de 15 años donde se está compostando, tanto en Arazuri como en Carcar. Pues bien, todo lo producido bajo unas condiciones mínimas de calidad es perfectamente comercializado a unos precios óptimos.

Pero si estas cuestiones resultan curiosas, más curioso resulta concluir que las escorias y cenizas sí que cuentan con un mercado, van a ser en su gran mayoría reutilizadas y exportadas a diferentes lugares. La pregunta que se impone es clara: ¿Cómo es posible que una materia como el compost con unas potencialidades claras y sin problemas ambientales o de salud cuente con un mercado menor a dos sustancias, subproductos de la incineración, que con evidentes cargas contaminantes y problemas de tipo sanitario y medioambiental sean perfectamente “exportables” y “vendibles”? La idea es clara, de otra manera no se podría mantener una de las falacias más burdas que defienden los que abrazan el PIGRUG, “la incineración no necesita vertederos”.

En general, dentro de los países con tradición incineradora existe un parón y retroceso de dicho sistema, mientras existe un extraordinario crecimiento de alternativas a la incineración, reales como el compost bajo todas sus formas.

No obstante, como este plan cuenta con un objetivo fundamental de aplicación de lo propuesto, ajustándose a la realidad y al rigor científico y

técnico que deben portar los datos, a continuación se determinan las salidas reales del compost. También se añade en este apartado una experiencia de compostaje puesta en marcha bajo el control de las plataformas con un control riguroso, serio y fuera de las posturas dirigistas y sectarias de los redactores del PIGRUG y cargos técnicos de las mancomunidades y Diputación.

Aunque posteriormente se realizará una mejor y mayor catalogación de las diferentes salidas del compost, sirva como dato global el ofrecido por el MOPU en el año 1.980 bajo un estudio sobre aprovechamiento de basuras, producción y utilización del compost. Obsérvese que el estudio está realizado hace unos años con lo que las cifras pueden haber crecido sensiblemente en la actualidad. Partiendo de los beneficios que el compost reporta al suelo y sobre los que ya se ha hablado anteriormente, el estudio evalúa las necesidades de esta materia según los diferentes cultivos producidos a nivel estatal; viñedos, cultivos bajo regadío (remolacha, patata), frutales. Es decir, sólo se han tomado los cultivos con un alto valor añadido. No se contempla el resto, con una importancia considerable en cuanto a extensión y potencial demanda del compost (secano, arroz, zonas verdes urbanas, viveros, silvicultura, enmiendas y mejoras edáficas, etc.). De esta forma, estos datos sólo vendrían a suponer una 1/5 parte potencial de la demanda de compost a nivel estatal. Pues bien, sólo con este bajo porcentaje, la necesidad de compost sería de 115 millones de toneladas al año. No obstante, también se hacen estimaciones para todas las anteriores cuestiones apuntadas y se concluye que la necesidad real de compost para todas las labores relacionadas con agricultura, silvicultura y mejora edáfica serían aproximadamente de 600 millones de toneladas anuales. Habría que añadir que, incluso en el caso de que existiera una voluntad política y técnica y una apuesta clara por el compost, la realidad marca que no se podría dar abasto puesto que a nivel estatal sólo se originan 150 millones de toneladas de residuos compostables (residuos urbanos fermentables, purines, estiércoles, lodos de depuración, etc).

De esta forma, teniendo en cuenta la demanda real de una sustancia que es muy escasa y nunca podrá llegar a experimentar producciones que puedan hacer frente a la misma, podemos concluir que el desajuste entre la oferta (escasa) y la demanda (muy importante), hace que el balance no pueda ser más positivo. Lo que no se explica es la inquina que muestra el PIGRUG por el sistema de compostaje llegando a falsear y manipular estos datos ofrecidos con toda claridad.

Aunque parece inconcebible que el PIGRUG sólo contemple la posibilidad de aplicación del compost dentro de Gipuzkoa, en un país como el vasco donde existe una gran cohesión social y económica, una gran coordinación entre diferentes niveles administrativos y, en definitiva, un restringido territorio que hace que las políticas deban ser pensadas en país y no en comarca o territorio histórico, sólo con el territorio de Gipuzkoa va a ser suficiente para comercializar y aplicar todo el compost que se pueda generar. La única condición de partida es que exista una voluntad política y técnica al respecto.

Haciendo un repaso a los diferentes usos del suelo y actividades que pueden demandar este tipo de abono y mejorante edáfico, a continuación se hacen referencias pormenorizadas al respecto:

- Uno de los usos del suelo que puede ser receptor de una gran cantidad de compost son las huertas. Dentro de ellas se pueden diferenciar diferentes subtipos puesto que podemos hablar de pequeñas explotaciones en forma de huertos de ocio, huertas de cultivos relativamente forzados, por ejemplo bajo plástico o huertas al aire libre. Lógicamente, la intensidad en el cultivo podría estar condicionando la necesidad de compost para cada una de ellas. En todo caso, desde hace 4 años se puso en marcha una explotación hortícola modular y experimental que, a su vez, pudiera autoabastecerse de compost a través de su generación y a continuación se exponen los resultados:

Todo el proceso comienza con una experiencia de recogida selectiva puerta a puerta en el municipio de Urnieta y englobando a 6 familias diferentes con distintos tamaños (2+3+4+3+2+4). Esto hace una media por familia de 3 personas. La experiencia parte, como se ha reseñado, de una recogida totalmente selectiva de la fracción orgánica compostable de los residuos generados por estas unidades familiares. Ha existido un seguimiento concreto y un pesaje de manera que, de media, durante un año se generaron 158 kg de esta materia por persona que vienen a suponer 7.840 gr./día o, lo que es lo mismo; una producción diaria de 436 gr/día/persona.

Si se multiplica la producción de las 6 familias durante un solo día por los 365 que dura el año contamos con la nada desdeñable cifra de producción de 2.861,6 kg de residuos orgánicos fermentables o susceptibles de ser compostados.

Por otra parte, se disponía de una parcela experimental que fue objeto de un exhaustivo control edáfico, antes, durante y posteriormente a la aplicación del compost generado a partir de estas cantidades de residuos y con la aparición de otro tipo de compost derivado de otro tipo de residuos. En cualquier caso, las características fundamentales de dicha parcela es que cuenta con 20 metros de largo por 10 de ancho y con los siguientes parámetros edáficos de partida:

Se trata de un LUVISOL ÓRTICO, según la denominación clásica de la FAO. Este tipo de suelos se encuentra muy extendido a lo largo y ancho de la provincia y normalmente sobre litologías arcillosas y ofíticas típicas de la era secundaria o mesozoico y concretamente dentro del triásico superior o Keuper. Normalmente, al ser litologías relativamente fáciles de erosionar generan fondos de valle con pequeñas colinas u ondulaciones típicas de los afloramientos ofíticos, más competentes que la matriz arcillosa que las alberga compuesta por arcillas versicoles con cierta carga en sales y yesos. En cualquier caso, la iluviación y arrastre de estas evaporitas bajo un clima como el oceánico templado y lluvioso tiende a ser alto y por ello son difíciles de detectar, por lo menos en las capas superficiales.

La estructura que nos hemos encontrado es la siguiente; un primer horizonte O u orgánico, compuesto fundamentalmente por las raíces de las herbáceas que se disponen sobre el siguiente horizonte y por un acumulo de materia orgánica en un gran grado de mineralización y dependiente de la función vegetativa de la pradera de siega que alberga. Posteriormente existiría un horizonte A ócrico , de color pardo, un horizonte Bt argílico y, por último un horizonte C muy friable. Este corte, a su vez, da lugar a consideraciones de detalle que, a continuación se pasan a especificar: Posteriormente al horizonte O de 10 a 15 cm se dispone un horizonte Ap de 20 cm, pardo, franco, de textura poliédrica angular muy fina, friable y con escasas gravillas. A continuación se dispone un horizonte Bt de entre 20 y 24 cm, pardo intenso, arcilloso, con una textura poliédrica angular muy fina, firme y la presencia de una cantidad escasa de gravillas, así como cutanes de arcilla iluvial moderadamente espesos y discontinuos. Posteriormente se dispone un horizonte C, a una profundidad que varía entre los 50 y 75 cm caracterizado por cierta facies de un tono ocre-rojizo intenso y en presencia de arcillas abigarradas pero con cierto grado de transformación o meteorización. Por último y a una profundidad relativamente grande aparece la roca madre relativamente bien conservada, horizonte R, caracterizada por una profundidad de más de 90 cm y una textura claramente arcillosa con pequeñas bolsas de yesos y sales (halita).

