

# LA CACA FLOTA

## Algo Está a Punto de Alcanzar el Ventilador....

*“Los seres humanos estamos siguiendo un camino destinado a chocar con el mundo natural.... No nos quedan más que una o algunas décadas antes de perder la oportunidad de evitar las amenazas que hoy nos confrontan y que las oportunidades para la humanidad se reduzcan de forma desmesurada.”*

1,600 Científicos Prestigiados, 18 de noviembre de 1992 – Advertencia de los Científicos del Mundo a la Humanidad

Existe una teoría perturbadora sobre la especie humana que ha empezado a tomar un grado alarmante de realidad. Parece que el comportamiento humano muestra un gran parecido con el comportamiento de los agentes patógenos u organismos causantes de enfermedades.

Al ser observado desde el siguiente nivel cuántico de perspectiva, desde el cual la tierra se ve como un organismo y los seres humanos como microorganismos, los últimos aparentan ser una amenaza para el planeta. De hecho, la raza humana se asemeja bastante a una enfermedad – comprendida por organismos que se multiplican excesivamente, consumiendo sin conciencia y generando desperdicios sin darle mayor importancia a la salud y bienestar de su anfitrión – el Planeta Tierra.

Los organismos patógenos son una desagradable singularidad de la naturaleza, a pesar de tener propósitos constructivos, por ejemplo el eliminar a los organismos débiles y garantizar únicamente la supervivencia de los más fuertes y adaptados. Esto lo logran exaltando a su anfitrión, extrayendo su vitalidad y dejando a su paso una estela de veneno. A los patógenos no les interesa su propia fuente de vida – su anfitrión – y a menudo terminan por matarla.

Ésta parece una forma tonta de subsistencia para una especie; a final de cuentas, el eliminar al anfitrión del cual tu vida depende implicaría tu propia muerte. Pero los patógenos han desarrollado tácticas de supervivencia que les permiten continuar su existencia aun después de la muerte de su anfitrión. Simplemente viajan a un anfitrión nuevo, enviando representantes para buscar e infectar nuevos organismos, aun cuando su propia población muere en masa junto con el anfitrión original.

Un hombre que padece de tuberculosis tose en su lecho de muerte, una reacción que ha sido instigada por el patógeno infeccioso, asegurando una oportunidad para que la enfermedad se propague. Un niño defeca en la tierra afuera de su casa, inconscientemente satisfaciendo las necesidades de los parásitos que habitan en sus intestinos, los cuales requieren pasar tiempo en la tierra como parte de su ciclo vital. Una persona infectada con cólera defeca en una letrina que a su vez filtra agua contaminada hacia la tierra, contaminando el agua del pozo del pueblo y permitiendo que la enfermedad se propague hacia otros pobladores.

En el caso de los organismos patógenos que matan a su anfitrión, el comportamiento es muy predecible: se multiplican sin importar los límites de su crecimiento, consumen sin sentido y sus excretas dañan fuertemente al anfitrión. Al traducir este escenario a términos humanos, existe una singular familiaridad, especialmente al equiparar el éxito humano con el crecimiento, el consumo y la riqueza material.

Supongamos que nosotros los humanos demostramos, como especie, un comportamiento patógeno: nos multiplicamos sin importar los límites, consumiendo recursos naturales como si no fueran a existir las futuras generaciones y produciendo desechos que están afectando al planeta del cual nuestra supervivencia depende. Existen dos factores que el ser humano no está tomando en cuenta. Primero están las tácticas de supervivencia de los patógenos, que requieren de anfitriones adicionales para infectar. Nosotros no podemos darnos este lujo, por lo menos no hasta ahora. Si logramos continuar con nuestro comportamiento nocivo, entonces también lograremos marchar directamente a nuestra propia ruina. En este proceso, también podemos arrastrar a otras especies hacia el mismo destino. Este síndrome ya se hace evidente con la amenaza de extinción que cuelga, como la espada de Democles, sobre un número alarmante de especies de esta tierra.

Existe una segunda consideración: los organismos infectados tienden a resistir la infección. Mientras que los humanos se convierten en una amenaza creciente, ¿podría la Tierra tratar de defenderse?

Cuando un organismo patógeno infecta a un ser humano, éste último eleva su temperatura corporal como mecanismo de defensa. Este aumento en la temperatura corporal no sólo retarda el crecimiento del organismo infeccioso, sino que también propicia la capacidad de autodefensa del cuerpo. El Calentamiento Global podría ser el mecanismo de autodefensa de la Tierra, induciendo una “fiebre” global como reacción a la contaminación de la atmósfera causada por el ser humano y su consumo desmedido de combustibles fósiles.

Cuando la temperatura interna del cuerpo se eleva, el microclima del mismo cambia, permitiendo la repentina y rápida proliferación de anticuerpos, células T, células blancas y otros medios de defensa contra la enfermedad. A medida que el clima en la Tierra cambia y el medio ambiente natural se ahoga por la contaminación, nosotros los humanos ya sabemos qué clase de organismos podría desatar la naturaleza para confrontarnos. Están empezando a mostrarse en forma de pestes de insectos y nuevas cepas de bacterias, virus y algas particularmente tóxicas para el ser humano.

A medida que la temperatura del planeta se eleva, va ganando una inercia que se vuelve imposible de detener, sin importar la desesperación y el arrepentimiento que los seres humanos pudieran llegar a sentir. La “fiebre” de la tierra, como un búmeran que da vueltas, sólo se detendrá a su propio ritmo. Podemos estar creando un monstruo del Dr. Frankenstein, de dimensiones astronómicas, al menos que, por supuesto, seamos agentes patógenos. Y de ser así, no nos importa realmente ¿o sí?