En lo que respecta a las variables químicas, hay que reseñar que nos encontramos ante un suelo ligeramente ácido pero con un grado de saturación en bases elevado, lo cual le ha hecho ser muy apetecido para los usos de huerta y cultivos.

El contenido en materia orgánica es muy alto en los dos primeros subhorizontes. Cabe destacar que dentro del Ap se ha medido un contenido de 7,1%, sin embargo dentro del Bt es de 3,8. En horizontes más profundos lógicamente el contenido en materia orgánica desciende considerablemente. No obstante, lo importante es contar con los tres primeros subhorizontes puesto que van a ser los que sean volteados y arados y sostengan la producción hortícola. En lo que respecta a los pH, mientras en el O se miden 5, dentro del Ap nos da una cifra de 5,5, en el Bt 5,7 y ya en los horizontes más profundos se pierde esa acidez y se pasa a registros o neutros o ligeramente básicos. En lo que respecta al grado de saturación en bases , en el Ap es de 64%, mientras en el horizonte Bt es del 93%, muy alto en ambos casos. Esto, como anteriormente se ha referenciado, da lugar a suelos muy apetecibles y muy interesantes de cara a completar sus características, pero fundamentalmente la textura y estructura gracias a la aplicación del compost.

Esta parcela, partiendo de ser una pradera de producción de hierba a corte, para posteriormente ser ensilada y aprovechada a través de pasto para vacas, sufrió una remodelación para albergar un huerto de producción ecológica donde el único abono utilizado ha sido el compost antes referenciado. Después de tres años de aplicación del compost los datos medios son los siguientes:

Los horizontes 0, Ap y Bt han sido homogenizados, de manera que a día de hoy existe un único horizonte de producción hortícola que, si no es removido durante más de un año, tiende a diferenciar de nuevo los horizontes Ap y Bt. Este horizonte homogéneo muestra un contenido en materia orgánica que se establece en 4,2% después de la aplicación de las cantidades de compost que posteriormente se indicarán. Adelantando datos, hay que afirmar que la absorción y aprovechamiento del compost es total. Se han realizado pruebas también con respecto a una zona encharcada, y por lo tanto manantiosa o fontinal intentando establecer si existían problemas de excesiva carga orgánica y posible eutrofización. Para ello se han establecido análisis fisicoquímicos del agua y la interpretación de diferentes bioindicadores, fundamentalmente puestas y estados larvarios de invertebrados. En cualquier caso ni las condiciones fisicoquímicas ni el cambio en la comunidad biótica nos han demostrado que se esté dando un excesivo aporte de materia orgánica o que se observen procesos de eutrofización dentro de la charca. De hecho, además de los invertebrados, la charca sigue funcionando como lugar de puesta y desarrollo de las primeras fases larvianas del *Bufo bufo* o Sapo común y *Alytes obstetricans* o Sapo partero.

Además de ello, lo que si se ha constatado es que la textura general ha mejorado considerablemente. Mientras hasta el momento de abrir la huerta los diferentes estratos se caracterizaban por un alto contenido en arcillas que lo hacían una tierra pesada, excesivamente fuerte, difícil de trabajar a nada que el grado de humedad en suelo fuera grande, con el transcurso del tiempo se observa un mejoramiento notable, con una tierra más suelta, con una textura mucho más ligera y, por lo tanto, más fácil de trabajar y óptima de cara al desarrollo radicular óptimo de las diferentes especies cultivadas.

Para esta huerta con estas características fisico-químicas se ha empleado todo el compost generado por el tratamiento tradicional y no forzado de estos residuos aportados por las 18 personas repartidas en las 6 familias. Para ello se ha seguido una metodología clásica. En primer lugar se repartió un cubo especial con cierre hermético para que en cada uno de los hogares de recogiera toda la fracción orgánica fermentable. Al respecto, hay que reseñar que no ha sido desechado nada, de tal manera que dentro del proceso de compostaje doméstico al lado del huerto han sido depositados todo tipo de restos, desde vegetales, peladuras de verduras y frutas, tallos de flores, hasta carne, pescado, restos cocinados incluso corchos de botella y huesos de diferentes especies consumidas. Lógicamente, estos últimos materiales terminan por necesitar procesos más prolongados, pero aunque no son desechos en su totalidad tampoco pasan a formar un problema a la hora de realizar las labores propias de la huerta. Toda esta materia era depositada en dos cuadros de 3x2x2. Es decir, cuadros de terreno de tres metros de largo, por dos de ancho por dos de alzado o profundidad. Ello se ha delimitado con cuatro estacas en cada uno de los puntos de delimitación y entre las estacas se ha desplegado una red sintética con una luz de malla de entre 5 y 6 cm. Todo ello para que la mezcla pueda respirar convenientemente, es decir, la fermentación se da en presencia de oxígeno. La pila además era tapada por un plástico o toldo oscuro que procura el mismo nivel de humedad (los dos muladares se disponen a la intemperie) y además consigue mayor

calentamiento fundamentalmente en invierno cuando las temperaturas, al ser más bajas, dan lugar a un funcionamiento mucho más débil de las cepas bacterianas.

Para que además se consiga una buena fermentación, cada 15 días estos residuos eran mezclados y dados la vuelta de tal manera que los más recientes se quedaban en el fondo y los más antiguos pasaban a formar parte de la superficie del montón. Estas operaciones eran repetidas sistemáticamente durante los dos primeros meses, mientras que en los siguientes 2 se hacía una remoción cada 30 días. En ningún momento ha existido un olor o algún indicador que alarmara sobre la posibilidad de fermentaciones anaeróbicas. A los 4 meses la mezcla era pasada al segundo muladar y se comenzaba una serie nueva de compostaje.

La temperatura que ha alcanzado la mezcla varia o ha variado a lo largo de todo el proceso; las primeras 8 semanas difícilmente se alcanzaban los 25 grados en invierno, pero posteriormente, entre el tercer y cuarto mes la temperatura podía alcanzar los 60º perfectamente. Con posterioridad los procesos de fermentación aeróbica perdían potencia y la temperatura descendía ligeramente por debajo de los 35º y el compost era retirado y utilizado aproximadamente al séptimo u octavo mes de comenzarse a hacer. A esta edad el compost se encuentra perfectamente hecho, con una textura relativamente suelta, con una humedad ideal, muchas veces ha habido que añadir algo de agua, y con unas características óptimas para ser empleado directamente en la huerta.

También es necesario hacer una referencia a la disminución sufrida por la pila en este proceso de compostaje. Realizando un cálculo en peso, lo cierto es que la reducción es drástica, de manera que se genera una disminución de entre 70 y 80 puntos. De esta forma, el producto final sólo pesa entre un 20 y un 30% de su peso como materia prima en forma de residuo orgánico fermentable. La disminución en volumen puede ser también muy considerable. Lo que parece cierto es que el resultado final se reduce a 1/4 del volumen inicial como dato general.

En lo que se refiere a su empleo, éste se ha realizado contemplando dos modalidades diferentes; la primera forma ha consistido en extender una capa de entre 5 y 6 cm. Encima de la tierra y posteriormente someter a ésta a un arado superficial (30 cm) y, con ello, la mezcla de la capa de compost con los horizontes superficiales del suelo de producción. Posteriormente se introducían las semillas o plántulas que se quería cultivar. La otra forma consistía en un método más selectivo pero que, a priori, podría tomarse como con mayor grado de peligrosidad puesto que podría generar efectos negativos sobre las plántulas o semillas. Dichos sistema consiste en generar agujeros de 30 cm de diámetro por otros tantos de profundidad, llenarlos de compost, encima depositar otra capa edáfica y luego colocar las semillas o plántulas. En ningún momento ha existido ningún efecto negativo sobre el crecimiento vegetativo lo cual quiere decir que el compost cuenta con un grado de calidad notable. Por otra parte, hay que decir que este segundo sistema ha garantizado mejores resultados que el primero. Concretamente, sobre un cultivo de tomates la

planta se desarrolló, en un primer momento, mucho mejor con el primer sistema pero a las 3 semanas ya había equiparado su crecimiento y a raíz de dicha fecha mejoro con un crecimiento bastante más elevado. Por otra parte, floreció y fructificó antes y mejor la planta que había contado con el segundo método de aplicación. La cosecha también fue más abundante para el segundo caso con una producción un 7% mayor.