A menudo los patógenos habitan dentro de su anfitrión sin causar síntomas de enfermedad. De pronto algo dispara su crecimiento – ganan fuerza y se proliferan rápidamente. Es en este punto que se evidencian los efectos de la enfermedad.

Los humanos comenzamos a mostrar nuestro potencial patógeno hacia la década de los 1950's, devorando rapazmente recursos naturales y desechando residuos hacia el medio ambiente sin mayor cuidado. De 1990 a 1997, el consumo mundial humano creció tanto como lo hizo desde el principio de la civilización hasta 1950. De hecho, la economía global creció más en 1997 de lo que lo hizo durante todo el siglo XVII.<sup>1</sup>

Para finales del siglo XX, nuestro estilo de vida consumista y nuestra cultura del desecho ya pintaban un escenario sombrío. Casi la mitad de los bosques del planeta han sido arrasados. Entre 1980 y 1995 perdimos áreas boscosas más grandes que la superficie de México y aun hoy perdemos nuestros bosques a razón de millones de kilómetros cuadrados cada año.<sup>2</sup> Los niveles de agua dulce decrecen dramáticamente en los 5 continentes. Las zonas pesqueras están colapsando, la tierra de cultivo está erosionada, los ríos se secan, los humedales desaparecen y las especies se están extinguiendo.<sup>3</sup> Aunado a esto está el crecimiento poblacional de 80 millones de personas al año (aproximadamente diez veces la población de Suecia). El crecimiento de la población sin planeamiento, administración y respeto por el medio ambiente garantiza virtualmente un aumento en el consumo y la producción de desperdicios con el paso de cada año.<sup>4</sup>

La tasa natural de extinción está estimada entre una y diez especies al año. Sin embargo, actualmente se estima que perdemos 1,000 especies por año. Más del 10% de todas las especies de aves, 25% de los mamíferos y 50% de los primates se encuentran en peligro de extinción.<sup>5</sup> De las 242,000 especies de plantas registradas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (WCU, por sus siglas en inglés) en 1997, una de cada ocho (33,000 especies) se encuentran en peligro de extinción.<sup>6</sup>

¿Qué llevaría al ser humano a deteriorar su fuente de vida de esta manera? ¿Por qué ignoraríamos el bienestar de nuestro organismo anfitrión, la Tierra, como si no fuéramos más que una enfermedad que pretende destruirla? Una respuesta es, como hemos visto, nuestro consumismo. Nos aferramos a la idea de que tener más significa ser mejor, tomando la riqueza material como medida del éxito. Algunas estadísticas sorprendentes que sustentan este argumento: las 225 personas más ricas del mundo (0.000003% de la población mundial) poseen tanta riqueza acumulada como la mitad más pobre de toda la humanidad. La riqueza de las tres personas más ricas del mundo equivale a la producción total de los 48 países más pobres. Los Estados Unidos ciertamente pueden alzar su mano cuando se habla de consumismo – su consumo de energía, granos y materias primas es el más alto del planeta. Los estadounidenses pueden admitir un uso de tres toneladas de materiales al mes, cada uno de ellos, y eso sin contar el consumo de alimento y combustible. A pesar de constituir sólo 1/20 de la población mundial, utilizan 1/3 de los recursos de la Tierra. Para mantener este nivel de consumo, se requerirían al menos 3 planetas Tierra.<sup>7</sup>

Hay quienes podrían burlarse ante la idea de que un organismo tan pequeño como el ser humano pudiera dañar mortalmente a un ser tan antiguo e inmenso como es la Madre Tierra. La idea de poder infligir una enfermedad en un ser planetario no es nada más que egoísmo. ¿Existe alguna evidencia que indique que un planeta puede enfermarse y morir? ¿Qué dicen de Marte?

¿Qué es lo que sucedió con Marte? Nuestro más cercano vecino, el Planeta Rojo, aparenta haber estado cubierto por ríos. ¿Qué sucedió con ellos? Los ríos sugieren la existencia de una atmósfera. ¿Dónde está? ¿Acaso Marte fue alguna vez un planeta próspero y con vida? De ser así, ¿por qué es que ahora nos parece un planeta muerto? ¿Pudo haber existido alguna forma de vida que se proliferó de forma tan abundante y descontrolada que llegó a alterar la atmósfera de este planeta, sacándolo así de equilibrio y destruyendo la vida en él? ¿Es eso lo que le está sucediendo a nuestro planeta? ¿Será nuestro legado para este sistema solar el dejar una masa más de roca muerta y solitaria rotando alrededor del sol? ¿O simplemente nos destruiremos a nosotros mismos mientras que la Tierra, más fuerte que su vecino marciano, supera nuestra devastación y sobrevive para florecer por otro billón de años – sin nosotros?

La respuesta, si me permiten especular atrevidamente, es ninguna de las anteriores – no destruiremos la Tierra ni nos autodestruiremos. Por lo contrario, aprenderemos a coexistir de manera simbiótica con nuestro planeta. En términos sencillos, el ser humano ha llegado a una bifurcación en el camino de su evolución. Podemos elegir seguir el camino de los patógenos causantes de enfermedades, o podemos trazar una nueva ruta como habitantes dependientes y respetuosos de este punto de polvo galáctico que llamamos Tierra. La primera requiere solamente de una visión egocéntrica en la que nos preocupamos únicamente por nosotros mismos, viviendo como si no fueran a existir futuras generaciones de humanos. La segunda, por otro lado, requiere una conciencia de nosotros mismos como una parte dependiente de un Ser Superior. Para esto se necesita una buena dosis de humildad, que podemos mostrar nosotros mismos o esperar a que el resto del mundo nos contagie con ella. De cualquier forma, el tiempo se nos acaba.