Las conclusiones que podemos obtener a partir de esta experiencia son las siguientes:

1. Una pequeña porción de terreno de producción hortícola (20x10 m) puede dar lugar a el aprovechamiento íntegro de, al menos, la materia orgánica fermentable de 6 familias.
2. Teniendo esto en cuenta, sólo con la extensión de huertas, tanto los huertos de ocio integrados en la periferia del núcleo urbano, como aquellos dispersos por las diferentes explotaciones de caseríos, darían lugar a la necesidad de importar compost puesto que compostando toda la materia orgánica producida en el pueblo no daría abasto a la producción de estas superficies de huerta.
3. Además de estos residuos, el propio Urnieta puede contar con otros, de origen animal, que pueden complementar perfectamente aquellos que se derivan de los residuos domésticos o asimilables.
4. Junto a la extensión de huertas, podemos contar con la extensión agraria útil, es decir, todas aquellas tierras, incluidas las anteriores, que dan lugar a cualquier tipo de producción agrícola. Dentro de estas estarían los prados de siega, los frutales, las parcelas forestales con cultivos de pinos, eucaliptos o cualquier otra especie maderable, etc. Todo ello quiere decir que la necesidad de compost y, por lo tanto, de aprovechamiento de residuos como los orgánicos fermentables de los residuos urbanos o los residuos ganaderos, es prácticamente tres veces más que la producida dentro del término municipal.
5. Todo ello es extrapolable al territorio guipuzcoano puesto que, aunque existen zonas densamente pobladas, Gipuzkoa cuenta con una SAU (Superficie Agraria Útil), que puede hacer frente a toda la producción de compost derivada del aprovechamiento de sus residuos susceptibles de dicho tratamiento.
6. Al respecto habría que tener en cuenta que con sólo la extensión agraria en forma de huertas, huertas ecológicas, huertas de ocio y otras explotaciones intensivas; cultivos bajo plástico e invernaderos, cultivos de flores y planta ornamental, etc. lo cual viene a suponer una superficie de 3.554 Ha y siguiendo los resultados de aplicación del compost en la parcela experimental, sólo con toda la recogida selectiva de la materia orgánica fermentable de los residuos domésticos se podría hacer frente a los requerimientos de dichas explotaciones. De hecho, si en 0,02 Ha se ha hecho frente a la producción de este tipo de residuo de 6 familias con un total de 18 personas. Si tenemos en cuenta que la población de Gipuzkoa es de 637.563 personas el total de hectáreas que podrían ser abonadas con el compost resultante serían 708,40. Esto da lugar a que sólo

menos del 20% de la extensión de huertas y cultivos similares pudiera ser abonada con el procesado de absolutamente toda la basura orgánica fermentable de los residuos domiciliarios de Gipuzkoa. Todo ello sin tener en cuenta el resto de hectáreas de SAU y que en la parcela experimental de Urnieta además de residuos urbanos compostables se emplearon una gran cantidad de estiércoles de granja.

Además de esta ocupación o uso del suelo, dentro del territorio guipuzcoano también existen otros potencialmente demandables de compost. De especial importancia son los suelos forestales. Gipuzkoa cuenta con una extensión bajo este uso de cerca de 120.000 Ha. En cualquier caso habría que distinguir en primer lugar la extensión de bosques autóctonos o con una dedicación no forzada o decantada hacia la producción silvícola. Dentro de esta primera categoría aparecerían las extensiones del denominado bosque mixto caracterizado por la dominancia del Roble Carballo o común (*Quercus robur*), acompañado por un sinfín de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas, de hecho, esta gran biodiversidad le ha llevado a acuñar el nombre de bosque mixto. Este tipo de vegetación ocuparía de forma original y potencial la mayor parte del denominado piso bioclimático colino, junto a alguna mancha de encinar y alcornocal costero. Son bosques que hoy en día han sufrido mucha presión y se encuentran representados en pequeños rodales normalmente de titularidad pública o en zonas protegidas. A partir de los 700-800 metros de altitud nos encontraríamos con la segunda modalidad de bosque autóctono. Se trataría del hayedo que ocuparía las zonas de montaña baja y media. Aunque no se trata de un bosque tan rico en especies como el anterior, de manera que sólo domina una especie arbórea, el haya (*Fagus sylvatica*), lo cierto es que también se encuentra representado en aquellas zonas de titularidad pública y áreas con diferentes grados de protección.

Estos bosques, junto al de ribera y otras modalidades de menor enjundia (en cuanto a extensión) compondrían una unidad más o menos dispersa que vendría a suponer entre el 30 y el 35% de la superficie arbolada de Gipuzkoa. Aunque depende de cuestiones como el suelo, las características microclimáticas, el uso que se haga del propio bosque y sotobosque, lo cierto es que estas manchas arboladas cuentan con un alto contenido en materia orgánica en el primer horizonte edáfico pero más profundamente la misma disminuye. Estas primeras capas encuentran un grado de mineralización bajo. Aunque la gran cantidad en materia orgánica podría indicarnos la no necesidad de implementar medidas para la aplicación de compost, lo cierto es que el mantillo no llega a mineralizarse y asimilarse al 100% por las capas medias del suelo donde los árboles desarrollan la mayor parte del aparato radicular. Más sangrante es el caso del hayedo donde la fauna edáfica es menor y el grado de transformación de la hojarasca es más reducido. Aquí los ritmos aparecen ralentizados por las propias características químicas de la hoja del haya y por la menos eficiente tarea de la fauna edáfica (hay que recordar que el dominio del haya se encuentra más elevado y por tanto con unas condiciones bioclimáticas más adversas).

La baja mineralización, por lo tanto, de esta materia orgánica recomienda la aplicación de compost pero no de forma superficial, sino a base de introducción de dicha sustancia dentro del horizonte A edáfico. Sin embargo, aunque esta necesidad es sabida, ningún bosque de titularidad foral o municipal ha podido disfrutar de estos tratamientos. Habría que recordar que la protección no se debe restringir a la no intervención, sino a las mejoras de los procesos biológicos.

El otro 55-60% de la extensión forestal de Gipuzkoa viene representada por los bosques de repoblación y explotación intensiva silvícola. Aunque durante los dos siglos pasados se hicieron pruebas con diferentes tipos de especies; Roble americano o del norte (*Quercus rubra*), Falso ciprés (*Chamaecyparis lawsoniana*), abeto rojo (*Picea abies*), Eucalipto (*Eucalyptus* sp), Alerce (*Larix* sp), etc. la mayor parte de estas explotaciones se encuentran ocupadas por el denominado Pino de Monterrey o Pino insigne (*Pinus insignis* o *Pinus radiata*). No obstante, el gran peligro de estas explotaciones, por encima de la eterna discusión de si son adecuadas o no para los procesos biológicos, es la forma en que se explotan. Lo normal es que un pinar esté presto para su corta a los 25-30-35 años, entonces las labores para su sacado se resumen a una matarrasa general. Esto hace que el suelo aparezca muy vulnerable ante unas condiciones climáticas de una alta pluviosidad y, sobre todo si este suelo aparece desnudo en etapas como el otoño cuando los máximos pluviométricos son una realidad y, además, el grado de torrencialidad es relativamente alto. Aunque no queremos extendernos excesivamente lo cierto es que los estudios llevados a cabo por el profesor Edeso Fito y colaboradores dan unas tasas de pérdidas de suelo muy elevadas. Si a esto le unimos que, aunque desaconsejada, cuando no prohibida; la técnica del destoconado, sigue realizándose, la realidad es que el suelo completamente desestructurado y removido es presa fácil de las arroyadas y de los procesos de laderas.

Estas prácticas dan lugar a que en aquellas zonas con suelos más o menos raquíuticos o poco desarrollados, el segundo turno y la repoblación den lugar a resultados muy deficientes. Ello es debido a que gran parte del suelo, fundamentalmente los horizontes esenciales para que la planta tome los minerales necesarios (O y A), fundamentalmente el último, desaparezcan o se vean reducidos a la mínima expresión. A todo este cuadro habría que añadir que muy pocas veces se saca y transporta la madera de forma sostenible o poco impactante, de manera que en vez de establecer tendidos a través de los cuales los troncos sean retirados de forma aérea, se introduce maquinaria pesada que apelmaza el suelo cuando no lo desestructura o destruye.

En caso de no aplicar otras prácticas más respetables y saludables, la lógica impone que dentro de las políticas impulsadas por la Diputación para la repoblación, la preocupación por el mantenimiento y buena conservación de los suelos debe ser plena puesto que ello va a redundar en unos mejores resultados económicos de estos suelos, con lo que los ingresos a través de fiscalidad van a ser mejores y mayores para los diferentes niveles administrativos. Por ello, a las subvenciones a la planta y los trabajos de repoblación que la Diputación viene dedicando a las explotaciones silvícolas se

debería añadir una exigencia que se concretaría en la introducción, junto al plantón de pino u otra especie, de tres saquitos de fibra putrescible de a kilo cada uno de compost. La aplicación de este compost junto a las raíces y su inclusión en profundidad va a dar lugar a:

- Una recuperación de la materia orgánica mineralizada y perdida con el proceso de matarrasa anterior.
- Una aportación extra de abono de primera calidad a la planta que va a desarrollar un crecimiento mucho más satisfactorio en la época más crítica, los primeros años de la repoblación.
- Según los estudios realizados en Álava por varios sindicatos agrarios, la resistencia de la planta a diferentes plagas va a ser superior que aquella abonada con sustancias no naturales como el compost, con lo que se reducen las necesidades de tratamientos y plaguicidas. De esta manera se reducen aún más los gastos.
- La circulación hídrica del suelo queda ostensiblemente mejorada al presentar mayor cantidad de retención, de manera que en aquellas zonas con altas pendientes o litologías desfavorables y muy porosas (calizas), los estreses hídricos producidos en época de ciertas sequías se reducen.
- La estructura y textura del suelo mejora mucho más rápidamente después del proceso traumático de la corta.

En resumen, si elevada y conveniente era la necesidad de aplicar compost a las huertas, más elevada y conveniente lo será de hacerlo dentro de la silvicultura y las extensiones de bosque. Por otra parte, las labores propias del mantenimiento de los bosques (podas, entresacas, retirada de maleza, etc.) puede colaborar, a la misma vez, dentro de los diferentes procesos de generación de compost al aportar un material rico en carbono y que garantiza un añadido lignoso que suele ser muy bien recibido para estas labores y, fundamentalmente, para guardar la proporción necesaria entre el carbono y el nitrógeno en el proceso de compostaje.

Otro de los grandes usos del suelo, en cuanto a su ocupación, es el de praderas. Dentro de este gran grupo con una ocupación para Gipuzkoa cercana a las 50.000 Ha se encontrarían básicamente prados antrópicos, es decir, generados por el ser humano y que, además se encuentran ocupando la mayor parte de las zonas bajas y laderas. Tradicionalmente se han distinguido dos grandes subclases según la forma de aprovechamiento. Por una parte los llamados prados de diente, aquellos que eran ocupados de forma estable por el ganado y, por lo tanto, el pasto iba siendo ramoneado y digerido constantemente. Por otra parte estarían los prados de siega. En estas praderas existen todo tipo de parcelas, es decir, aquellas que no reciben abonado alguno, hasta parcelas que son mal utilizadas, donde la cantidad de aporte orgánico es superior a la deseada.

Entre estas dos grandes subclases existen diferencias evidentes hasta en el tipo de especies pratenses que en él se desarrollan.

Tanto en unos como otros, lo importante es la carga ganadera que soportan, existiendo diferencias según la especie animal que realiza el pastoreo. Los prados de diente suelen contener una evidente carga orgánica derivada de las deyecciones del propio ganado, con ciertos acúmulos en zonas donde pernoctan, pero generalmente la carga ganadera de estos suele ser baja (<2 UGM/HA unidades de ganado vacuno mayor).

En el PIGRUG se intenta mezclar varios hechos para falsear la verdad. El que haya algunas zonas de Gipuzkoa, en las que confluyen explotaciones ganaderas de carga elevada, junto a una ausencia de instalaciones de tratamiento de los excedentes producidos en las mismas, no es motivo para intentar generalizar injustificadamente puesto que la realidad es otra y son realmente escasas las parcelas que cuentan con estos problemas. Hasta ahora, la administración ha llevado una política de incentivar el aumento de tamaño de las explotaciones ganaderas con el fin de hacerlas más competitivas. Sin embargo no ha hecho nada por intentar solucionar la problemática de ciertas zonas, donde los excedentes son distribuidos en las mismas parcelas concretas, ocasionando niveles de contenido en materia orgánica que pueden rayar los límites, pudiendo poner en peligro incluso los acuíferos y cursos fluviales anejos por problemas de contaminación orgánica y microbiana, ya que en la actualidad se extienden sin tratamiento alguno.

Hace 3-4 años existieron una serie de iniciativas privadas que mostraban interés por tratar estos excedentes mediante biometanización y compostaje. Como era el momento de preparar todo el PIGRUG para sacar el proyecto de incineración adelante, no se accedió a financiar ningún tipo de alternativa a la incineración, ya que el tratamiento de los residuos ganaderos puede ser similar al de la MOF de la basura, si se ha seleccionado en origen.

Un sistema de tratamiento de estos excedentes, permitiría además del aporte de una MO ya estabilizada y sin olores, adecuar la carga ganadera de la zona o de una comarca, de forma que los productos obtenidos tras el tratamiento puedan ser distribuidos en toda la comarca y no solo en determinadas parcelas de unas explotaciones concretas. Tan solo es cuestión de voluntad, ya que existen las suficientes estructuras (agricultura de montaña, centros de gestión, sistemas de transporte etc.), para organizar el sistema.

Debido a la política de abandonos que ha sufrido el sector primario, se dispone de personal cualificado y a menudo con la maquinaria necesaria para ser empleada en estos trabajos. Además de lo anterior se da lugar a una evidente mejora social al recuperar baserritarras en torno a los 50 años de difícil incorporación al mercado laboral. Con todas estas iniciativas se conseguiría que fuese el sector primario quien pudiera valorizar el compost obtenido en los procesos de compostaje, tanto como enmienda orgánica de suelos pobres, como de fertilización de praderas y zonas de cultivo, en lugar de utilizar abonado químico.

Resultan difícilmente sostenibles ciertas políticas de la Diputación. En los montes de Amasa se prohíbe el uso de abonos orgánicos en unas praderas artificiales realizadas por la propia Diputación en suelos que anteriormente

tenían argoma y pino. Estos suelos, además de ser ácidos, muestran una enorme dificultad para el desarrollo de dichos usos como consecuencia de la falta de sustrato necesario. Sería conveniente añadir ingentes cantidades de compost para generar un suelo convenientemente desarrollado y en condiciones. En otras áreas se está impulsando el uso de abonos químicos con diseminación por avioneta. Mediante este método se esparcen todos los años toneladas de abonos químicos, no importa que estos caigan sobre praderas o lo hagan en zonas de matorral o bosque, no importa si cae en las regatas ni si el momento de aplicación es el idóneo. Este sistema se está empleando masivamente para abonar todos los montes públicos, Jaizkibel, Amasa, Larraitz, Aralar etc. Frecuentemente cuando el ganado sube a pastar a estos pastos de altura, se encuentra con dichos abonos en superficie, con la consiguiente toxicidad de los mismos.

Todo el PIGRUG se basa en justificar que en Gipuzkoa no es necesaria más MO. Hay que cambiar de raíz la política pro incineradora de la Diputación, ya que este tipo de solución a las basuras, condiciona toda una política de potenciar o no la recogida selectiva de la fracción fundamental de la basura. A su vez esto condiciona que el compost obtenido en las plantas de compostaje, tenga la calidad suficiente para su uso agrícola.