Es ciertamente irónico que los humanos hayamos ignorado un problema de manejo de desechos con el que todos contribuimos día con día – un problema ambiental que nos acecha desde nuestra creación y que puede acompañarnos hasta nuestra extinción. Probablemente nos hemos mantenido ajenos al reciclaje del excremento humano porque ni siquiera nos atrevemos a hablar de ello. Si existe algo que la cultura del consumismo se ha negado a tratar de manera madura y constructiva, son las excreciones corporales. Ésta es la materia tabú, el problema impensable. También es un tema hacia el cual estamos a punto de adentrarnos a fondo. Porque los desperdicios no existen en la naturaleza – excepto en la naturaleza humana. Nos toca a nosotros los humanos develar el secreto de su eliminación. La naturaleza nos provee con la respuesta y lo ha venido haciendo desde siempre. (Ve al Capítulo 2)

## ¡Alerta Patógena!

- 15,589 especies están consideradas en peligro de extinción, incluyendo uno de cada tres anfibios, casi la mitad de las tortugas, uno de cada cuatro mamíferos, uno de cada cinco tiburones y rayas y uno de cada ocho especies de pájaros. La destrucción de sus hábitats y la degradación por parte del ser humano es la principal causa.<sup>16</sup>
- Desde la década de los 1950's, más de 750 millones de toneladas de desperdicios tóxicos han sido desechadas hacia el medio ambiente.<sup>8</sup>
- Para finales de la década de los 1980's, la producción humana de químicos sintéticos orgánicos causantes de cáncer había excedido las 90 millones de toneladas (200 mil millones de libras) por año, un incremento del 100% en sólo dos generaciones.<sup>9</sup>
- Para 1992, sólo en los Estados Unidos, se produjeron más de 197 millones de toneladas (435 mil millones de libras) de químicos sintéticos a base de carbono.<sup>10</sup>
- En 1994, más de un millón toneladas de químicos tóxicos fueron desechados hacia el medio ambiente. De éstos, 53 mil toneladas (177 millones de libras) eran reconocidos o sospechosos cancerígenos.<sup>11</sup>
- Actualmente existen alrededor de 75,000 químicos de uso comercial, de los cuales se estima que entre 3,750 y 7,500 son causantes de cáncer para el ser humano.
- En Estados Unidos, existen 1,231 áreas contaminadas con material tóxico consideradas como "prioridad" por la Agencia de Protección Ambiental (EPA por sus siglas en inglés); 40 millones de personas (uno de cada seis estadounidenses) viven en un radio de cuatro millas de una de estas zonas.<sup>12</sup>
- 40% de los estadounidenses corren el riesgo de contraer cáncer.
- 80% de los cánceres se atribuyen a influencias medioambientales.
- La tasa de cáncer de mama en los EUA es treinta veces mayor que en partes de África.
- El cáncer infantil en los Estados Unidos ha crecido un tercio desde 1950 y actualmente se estima que uno de cada cuatrocientos niños contraerá cáncer antes de los quince años.
- La EPA predijo que resultarán decenas de miles de cánceres de piel fatales a causa de la degradación de la capa de ozono que ya afecta a Norte América.<sup>13</sup>
- Se están encontrando peces macho que cargan sacos de huevo femeninos, lagartos con deformidades genitales y la cuenta de esperma humano ha decrecido.
- La persona promedio puede encontrar en su grasa corporal por lo menos 250 contaminantes químicos.<sup>14</sup>
- Cincuenta nuevos padecimientos humanos han surgido desde 1950, incluyendo el Ébola, la enfermedad de Lyme, el Hantavirus y el VIH.<sup>15</sup>
- La concentración atmosférica de CO<sub>2</sub> de la Tierra ha llegado a su nivel más alto en 150,000 años.

# NO DESPERDICIARÁS, NO DESEARÁS

*“DESPERDICIO:... Ruina o destrucción, causada o permitida, a terrenos, casas, jardines, árboles u otros bienes heredables, por parte del propietario....Cualquier acto ilícito u omisión del deber de parte del propietario, que resulte en daños permanentes a los bienes heredables...”* Diccionario Jurídico de Black (Black’s Law Dictionary)

Los Estados Unidos no son sólo la tierra de la industria y el comercio, son también la tierra del consumismo y el desecho, con una producción anual de entre 12 y 14 mil millones de toneladas de basura. La mayoría de sus desechos constan de material orgánico incluyendo restos de comida, hojarasca del municipio, material del jardín, residuos agrícolas y estiércol animal e humano; todos estos deberían ser regresados a la tierra de donde vinieron. Este material orgánico tiene un alto valor en la agricultura, un hecho bien sabido por jardineros y agricultores orgánicos.

Las heces y la orina son ejemplos de materiales naturales, orgánicos y benéficos, excretados por animales al terminar sus procesos digestivos. Se convierten en “desperdicios” únicamente cuando nos deshacemos de ellos. Al reciclarse, se convierten en recursos y las personas que reciclan los conocen comúnmente como abono, pero nunca como *desperdicio*.

No *reciclamos desperdicios*. El decir que los desperdicios son, deben o pueden ser reciclados es un error semántico. Los recursos materiales son reciclados, pero los desperdicios nunca lo son. Por esta razón se les llama “desperdicios”. Los desperdicios son todos aquellos materiales que se tiran y no tienen ningún otro uso potencial. Nosotros los humanos hemos desperdiciado tanto y por tanto tiempo que el concepto de *eliminación* de desperdicios nos es completamente ajeno. Aún así, es un concepto importante.

Cuando se pela una papa, su cáscara no es un desperdicio de la cocina – es simplemente cáscara de papa. Cuando son utilizadas para composta, están siendo recicladas y no se está produciendo ningún desperdicio.