Desde el punto de vista ecológico o del aporte medioambiental que realizan las explotaciones agrarias, habría que tipificarlas para obrar en consecuencia a la hora del reparto de subvenciones o ampliaciones. A título de ejemplo a continuación se realizan las siguientes divisiones:

- **Explotaciones agroganaderas del tipo I:**

Aquellas cuyo consumo racional de residuos sea superior al producido. Aquí podrían englobarse prácticamente todas las ganaderías extensivas de vacuno y ovino, las ganaderías de vacuno lechero cuya superficie agraria gestionada les permita cumplir ese requisito. En este apartado podrían entrar también las tierras de uso forestal, y las dedicadas a huertas o invernaderos (con tierra, no de cultivo hidropónico).

Esta clase debería contar con diferentes tipos de primas que podrían ir desde exenciones fiscales, hasta ayudas a la inversión, publicidad de sus productos, etc.

- **Explotaciones agroganaderas del tipo II:**

Aquellas que producen más cantidad de residuos que los que puedan gestionar pero, al mismo tiempo, el equipamiento en instalaciones de almacenamiento permite una gestión adecuada de los mismos en explotaciones limítrofes en el plazo de 3-4 meses.

Si estas explotaciones cerrasen el ciclo de nutrientes, por ejemplo aprovechando recursos forrajeros producidos por la utilización de abonos orgánicos tratados, se les tendría que dar el mismo trato que a las explotaciones del tipo I.

- **Explotaciones agroganaderas del tipo III:**

Podrían incluirse en esta clasificación aquellas explotaciones ganaderas que aunque carezcan de tierra cuenten con la capacidad de almacenamiento de residuos suficiente, delegando posteriormente a una empresa especializada la gestión correcta de sus residuos. Si se cumple esta condición podrían adquirir un nivel inferior.

Dentro de los invernaderos sin tierra podrían incluirse en esta clase aquellos que utilizasen algún tipo de energía renovable (como la energía térmica) producida en el cotratamiento conjunto de residuos. Así, podría pensarse en la idea de cofinanciar estas iniciativas.

Aquellas explotaciones de este grupo que realicen el tratamiento de sus residuos en origen, adquirirán el nivel 1 ó 2.

- **Explotaciones agroganaderas del tipo IV:**

Aquellas que producen más cantidad de residuos que los que pueden gestionar y carezcan de instalaciones de almacenamiento que les permita una gestión racional.

En este clase se englobarían algunas explotaciones ganaderas intensivas, así como las instalaciones de invernaderos de cultivo hidropónico.

Desde todas las administraciones se deberían priorizar las ayudas según la categoría a la que pertenecen, e incentivar incluso con ayudas directas si además de que el balance de residuos orgánicos de la explotación es el adecuado contribuye a labores paisajísticas en cuanto a una gestión adecuada de las praderas que utiliza, mantenimiento óptimo de setos o cercados para la gestión de praderas a diente, mantenimiento de las parcelas forestales en las debidas condiciones, sin argoma o maleza que las esponga a los incendios, etc.

También es fundamental que se de un cambio en todos los niveles de la administración en cuanto al abandono de la idea de incineración, y potenciar por el contrario la salida de soluciones alternativas a la misma. Esto podría comenzar desde los ayuntamientos; primando la utilización de compost en todos los contratos de jardinería, seguir por la Diputación estableciendo lugares para el tratamiento de residuos ganaderos y otros residuos orgánicos producidos, utilización racional en todos los montes públicos y terminar por los comunales y demás propiedades públicas potenciando lo ya comentado para las anteriores administraciones. Los pastizales y prados de montaña cuentan con una tipología variada aunque pueden englobarse como superficies en torno a las 7.000 Ha que muestran, como característica general, la de encontrarse normalmente en las zonas culminares de las diferentes sierras montañosas

existentes dentro del territorio de Gipuzkoa. Todas ellas muestran una potencialidad más que evidente para la aplicación de compost. De esta forma, estas extensiones de praderas que se pueden encontrar en el Macizo de Cinco Villas, Jaizkibel-Ulia-Mendizorrotz, Hernio, Aralar, Izarraitz, Aitzkorri, etc., se deberían tener muy en cuenta para estas labores. Se trata de praderas que han sido generadas a través de la intervención humana como consecuencia de la desaparición de la vegetación potencial, que de otra forma corresponderían a fases climáticas de hayedos y que hoy en día se mantienen como consecuencia de ser explotadas de una forma totalmente extensiva por un ganado relativamente rústico, que en su mayor parte viene representado por la oveja latxa y en menor medida por ganado vacuno (fundamentalmente ganado pirenaico y algunas betitsus) y ganado caballar. Dicho ganado genera un ramoneo de las distintas especies herbáceas de las que se alimenta, de manera que mantiene expeditos estos espacios y va generando la selección de especies pratenses con alto valor nutritivo y gran palatabilidad. Con todo esto se potenciaría la ganadería en dichos lugares tan singulares, además de contribuir a otras ventajas:

- Mejora de la fertilidad de la suelos.
- Mejora de la estructura y textura del propio suelo.
- Evitar problemas de contaminación del suelo y de los cursos de agua y acuíferos anejos como consecuencia de la sobreutilización de los abonos minerales.
- Un gran ahorro económico a través de facilitar importantes cantidades de compost a bajos precios para seguir manteniendo estos espacios de gran biodiversidad y calidad ecológica.
- El mantenimiento de paisajes, costumbres y labores ecológicas de gran interés.

Cómo la carga ganadera es estacional y no es tan excesiva, los aportes de materia orgánica que pueda fertilizar el conjunto son escasos. Además de esto, el estar dispuestos en zonas de montaña, muy expuestas, con importantes periodos de helada durante el otoño-invierno-primavera, hace que la capacidad de transformación de la poca materia orgánica sea relativamente baja y que, en contrapartida, exista un importante lavado de estas materias derivado de las altas precipitaciones que, a la vez, existen sobre estas zonas. De hecho, como la mayor parte de estas zonas cuentan con una titularidad pública; parzonerías, pastizales de Diputación, zonas o áreas de diferentes municipios, etc. la propia administración foral ha tenido que desarrollar importantes planes de fertilización de dichos usos del suelo. Durante los últimos años, una flotilla de aeronaves han ido esparciendo abonos minerales por estas zonas (como ya se ha descrito anteriormente). Ello ha dado lugar a unos gastos muy importantes para mantener la fertilidad de dichos pastizales y, por tanto, el bien ecológico y económico que ello supone.

Lejos de seguir utilizando estas sustancias, lo que se impone es echar mano de un fertilizante mucho más natural y equilibrado de manera que, utilizando una metodología similar lo que se puede realizar es una siembra

aérea de estos espacios a través de un compost de gran calidad y con un pelet reducido.

A las ventajas como fertilizante se le pueden añadir otras ya apuntadas como mejorador edáfico, mayor capacidad de aumentar la retención hídrica en aquellas zonas con importantes drenajes y, sobre todo, en este caso el gran ahorro con respecto a la utilización anterior de los fertilizantes químicos.

Junto a estos usos, se podrían apuntar otros, ya más reducidos pero que, no obstante, también cuentan con su importancia a la hora de absorber compost dentro de sus procesos. En primer lugar habría que tener en cuenta que la propia Diputación cuenta con un ambicioso plan de desarrollo de infraestructuras viarias. Con ello se van a generar importantes impactos sobre la flora y los suelos de aquellas zonas que sean removidas o afectadas. Lo que se impone al respecto es la recuperación de las mismas, muchas veces a base de una revegetación o de la incorporación de un sustrato que de lugar a la aparición de vegetación que vaya aminorando los impactos visuales. Con todo, la demanda de compost va a ser elevada teniendo en cuenta la gran cantidad de cantiles que habrá que fijar con sustratos forzados y vegetación, los espacios a re-edificar y revegetar, etc. Que además sea la propia Diputación la que pueda generar estos sustratos a través del aprovechamiento de los suelos desmantelados y de la generación de turbas que incorporen compost puede ser un sano ejercicio de ahorro puesto que todas estas sustancias, de otra forma, suelen ser desaprovechadas y generadas *ex novo* por empresas privadas, de manera que el gasto económico se incrementa considerablemente.

Además de esto, otro sector importante sería el de la generación de sustratos y turbas, muy relacionado con el anterior punto pero con otros sectores de negocio mucho más importantes. Todas estas empresas ubicadas o no en Gipuzkoa pero que están actuando sobre dicho territorio, son grandes demandantes de compost, de manera que puede ser ofertado a unos precios muy competitivos. Por otra parte, la generación de compost también puede dar lugar a la generación de nuevas empresas y, por lo tanto, nuevos puestos de trabajo que aprovechando estas materias generen sustratos de cara a la jardinería, hortofruticultura, obras civiles, etc.

Muy relacionado con lo anterior, algunas empresas de jardinería, con grandes consumos de compost, están demandando el realizado por iniciativas privadas. Conocidos son los casos de ciertas empresas radicadas en Gipuzkoa y con comedores colectivos que, a través del compostaje de las sobras de los mismos están dando lugar a una gran producción de compost que está siendo absorbido a un precio realmente elevado por las numerosas empresas de jardinería como consecuencia de su importante aplicación y su escasez dentro del territorio guipuzcoano.

Todas estas realistas aplicaciones de compost, junto a otras consideraciones como el incremento de la producción hortícola de carácter ecológico, derivada de la creciente (en forma exponencial) demanda de los mismos y su mayor competitividad dentro de los mercados internos y locales, debe ser tomada en cuenta. Además de los datos antes referenciados que

demuestran que incluso sumando todos los residuos fermentables de tipologías como los residuos urbanos, los agroganaderos, lodos de depuración, etc. no son suficientes para abastecer el mercado interno, existen fundadas posibilidades de exportación incluso a territorios cercanos y con demandas potenciales y reales mayores a las nuestras. En este aspecto, las necesidades de territorios como Álava, Navarra, Castilla León, Aragón, etc. son realmente altas al contar con una mayor superficie agraria útil, problemas de contaminación edáfica y acuíferos como consecuencia de la sobreutilización continuada de fertilizantes y otras sustancias químicas, cultivos con mayores requerimientos de compost, suelos en peores condiciones, tasas de pérdidas de suelos y desertificación muy elevadas, etc.

Además de estas cuestiones hay que tener en cuenta la experiencia catalana en estas lides. Como ya ha sido comentado, Cataluña cuenta con una tradición incineradora relativamente antigua (más de 20 años) y todos los esfuerzos de los últimos tiempos han sido dirigidos hacia su máxima reducción y desaparición, para ello, es especialmente digna de mención la estrategia desarrollada por La Comunidad de Catalunya y que lleva por título "Programa de Gestió de Residus Municipals de Catalunya 2.001-2.006 (PROGREMIC)". En dicho documento se defienden una serie de cuestiones básicas para el tratamiento de todos los residuos urbanos y especialmente aquellos relacionados con la MOF. Al respecto hay que destacar que defiende una recogida puerta a puerta, el desarrollo del compostaje frente a la biometanización por la mayor simplicidad del proceso, la descentralización de las infraestructuras mediante el desarrollo de amplios programas de compostaje individual o doméstico, pequeñas y medianas plantas de compostaje (3.000 a 350.000 toneladas/año) por ser más fáciles de controlar, por presentar una más óptima dimensión y una cercanía hacia los ciudadanos que se ha revelado como de especial importancia y gran interés. Por último, los sistemas de compostaje serán, siempre que las condiciones lo permitan, plantas abiertas y, sino, se pensará en sistemas cerrados específicos.

Es curioso que en la actualidad existan sólo en el ámbito de Barcelona 15 plantas más otras 14 en proyecto o construcción. Con ello, aunque en la actualidad la generación de compost se acerca a la derivada del tratamiento de 400.000 toneladas/año de materia orgánica fermentable, para el año horizonte se estima el tratamiento de 550.000 toneladas/año. Es decir, estaríamos tratando a día de hoy la mitad de la cantidad de MOF que se produce en Gipuzkoa a través de los residuos urbanos.

Para terminar con este capítulo habría que desarrollar un epígrafe propositivo como se ha hecho con el resto de puntos.

Las ideas a potenciar a través de éste son claras. En primer lugar hay que tener en cuenta que es necesario hacer una recogida de toda la materia orgánica fermentable lo más óptima posible. Ello sólo se consigue si se implementan modalidades como el puerta a puerta. También es necesario tener en cuenta, no sólo los residuos domésticos, sino otros como la carga orgánica de los RICIA, la de los RCD, los residuos agroganaderos y los lodos de depuración.

En siguiente lugar hay que desestimar las falsas creencias que desde ciertos sectores de la propia administración se están divulgando acerca de la necesaria separación de carne, pescado, alimentos cocinados, etc. Toda la MOF es susceptible de ser procesada y, por tanto, valorizada o aprovechada, a través de cualquier sistema de compostaje. Esto hace que dichos materiales deban también ser tenidos en cuenta. En todo caso habrá que propiciar estudios, líneas de investigación y tecnologías (trituradores o máquinas de picado) que partan de una buena mezcla de los materiales y de una materia prima perfectamente triturada.

Hay que poner en marcha urgentemente líneas de compostaje doméstico. Este se configura como el mejor tratamiento puesto que ahorra costes de transporte y tratamiento, amén de distribuir compost de una manera bastante equilibrada en el territorio puesto que se producen pequeñas cantidades perfectamente asimilables. En este sentido, se estima que entre el 18 y el 25% del territorio y la población puede ser susceptible de poder desarrollar estas iniciativas al contar con una baja densidad (villas unifamiliares, caseríos, villas adosadas, etc.) o poder disponer de terreno (jardines, huertas de ocio, huertas para explotación, etc. El resto, fundamentalmente en tipologías constructivas de alta y media densidad, deberá pensar en la recogida puerta a puerta y en la implantación en núcleos por encima de los 1.000 habitantes, de plantas de compostaje. Éstas deberán tender a presentar pequeños tamaños y un equipo de trabajo que puede estar integrado por una o a lo sumo dos personas. En las ciudades más densamente pobladas se puede pensar en estaciones de compostaje por barriadas.

Por último, habrá que tener en cuenta que existirán plantas de compostaje en las sedes o puntos finales de tratamiento de las distintas mancomunidades, que deberán atender al tratamiento de la MOF de ayuntamientos menores a 1.000 habitantes, lodos de depuración y otras tipologías de residuos compostables.

El Plan Director prevé que el **18-25% de los residuos domésticos, para el año 2009**, podrían encontrarse siendo tratados a partir del **compostaje doméstico**. El resto, **hasta el 80-85%** deberán ser tratados a través del **compostaje industrial dentro de las factorías municipales o mancomunadas** o la implantación de **plantas de biometanización** a unas escalas más comarcales pero siempre teniendo en cuenta que debe ser un paso transitorio perdiendo preponderancia a favor de las plantas de compostaje.

Por otra parte, el **100% de los productores singulares**: restauración, comedores colectivos, empresas de catering, bares y hostelería en general; grandes superficies; mercados centrales; mercados a mayoristas; etc. deberían contar con un servicio de recogida y tratamiento propio o a concertar dicho servicio con los ayuntamientos o mancomunidades bajo las condiciones ya reseñadas anteriormente antes de 2.010. Especial importancia detentan las empresas de jardinería que pueden aportar un material muy interesante con el que complementar estos restos.

Sectores como los lodos de depuración o los residuos ganaderos deberían explorar vías relacionadas con el compostaje o la biometanización. Se aconseja esta segunda vía en aquellos lodos que fundamentalmente muestren ciertos niveles de contaminación en metales pesados por encima de 1,5 mg/kg para el cadmio, 75 mg/kg para el cobre, 50 mg/kg para el níquel, 140 mg/kg para el plomo, 300 mg/kg para el zinc, 1 mg/kg para el mercurio y 140 mg/kg para el cromo. Junto a ello, purines y lodos de explotaciones ganaderas, en general, presentan una potencialidad clara de generación de biogás a través de procesos de digestión o fermentación anaeróbica y, dependiendo de las condiciones químicas antes reseñadas, generación de enmiendas edáficas o, si estos límites son superados o aparecen niveles de impropios de más del 15% cerciorarse de su estabilidad y de que se encuentren inertes para poderlos utilizar o bien como base para la recuperación paisajística de zonas depauperadas o para su vertido sin problemas.