Los profesionales de la composta algunas veces se refieren al material reciclado como “desperdicio”. Muchas de las personas que están desarrollando actualmente programas de compostaje municipal provienen del campo del manejo de desechos, un área en la que los residuos siempre han sido etiquetados como “desperdicios”. A pesar de esto, hoy día el uso del término “desperdicio” utilizado para describir materiales reciclados es un desagradable hábito semántico que debemos abandonar. De otra forma, nos referiríamos a las hojas que caen en otoño como “desperdicios de árbol”, porque no le sirven más al árbol y las ha tirado. Sin embargo, cuando nos adentramos en el bosque ¿dónde vemos desperdicios? La respuesta sería “en ninguna parte”, porque el material orgánico del bosque se recicla naturalmente y no se crea ningún desperdicio. Irónicamente, algunos expertos de la composta se refieren a las hojas y el pasto cortado como “desperdicios del jardín”, otro ejemplo de la mentalidad del desperdicio que plaga nuestra cultura.

El excremento de un organismo es el alimento de otro. Todo en la naturaleza tiene sistemas de reciclaje, eliminando así los desperdicios. Los humanos generamos desperdicios porque ignoramos los ciclos naturales de los cuales dependemos. Somos tan adeptos a esta conducta que damos por hecho el desperdicio y le hemos dado un lugar privilegiado en nuestro vocabulario. Tenemos “desperdicios” del jardín, “desperdicios” de la cocina, “desperdicios” de la agricultura, “desperdicios” humanos, “desperdicios” municipales, “desperdicios” biológicos y así sucesivamente. Sin embargo, nuestra supervivencia a largo plazo requiere que aprendamos a vivir en armonía con nuestro planeta. Esto requiere a su vez de nuestro entendimiento de los ciclos naturales y de su incorporación a nuestra actividad diaria. En esencia, esto significa que los humanos debemos tratar de eliminar todo desperdicio de una vez por todas. Mientras eliminamos progresivamente los desperdicios de nuestros hábitos diarios, podemos también progresivamente eliminar la palabra “desperdicio” de nuestro vocabulario.

“Desperdicio humano” es el término que se ha usado tradicionalmente para referirse a las excretas humanas, particularmente a la materia fecal y la orina, los cuales son subproductos del sistema digestivo. Al

ser *desechadas*, como es común, estos materiales se conocen coloquialmente como *desperdicios humanos*, pero al ser *reciclados* para fines agrícolas, se les conoce por varios nombres, incluyendo “*night soil*” o tierra de noche (estiércol crudo) como se le llama cuando es aplicada de forma cruda a los campos en Asia.

El *Humabono* o abono humano, a diferencia de los *desperdicios humanos*, no es ningún desperdicio – es un recurso orgánico rico en nutrientes para la tierra. El humabono se origina de la tierra y por ende puede ser devuelto fácilmente a ella, especialmente si se transforma en humus a través del proceso de compostaje.

Los *desperdicios humanos* (orina y heces desechados), por lo contrario, constituyen problemas ambientales graves, son una ruta para la transmisión de enfermedades y privan a la humanidad de disfrutar de una valiosa fertilidad en la tierra. Son también uno de los principales ingredientes de las aguas residuales y responsables en gran medida de la contaminación mundial del agua.

Se debe hacer una clara distinción entre el *humabono* y las aguas residuales, ya que se trata de cosas completamente diferentes. Las aguas residuales pueden incluir desechos provenientes de diferentes fuentes – industrias, hospitales y talleres automotrices, por ejemplo. Las aguas residuales pueden contener también una lista de contaminantes como químicos industriales, metales pesados, aceites y grasas, entre otros. El humabono, por lo contrario, consta estrictamente de heces fecales y orina.

¿Qué es verdaderamente el desperdicio humano? El desperdicio humano es la basura, colillas de cigarro, envases de plástico, uncel, latas de desodorante, pañales desechables, electrónicos inservibles, botellas sin reciclar, periódicos usados, llantas de auto inservibles, baterías usadas, correo no deseado, contaminantes nucleares, empaques de comida y paquetería, residuos químicos industriales, emisiones de los escapes, CD’s desechados, los 19 mil millones de litros (5 mil millones de galones) de agua potable que usamos en nuestros escusados todos los días y las millones de toneladas de material orgánico que se tiran hacia el medio ambiente año con año.

## EL CICLO DE NUTRIENTES DEL SER HUMANO

Cuando se obtiene un cultivo de la tierra, es recomendable que los residuos orgánicos resultantes de dicho cultivo, incluyendo excrementos animales, se regresen a la tierra de donde provinieron. El reciclaje de residuos orgánicos para fines agrícolas es esencial para lograr una agricultura sustentable. A pesar de esto, los promotores de los movimientos por una agricultura sustentable aún permanecen callados acerca del uso del humabono en la agricultura. ¿Por qué?

Probablemente su silencio se pueda atribuir a que persiste una profunda falta de conocimiento y entendimiento de lo que se conoce como “ciclo de nutrientes del ser humano” y de la necesidad de mantener este ciclo intacto. El ciclo de los nutrientes en el ser humano funciona de la siguiente forma: a) cultivamos comida, b) nos comemos esta comida, c) recolectamos y procesamos los residuos orgánicos (heces, orina, restos de comida y residuos de agrícolas) y d) después regresamos la materia orgánica procesada a la tierra, enriqueciéndola y permitiendo que se pueda sembrar más comida. Éste es un ciclo que puede repetirse un sinnúmero de veces. Se trata de un proceso que imita los ciclos naturales y potencializa nuestra habilidad para sobrevivir en este planeta. Cuando nuestros residuos de comida son desechados como basura, se rompe el ciclo natural de nutrientes del ser humano, creando problemas como la contaminación, pérdida de fertilidad de las tierras y el abuso de las reservas de agua dulce.

En los Estados Unidos cada persona desecha alrededor de 450 kilogramos (mil libras) de humabono al año a través de drenajes y tanques sépticos. La mayoría del humabono desechado terminará en un relleno sanitario, junto con muchos otros desperdicios sólidos, los cuales curiosamente también ascienden a 450 kilogramos por persona por año en EUA. Con una población de 305 millones de habitantes, EUA produce casi 305 millones de toneladas de desechos sólidos por persona cada año, de las cuales por lo menos la mitad serían valiosas como recurso agrícola.

La práctica que los humanos frecuentemente utilizamos para manejar nuestros desperdicios es bastante primitiva – tiramos nuestra basura dentro de hoyos en la tierra y después la enterramos. Eso se conoce como relleno y por muchos años fue así de simple. Los nuevos rellenos “sanitarios” están forrados con un material sintético impermeable para prevenir la filtración de jugos de la basura o lixiviados hacia los mantos acuíferos. Cabe mencionar que sólo uno de cada tres basureros activos en los Estados Unidos cuenta

con estos forros.<sup>1</sup> Es interesante notar el asombroso parecido entre estos rellenos sanitarios y un enorme pañal desechable. Se trata de receptáculos titánicos forrados de plástico en donde colocamos nuestra sociedad a descansar, doblando cuidadosamente capa sobre capa y generando una especie de mausoleo para los productos finales de nuestro estilo de vida del desperdicio, que pretende preservar los lodos de aguas residuales y los residuos de la cocina para la posteridad. Convenientemente, jalamos la palanca del escusado y el lodo residual resultante es transportado a los rellenos sanitarios, vaciado en estos pañales desechables gigantes y enterrado.

Cabe notar que con esto no estoy sugiriendo el uso de las aguas residuales para producir cultivos alimentarios. Las aguas residuales contienen el humabono mezclado con materiales peligrosos como son los desechos industriales, médicos y químicos, los cuales son arrastrados hacia un desagüe común. En las palabras de Gary Gardner (State of the World 1998), "*Decenas de miles de sustancias tóxicas y compuestos químicos utilizados por economías industriales, incluyendo PCBs, pesticidas, dioxinas, metales pesados, asbestos, productos derivados del petróleo y solventes industriales, son componentes potenciales de las aguas residuales*". Sin mencionar a los organismos patógenos. Cuando se utilizaron las aguas residuales en su forma no procesada para fines agrícolas en Berlín en 1949, por ejemplo, se les atribuyó la propagación de enfermedades relacionadas con gusanos. En los 1980s, se dijo que ésta fue la causa de los brotes de fiebre tifoidea en Santiago y en 1970 y 1991, se le atribuyeron brotes de cólera en Jerusalén y América del Sur, respectivamente.<sup>2</sup>

Por su parte, el humabono, al ser mantenido fuera de los desagües, recolectado y compostado de manera correcta, se convierte en un recurso agrícola apropiado para su aplicación en cultivos alimenticios. Cuando combinamos nuestro estiércol con otros materiales orgánicos como restos de comida y subproductos agrícolas, podemos conseguir una mezcla que le resulta irresistible a ciertos microorganismos benéficos.

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos estima que en las ciudades de ese país se producen casi 22 millones de toneladas de desechos de comida al año. A lo largo y ancho de EUA las pérdidas de comida a nivel tienda, consumidor y servicios alimenticios ascendieron a 48 millones toneladas en 1995.<sup>3</sup> Estos materiales orgánicos serían perfectos para mezclarse en la composta con el humabono. Pero en vez de esto, sólo una pequeña parte de los residuos de comida es compostada en los Estados Unidos; el resto es incinerado o enterrado en los rellenos sanitarios.<sup>4</sup>

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, un grupo compuesto principalmente por países industrializados occidentales, estima que 36% de los desechos de los estados que lo integran son restos de comida y residuos del jardín. Si además se considera el papel, ¡el componente orgánico del flujo de basura se dispara impresionantemente a dos tercios del total! En los países en desarrollo, los materiales orgánicos típicamente constituyen entre la mitad y dos tercios del total de basura producida.<sup>5</sup> De acuerdo con la EPA, casi un 80% del total neto de desechos sólidos en los Estados Unidos está compuesto por material orgánico.

Cada vez se vuelve más evidente la insensatez del uso de los rellenos sanitarios para deshacernos de los materiales reciclables. Se llenan los basureros municipales y se requiere de nuevos rellenos para mantener el paso. Los rellenos "sanitarios" son notables contaminantes del aire, la tierra y el agua. De hecho, puede que en los Estados Unidos seamos afortunados, ya que los rellenos están cerrando rápidamente. De los diez mil rellenos que han cerrado desde 1982, el 20% están clasificados actualmente como áreas peligrosamente contaminadas. Un reporte de 1996 del estado de Florida indica que la contaminación del agua a causa de rellenos antiguos, sin forraje inferior, alcanza más de 5.5 kilómetros (3.4 millas) y que 523 suministros públicos de agua en Florida se encuentran a una distancia aproximada de 1.6 kilómetros (una milla) de dichos rellenos clausurados, mientras que 2,700 se encuentran a 4.8 kilómetros (3 millas).<sup>6</sup> Sin duda existen situaciones similares en el resto del mundo.