6.2. BIOMETANIZACIÓN

La biometanización es también un proceso natural en el se produce una fermentación de la MOF de la basura en un medio anaerobio o sin oxígeno. En la naturaleza existen, de facto, numerosas plantas de biometanización, ya que en todos los rumiantes se produce este fenómeno, en el que la microflora del tracto digestivo ataca los restos orgánicos desdoblándolos y utilizándolos como alimento y fuente energética para poder desarrollarse, haciendo que posteriormente sean asimilados por el animal. En este proceso el metano producido es eliminado mediante diferentes excreciones.

En una planta de biometanización la fermentación se realiza en depósitos estancos, de forma controlada, recogiendo el metano producido (componente principal del biogás), para poder quemarlo posteriormente y obtener energía.

La cantidad de energía producida dependerá del tipo de residuo a tratar y de la tecnología utilizada. En estas plantas se produce más energía térmica que eléctrica, por lo que es conveniente buscar formas de aprovechamiento de este primer tipo.

En el caso del tratamiento de residuos por Biometanización la basura es la fuente de alimentación para la población microbiana existente. Por esta razón es conveniente el mezclado de sustratos y conseguir unas condiciones de temperatura, humedad, pH etc., adecuadas para que el desarrollo microbiano sea máximo y se optimice la producción de biogás.

6.2.1. Ventajas de la digestión anaeróbica

1. Estabilización de la materia orgánica. La estabilización es total si existe un proceso de compostaje posterior.
2. Homogeneización de la materia tratada. Se facilita el compostaje posterior.
3. Eliminación de malos olores por la eliminación del metano y de ácidos grasos volátiles.
4. Higienización del residuo digerido. Debido a la temperatura alcanzada durante la fermentación se produce la destrucción de bacterias y demás microorganismos patógenos. Esta higienización es mejor en las plantas termófilas (alcanzan temperaturas de la masa de 55 ° C).
5. Reducción de sólidos totales y volátiles. Se reduce la materia orgánica degradable manteniendo las concentraciones de nutrientes y transformando el nitrógeno orgánico en nitrógeno amoniacal.
6. Balance energético positivo y proceso productor neto de energía renovable. Se produce más energía que la consumida en el proceso. La cantidad de energía producida depende de la capacidad de producción de Biogás de los distintos residuos disponibles para la codigestión. El rendimiento

termoeléctrico neto (la energía producida en bornes de alternador (energía de autoconsumo en planta), depende también del tipo de biometanización empleado; vía seca o húmeda.

A continuación se adjuntan algunos ejemplos simples:

- FORSU.....240 m³/ tn
- PURINES.....30 m³/ tn
- GRASAS.....400 m³/ tn
- FANGOS DEPURADORA.....700 m³/ tn

No hay que olvidar que se produce más energía térmica que energía eléctrica, por lo que haría falta aplicar unos sistemas adecuados para su aprovechamiento.

En los vertederos actuales también se produce este fenómeno, solo que se realiza sin control alguno y en presencia de todo tipo de sustancias. La propia masa actúa como fermentador, por lo que se producen pérdidas de metano a través de todos los túneles del montón de basura, junto con otros productos también desagradables como ácidos orgánicos volátiles, sulfídrico y lixiviados sin ningún tipo de control, contaminando tanto el aire como acuíferos adyacentes.

6.2.2. Factores de similitud con el compostaje

- La calidad del producto final depende de la calidad del residuo inicial. Esto quiere decir que para minimizar los problemas de una de estas plantas es necesario que se produzca una selección de la MOF en origen.
- La legislación no permite la utilización agrícola del producto resultante de este tipo de fermentación si la MOF a tratar procede de una recogida en masa. En este caso, al producto resultante de un proceso de biometanización y posterior compostaje se le denomina BIORESIDUO. El destino de este biorresiduo es, por lo tanto, el vertedero. Aunque esto sea así, estos vertederos no tienen nada que ver con los que conocemos actualmente. En el biorresiduo la materia orgánica está estabilizada e higienizada, por lo que la mejora en cuanto a olores y contaminaciones potenciales es considerable.
- Cómo es un proceso vivo conviene que el material a tratar sea lo más homogéneo posible y contenga el menor grado de impurezas. Algunos de estos, aunque sean en pequeño porcentaje, alteran considerablemente las condiciones de fermentación. Otro peligro puede existir en el efecto físico de obstrucción de los conductos de la infraestructura.
- Cómo a todo tratamiento anterior, conviene aplicarle el principio de proximidad, es decir realizar el proceso lo más cercano a su producción. Por eso en este PDGR recomendamos la construcción de este tipo de instalaciones por mancomunidades. El intentar realizar una o dos

plantas de éstas para toda Gipuzkoa, sería otra barbaridad. El coste ecológico y económico que el movimiento de esa basura provoca, junto al incremento de problemas de este tipo de instalaciones si su escala es excesiva, lo desaconsejan.

6.2.3. Tipos de tecnologías utilizadas

Aunque el proceso básico de fermentación es similar, las tecnologías se dividen en dos tipos, según la cantidad de sólidos totales (ST) aconsejable en la mezcla:

- **Biometanización húmeda:** La humedad del material a tratar es muy elevada, de manera que la cantidad de ST está en torno al 15 %. Este tipo de instalaciones son idóneas para el tratamiento de purines o residuos de elevada humedad. La fermentación de los RSU mediante este tipo de instalaciones requiere cantidades importantes de agua que complican el proceso, o por el contrario son mezclados con algún residuo húmedo. En Alemania y Dinamarca se realiza el cotratamiento conjunto de purines ganaderos (porcinos, vacuno y gallinaza) junto a MOF procedentes de grandes generadores o de recogida selectiva. La cantidad de biogás producidos en este tipo de instalaciones es menor que en la biometanización seca.
- **Biometanización seca:** La cantidad de ST de la masa a tratar está en torno al 40 %. Parece ser que es una tecnología más apropiada para el tratamiento de MOF procedente de la basura doméstica. La cantidad de energía producida es mayor, ya que también lo es la cantidad de biogás producido y el proceso es menos complicado, al no ser necesarias esas cantidades de agua.

Hay que recordar que la metanización o biometanización (puesto que los dos nombres se refieren a procesos iguales) de los residuos orgánicos supone de 100 a 200 m³ de biogás por tonelada de materia orgánica fermentable. El contenido del gas obtenido es de 20 a 25 Mj/ m³. Si se estima que entre un 20 y un 40% de la energía producida se debe destinar al autoconsumo de las plantas, **la producción energética verdaderamente limpia y sin graves problemas sobre la salud de la población o el medio ambiente es de entre 100 y 150 kWh/tonelada.** Con todo, estos niveles productivos son muy superiores a los registrados en una planta incineradora, generalmente entre el doble o triple superior al rendimiento que muestra una planta de incineración pero con varias ventajas claras; el gasto en inversión en terrenos, maquinaria, mantenimiento y demás son infinitamente superiores para una incineradora, las afecciones sobre la salud de las personas y el medio ambiente sólo existe para el caso de la incineración mientras que las pequeñas plantas de biometanización no suponen ningún tipo de riesgo y, para finalizar, mientras la metanización genera un biorresiduo susceptible de ser compostado o vertido sin impactos sobre el medio ambiente, la incineración proporciona en peso entre un **35 y un 42% de lo que entra en forma de residuo** de diferente tipo pero todos **con una peligrosidad evidente** hacia el medio ambiente y la salud; las escorias, cenizas, micropartículas, gases, dioxinas, furanos y filtros.

La baja productividad de las incineradoras ha hecho que en los últimos documentos de evaluación y gestión de la Unión Europea se quiera evitar el término de valorización energética para este método reservándolo para otros como la metanización. A nivel europeo solo en el caso de que el aprovechamiento de la generación de energía sea integral -es decir que se obtenga además de energía, agua caliente para calefacciones y uso doméstico, que con ello se eliminen focos de contaminación equivalentes superiores, que el combustible sea de gran poder calorífico (eliminando por lo tanto la materia orgánica de los RSU)- tiene justificación su mantenimiento.

Con todo, se estima que antes del **2.015** deben estar puestas en marcha las suficientes herramientas para abordar el **80-85% de los residuos compuestos por materia orgánica putrescible** y que, a día de hoy están siendo vertidos, más o menos ilegalmente, en el 100% de su masa.

6.3. RESUMEN DE OBJETIVOS DEL PDGRG

Implantación de los sistemas de recogida selectiva (recogida puerta a puerta lo más generalizada posible), que permita la obtención de un compost y de un digestato de calidad susceptible de su aprovechamiento en el sector primario (agroganadero-forestal), jardinería, generación de sustratos, etc.

6.3.1. Tipos de tratamiento de la MOF (Materia Orgánica Fermentable)

6.3.1.1. Compostaje a todos los niveles

6.3.1.1.1. Compostaje doméstico

Es el método ideal de tratamiento ya que el productor del residuo es el que controla su tratamiento, no hay transporte de residuos. El coste de tratamiento queda relegado a la amortización del aparato. Debido a toda esta serie de ventajas se debería hacer un esfuerzo considerable en la aplicación de la tasa sobre basuras a las familias que realizan esta modalidad.

Esto se debería desarrollar y realizar en poblaciones rurales o de baja densidad. En la provincia de Gipuzkoa el número de entidades de población en las que pueda llevarse a cabo una experiencia como esta es bastante alto. Para ello debe facilitarse e incentivarse este método de tratamiento, enseñando la técnica y proporcionando los compostadores más adecuados para el tratamiento de toda la fracción orgánica (tanto restos vegetales como de productos animales).

Los compostadores individuales pueden ser :

- Estáticos: Se trata de un cajón que puede ser de distintos materiales, en el que se van depositando los restos domiciliarios junto con algún material estructurante (viruta, restos de poda etc.). Este tipo de compostadores requieren un mezclado periódico (cada 1 ó 2 meses) mediante alguna herramienta manual para una correcta aireación.

- Dinámicos: Disponen de uno o varios módulos en los que se van alternando el compartimiento que se encuentra en fase de llenado y el que está en fase de compostaje. Además disponen de un sistema rotatorio (manual o motorizado), que facilita el mezclado sin herramienta ni esfuerzo alguno. Estos compostadores presentan un mayor grado de aislamiento y disponen de sistemas de aireación y extracción de vapor de agua. El proceso de compostaje se consigue más rápido en éstos ya que el volteo se realiza con mayor frecuencia.

El único problema es que su costo es superior a los estáticos.

6.3.1.1.2. Compostaje colectivo de núcleos urbanos o de barrios

En todos los municipios deberían implementarse estructuras de este tipo, de forma que el ciudadano sea consciente de la gestión de los residuos que él mismo produce, en lugar de ser sujeto pasivo observador del sistema actual donde no se realiza ningún tipo de esfuerzo eficiente por discriminar y, no obstante, la basura de la fracción resto desaparece todos los días sin presumir los graves efectos que ello conlleva.

El tipo de estructura a implementar dependerá de la cantidad de residuo que se trate, y del tipo de residuo además de la FORSU que se genera en cada municipio, por lo que en la totalidad de Gipuzkoa cabrían distintos sistemas de compostaje que ya han sido descritos y que habría que adecuar a través de procesos de caracterización y acomodación a las circunstancias particulares.

6.3.1.2. Biometanización por comarcas o mancomunidades

Partiendo de una realidad que marca la necesidad de realización de importantes esfuerzos en sensibilización, concienciación, educación, reducción, recogida selectiva, etc. el equipo redactor del presente plan es consciente de la existencia de algún punto de estrangulamiento o dificultad. Así, siempre existirá una parte de la materia orgánica que no llegue a recogerse de forma selectiva.

Por ello hay que buscar una solución cronológica de forma que las instalaciones que se monten tengan esa visión y puedan ir transformándose en años venideros (p.ej. Plantas de triaje de la fracción resto que tengan que ser destinadas a la separación de otra fracción).

Según estas apreciaciones harían falta las siguientes instalaciones:

6.3.1.2.1. Plantas de biometanización para el tratamiento de la FORSU que provenga de plantas de triaje en las que se trate el rechazo.

La intención debe de ir en la línea de que la mayor cantidad de materia orgánica sea tratada en la plantas de compostaje; tanto doméstico como colectivo en los distintos municipios, de forma que hay que tender a minimizar la cantidad de materia orgánica destinada a obtener un biorresiduo.

Estas mismas instalaciones tienen muchos menores problemas de funcionamiento, cuando el residuo está previamente seleccionado en origen. Además permitirían la obtención de compost de calidad cuando la calidad del residuo original alcance los niveles adecuados.

A la hora de dimensionar estas instalaciones es importante tener claras estas cuestiones ya que no es igual diseñar plantas de biometanización para el tratamiento de toda la FORSU o de solo aquella fracción de rechazo que por mancomunidades no se haya podido separar o está más contaminada.

La función de las plantas de Biometanización puede ser distinta en una fase inicial. Hasta conseguir el grado de concienciación ciudadana suficiente, el objetivo podrá ser la estabilización de la MO que tras un compostaje, permita obtener un Biorresiduo con destino a vertedero.

En una fase posterior en la que sea generalizada la recogida selectiva de la MO, estas instalaciones permitirán tratar la fracción orgánica que aún contiene la fracción de rechazo de la basura y también la MO procedente de la recogida selectiva.

6.3.1.2.2. Plantas de biometanización para el tratamiento de otros residuos orgánicos ya tipificados en origen.

Estas infraestructuras podrían ubicarse en las plantas de biometanización anteriormente citadas, pero en digestores distintos o de lo contrario podrían ser independientes, sin que estén sujetas al ámbito de una mancomunidad ya existente, sino que se dimensionen en función de la generación de residuos de humedad elevada, atendiendo siempre al principio de proximidad, pertenezcan o no a la misma mancomunidad.

Además el tipo de tratamiento de biometanización necesario para el tratamiento de todos estos residuos deberá de ser por vía húmeda, mientras que para el tratamiento exclusivo de los RSU la vía seca simplifica más el sistema y dará mayor rendimiento termoeléctrico.

También hay experiencias de codigestión anaerobia por vía seca de purines y restos de RSU, adecuando la cantidad de sólidos totales de la mezcla de forma que esté en torno al 40 %

Teniendo en cuenta estas consideraciones estas instalaciones deberían contar con una financiación a cargo de entidades superiores (Diputación y Gobierno Vasco a través de fondos europeos) o por estructuras comunes para varias mancomunidades.

En este tipo de instalaciones se obtendría un digestato cuya fracción sólida se destinaría a la producción de compost de calidad en un tratamiento posterior. La fracción no sólida del digestato podría utilizarse como abono líquido sin olor, en sustitución al purín o mezclarlo con otros residuos como restos de poda, biomasa forestal etc. para destinarlos también a compostaje.

TIPOS DE RESIDUOS QUE PODRÍAN TRATARSE EN ESTAS INSTALACIONES

- Residuos agroganaderos húmedos (Purines de vacuno y porcino, gallinaza etc). La gallinaza se podría compostar directamente o previo tratamiento de biometanización.
- Fracción orgánica de los RICIA

En la actualidad los residuos de los comercios se recogen de forma conjunta a los domiciliarios. Al igual que se realiza una recogida de los aceites domésticos ya utilizados, habría que realizar una recogida selectiva de la fracción orgánica de determinados comercios como pescaderías, carnicerías, fruterías etc. El destinar este tipo de productos a estas instalaciones permitirá el tratamiento de esos residuos de humedad elevada que actualmente no se tratan y que están originando grandes problemas ambientales.

- Restos de mataderos (no MER).
- Restos de agroindustrias (Conservas, centrales lecheras etc.)

Para concluir hay que reseñar que esta multitud de proceso no entraña, ni mucho menos, un esfuerzo económico superior al que va a suponer la instalación de dos plantas de incineración con todas sus partidas presupuestarias, tanto las contempladas en los documentos oficiales como aquellas silenciadas pero que habrá que tener muy en cuenta.

Sin embargo, al contrario, los beneficios comienzan con una buena educación saludable de la población, la obtención de cantidades imprescindibles de compost y otros rendimientos en forma de producción energética limpia que, como se podrá comprobar en el siguiente capítulo, puede dar lugar a rendimientos económicos que rentabilicen ese primer esfuerzo inversor.