Los materiales orgánicos que se tiran en los rellenos sanitarios también producen altas cantidades de metano, uno de los gases de efecto invernadero más importantes. Los rellenos en los Estados Unidos están "*entre los mayores emisores de metano a nivel mundial,*" de acuerdo con el Consejo de la Defensa de Recursos Naturales. La EPA indica que el metano es entre 20 y 30 veces más potente que el CO<sub>2</sub> como gas de efecto invernadero (calentamiento global) en una comparación a nivel molecular.<sup>7</sup>

Las cuotas que los habitantes de los Estados Unidos pagan por deshacerse de su basura en los rellenos sanitarios en todas las regiones de este país han incrementado más del doble que la tasa de

inflación desde 1986. De hecho, desde entonces han incrementado en un 300% y se prevé que seguirán creciendo a ese ritmo.<sup>8</sup>

En los países en vías de desarrollo, el escenario de los rellenos sanitarios es también deprimente. En Brasil, por ejemplo, 99% de la basura sólida se tira a los rellenos y tres cuartos de las 90,000 toneladas producidas diariamente termina en tiraderos a cielo abierto.<sup>9</sup> Poco a poco estamos reconociendo el hecho de que tenemos que dar la vuelta a esta tendencia al tiradero. No podemos seguir “tirando” recursos útiles, derrochándolos al enterrarlos en rellenos sanitarios contaminantes, crecientemente costosos y donde la basura aparentemente “desaparece”.

Si hubiéramos recogido todo el excremento humano y lo hubiéramos apilado sobre el área cultivable de la Tierra en 1950, habríamos aplicado 76.9 toneladas por kilómetro cuadrado (200 toneladas por milla cuadrada), aproximadamente 77 gramos por metro cuadrado (690 libras por acre). En el año 2000, hubiéramos recolectado más del *doble* de esta cantidad, ya que la población va en incremento, pero la extensión de tierra no. De hecho, el área disponible para la agricultura a nivel mundial *disminuye* a ritmo constante, perdiendo año con año una extensión del tamaño del estado de Kansas a causa de la ganadería y los cultivos.<sup>10</sup> La creciente población humana está produciendo cada vez más residuos orgánicos, los cuales tarde o temprano tendremos que tratar de manera responsable y constructiva. Es tiempo de reconocer los residuos orgánicos que producimos como recursos valiosos que ruegan por ser reciclados.

En 1950, el valor de los nutrientes agrícolas de la exorbitante cantidad de humabono producida en el mundo ascendía a 6.93 mil millones de dólares. En 2000, habría valido 18.67 mil millones de dólares, calculados en precios de 1975.<sup>11</sup> Esto se traduce en dinero siendo arrastrado por el desagüe a algún lugar del medio ambiente, donde se manifiesta como contaminación y material del relleno sanitario. Todas las cañerías desembocan en algún lugar; todo lo que “tiramos” sólo irá de un lugar a otro, no desaparecerá. Y el humabono y otros desechos orgánicos no son la excepción. No sólo estamos echando “dinero” al escusado, sino que además pagamos para que suceda. Esto tiene un costo tanto económico como ambiental.

## AGUA SUCIA

El mundo está dividido en dos tipos de personas: aquellas que defecan en sus suministros de agua potable y los que no lo hacen. Nosotros, habitantes del mundo occidental, caemos en la primera clasificación. Evacuamos en el agua, frecuentemente agua que podríamos tomar. Tras contaminar el agua limpia con nuestro excremento, le jalamos al escusado, liberando agua sucia con un destino que muy probablemente no conocemos, ni nos importa.

Cada vez que le jalamos la palanca del escusado, expulsamos entre 20 y 25 litros (5 y 6 galones) de agua contaminada hacia el medio ambiente.<sup>12</sup> Esto es equivalente a defecar dentro de un garrafón de agua como los usados en las oficinas y después tirarlo antes de que nadie haya podido beber de él. Y hacemos lo mismo al orinar. Y lo hacemos todos los días, varias veces al día. Multipliquemos esto únicamente por los 305 millones de personas que habitan en los Estados Unidos.

Aun después de tratar el agua contaminada en las plantas de tratamiento de aguas residuales, puede seguir contaminada por niveles excesivos de nitratos, cloro, medicamentos, químicos industriales, detergentes y otros contaminantes. Estas aguas “tratadas” serán directamente descargadas hacia el medio ambiente.

Se estima que para 2010, al menos la mitad de la población de los Estados Unidos vivirá en las ciudades y pueblos costeros, potencializando aun más la contaminación del agua que causan los desagües. El grado de contaminación de las playas adquiere un grado personal cuando se aprende que la EPA aún permite estándares de limpieza de las aguas para uso recreativo de 19 enfermedades por cada 1,000 nadadores en agua salada y 8 por cada 1,000 en cuerpos de agua dulce.<sup>13</sup> Algunas de las enfermedades asociadas al contacto con aguas de uso recreativo contaminadas con aguas de desecho incluyen la fiebre tifoidea, salmonelosis, disentería, hepatitis, gastroenteritis, neumonía e infecciones de la piel.<sup>17</sup>

## DATOS CURIOSOS

### *acerca del agua*

- Si toda el agua potable del mundo se pusiera en un contenedor cúbico, éste mediría sólo 153 kilómetros (95 millas) por lado.
- Población sin acceso a agua potable: 1.2 mil millones.
- Familias que tienen que salir de sus casas para conseguir agua: 67%
- Crecimiento poblacional mundial a mediados del siglo XXI: 100%
- Incremento de las reservas de agua potable a nivel mundial a mediados del siglo XXI: 0%
- Cantidad de agua que los estadounidenses consumen a diario: 1.3 billones de litros (340 mil millones de galones).
- Número de litros utilizados en la producción de un automóvil: 378,500
- Número de automóviles producidos anualmente: 50 millones
- Cantidad de agua que requiere anualmente un reactor nuclear: 7.9 kilómetros cúbicos (1.9 millas cúbicas).
- Cantidad de agua utilizada por reactores nucleares cada año: el equivalente a 1.3 veces el volumen del lago Erie.

Fuentes: Der Spiegel, 25 mayo, 1992; y Annals of Earth, Vol. 8, Número 2, 1990; Ocean Arks International, One Locust Street, Fairmouth, MA 02540.

## AGUA, AGUA POR TODOS LADOS Y TODA VA EN PICADA

- A mediados de la década de los 1980's, las 2,207 plantas de tratamiento de aguas residuales del dominio público en los Estados Unidos descargaban 13.7 trillones de litros (3.619 billones de galones) anuales de aguas tratadas hacia el ecosistema costero.<sup>14</sup>
- En 2004, 3.2 billones de litros (850 mil millones de galones) de aguas residuales no tratadas y agua de lluvia fueron desechadas como drenaje desbordado combinado y entre 11 mil millones y 38 mil millones (3 mil millones y 10 mil millones de galones) de aguas residuales sin tratar provenientes de drenajes sanitarios desbordados son liberadas cada año en los Estados Unidos.<sup>43</sup>
- En 1997, la contaminación causó al menos 4,153 cierres de playas y advertencias, 69% de las cuales fueron causadas por altas concentraciones de polución bacteriana en el agua.<sup>15</sup>
- En 2001, de las 2,445 playas inspeccionadas por la EPA, 672 fueron afectadas por alertas o cierres, en la mayoría de los casos por niveles elevados de bacterias.
- En 2003, hubo más de 18,000 cierres y alertas en las playas de EUA de acuerdo con el reporte anual de la calidad del agua en las playas del Consejo de la Defensa de Recursos Naturales. 88% de las alertas y cierres se derivaron de la presencia de bacterias, asociada a la contaminación por materia fecal. Para 2007, el número de cierres y alertas en playas de océanos, bahías y de los Grandes Lagos llegaron a los 20,000 por tercer año consecutivo. El número causado por derrames de drenaje y desbordamientos se triplicó de 2006 a 2007.
- De acuerdo con la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, la principal causa de los cierres y alertas en playas es el desbordamiento de agua de lluvia combinada con sistemas de drenaje con capacidad insuficiente para contener lluvias fuertes para su procesamiento a través de plantas de tratamiento de aguas residuales.
- En 2002, el estado de Nueva York demandó a Yonkers por emisiones de drenaje, argumentando que miles de litros diarios de aguas residuales no tratadas estaban siendo descargadas hacia el Río Bronx desde por lo menos cuatro tuberías que eran propiedad de la ciudad. Los resultados del laboratorio demostraron que la contaminación contenía la bacteria *coliforme fecal*, un indicador de drenaje no procesado, en concentraciones hasta 250 veces más altas que las permitidas por los estándares de calidad del estado de Nueva York.
- En 2002, un juez federal encontró a la Ciudad de Los Ángeles responsable por 297 derrames de drenaje. De 1993 a enero de 2002, la ciudad reportó 3,000 derrames de drenaje. Los Ángeles tiene alrededor de 10,460 kilómetros (6,500 millas) de drenaje. Los derrames terminan en cauces de agua, son transportados hasta los océanos y contaminan las playas.<sup>16</sup>
- Estudios del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) demuestran que más de 800 millones de personas en las costas del Sur de Asia no cuentan con servicios básicos de salubridad, poniéndolos en alto riesgo de contraer enfermedades relacionadas con el drenaje e incluso en peligro de muerte.
- En 2000, 55% de los lagos, ríos y estuarios de EUA no estaban lo suficientemente limpios para nado o pesca, de acuerdo con el testimonio dado por la EPA ante el Congreso en 2002. En 1995, 40% estaban demasiado contaminados para la pesca, nado u otros usos acuáticos en cualquier época del año, de acuerdo con la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.
- En enero de 2005 se reportó que veintidós por ciento de las aguas costeras de los Estados Unidos no eran apropiadas para la pesca, basado en los lineamientos para el consumo moderado de peces atrapados para fines recreativos de la EPA.

Si no quieres contraer enfermedades por medio del agua en la que nadas, deberías evitar sumergir la cabeza. De lo contrario, puedes terminar como los bañistas de la Bahía de Santa Mónica. La gente que nadaba en las aguas de este lugar a 366 metros de distancia (400 yardas o cuatro campos de fútbol americano) de un drenaje de agua de lluvias tenía 66% más riesgo de desarrollar una “enfermedad respiratoria significativa” en un lapso de 9 a 14 días después de haber nadado en ellas.<sup>18</sup>

Este hecho no resulta sorprendente al considerar la existencia de bacterias que han desarrollado una resistencia a los antibióticos. El uso de estos medicamentos es tan común que en la actualidad mucha gente está criando bacterias resistentes a los antibióticos dentro de sus intestinos. Estas bacterias son excretadas en los escusados y se transportan hasta las plantas de tratamiento de aguas residuales donde *la resistencia a los antibióticos se puede transferir a otras bacterias*. Es entonces cuando las plantas de tratamiento de aguas residuales pueden convertirse en criaderos de bacterias resistentes, las cuales son expulsadas hacia el ambiente por medio de los drenajes afluentes. ¿Y por qué no sólo clorar el agua antes de expulsarla? Pues usualmente el agua es clorada de antemano, mas algunos estudios han demostrado que el cloro parece *incrementar* la resistencia bacteriana a algunos antibióticos.<sup>19</sup>

¿No te preocupan las bacterias resistentes a los antibióticos en el área en la que nadas? He aquí algo para masticar: entre un 50 y un 90% de los medicamentos ingeridos por las personas pueden ser excretados en un escusado y transportados hacia a los drenajes *en su forma activa original o formas biológicamente activas*. Además, los medicamentos que han sido parcialmente degradados antes de su excreción pueden volver a su forma activa original a través de reacciones químicas medioambientales. Medicamentos como los usados para quimioterapia, antibióticos, antisépticos, medicamentos betabloqueantes para el corazón, hormonas, analgésicos, medicamentos reductores de colesterol y reguladores de lípidos en la sangre, se han encontrado en lugares tales como el agua de la llave, en ríos y en acuíferos potables. Piensa en esto la próxima vez que te sirvas un vaso de agua.<sup>20</sup>

El Estrecho de Long Island recibe más de 3,800 millones de litros (mil millones de galones) de aguas tratadas todos los días – desechos de ocho millones de personas. Tanto era el nitrógeno de las aguas *tratadas* que se liberaba hacia Estrecho, que provocó la desaparición del oxígeno acuático, convirtiendo el ecosistema marino en un lugar inhóspito para los peces endémicos. Se esperaba que las doce plantas de tratamiento que se terminarían alrededor del Estrecho para 1996 removieran 2,270 kilogramos de nitrógeno diariamente. El Nitrógeno es normalmente un nutriente valioso para la tierra y un recurso agrícola, pero al ser expulsado por los escusados, se convierte en un peligroso contaminante del agua.<sup>21</sup> El 31 de diciembre de 1991, se prohibió el desagüe de lodos residuales hacia el mar en EUA. Antes de esto, la mayoría de dichos lodos simplemente era arrojada al océano.

Las descargas de lodos residuales, drenaje o agua con desperdicios hacia los cuerpos naturales de agua inevitablemente producen contaminación. El impacto de la contaminación del agua tiene alcances inconcebibles, causando la muerte de 25 millones de personas al año, de las cuales tres quintos son niños.<sup>22</sup> La mitad de las personas de los países en vías de desarrollo sufren de enfermedades asociadas a suministros de agua potable contaminados y malas condiciones sanitarias.<sup>23</sup> La diarrea, enfermedad asociada con el agua contaminada, mata a seis millones de niños cada año en países en vías de desarrollo y contribuye a la muerte de hasta 18 millones de personas.<sup>24</sup> A principios del siglo XXI, una de cada cuatro personas carecía de agua limpia y dos de tres carecían de condiciones sanitarias adecuadas.<sup>25</sup>

La Organización Mundial de la Salud incluye en su definición de salubridad adecuada a cualquier instalación destinada al *desecho* de excretas que interrumpa la transmisión de contaminantes fecales hacia el ser humano.<sup>26</sup> Esta definición debería ser expandida e incluir instalaciones de *reciclaje* de excretas. Los inodoros compostados están ganando reconocimiento internacional como instalaciones “salubres” y se vuelven cada vez más populares alrededor del mundo dado su relativamente bajo costo, comparado con los sistemas de desecho que utilizan agua y el drenaje centralizado. De hecho, los sistemas de inodoros de compostaje aportan un dividendo – el *humus*, que permite a dichos sistemas sanitarios rendir una ganancia, en vez de ser un drenaje financiero constante (sin intención de hacer juegos de palabras). La obsesión mundial con los escusados convencionales causa que los problemas internacionales de salubridad permanezcan sin ser resueltos. Muchas partes del mundo no se pueden dar el lujo de utilizar sistemas de desecho caros y con alta demanda de agua.

También estamos agotando nuestras reservas de agua, y los escusados son una de las mejores formas para gastarla. De 143 países evaluados por su consumo de agua per cápita por el Instituto de Recursos Mundiales, EUA ocupó el segundo lugar, con un consumo de 712 litros (188 galones) por persona por día (Bahrén fue el #1).<sup>27</sup> El consumo de agua en los Estados Unidos se multiplicó diez veces entre 1900 y 1990, creciendo de 151 mil millones de litros (40 mil millones de galones) diarios a 1.5 billones de litros (409 mil millones de galones) diarios.<sup>28</sup> La cantidad de agua utilizada por los estadounidenses a diario en total, contando la requerida en la producción de lo que consumen, más la que se usa para los baños y para beber, suma la exorbitante cantidad de 5,924 litros (1,565 galones) por persona por día, lo cual es tres veces el consumo de Francia o Alemania.<sup>29</sup> Esta cantidad de agua equivale a que cada uno le jalara al escusado 313 veces a diario, alrededor de una vez por minuto y medio durante ocho horas seguidas sin parar. Se estima que se requieren entre una y dos mil toneladas de agua para jalar una tonelada de excretas humanas.<sup>30</sup> No es sorprendente que el uso de agua del subsuelo en EUA exceda las tasas de reposición por 80 mil millones de litros (21 mil millones de galones) diarios.<sup>31</sup>

## DESPERDICIOS VS. ABONO

Al deshacernos de nutrientes de la tierra expulsándolos por medio del escusado, incrementamos nuestra dependencia de fertilizantes químicos sintéticos. En la actualidad, la contaminación que provoca la agricultura, a causa de la erosión y la pérdida de nutrientes debida al uso excesivo o incorrecto de fertilizantes<sup>32</sup>, es el “*mayor medio difuso de contaminación del agua*” en nuestros ríos, lagos y arroyos.<sup>33</sup> Los fertilizantes químicos proveen al suelo empobrecido de una dosis rápida de nitrógeno, potasio y fósforo. Sin embargo, se estima que entre 25-85% del nitrógeno químico aplicado a la tierra y 15-20% del fósforo y el potasio se pierden por filtración, lo cual contamina el agua del subsuelo.<sup>34</sup>

Esta contaminación se manifiesta en pequeños cuerpos de agua atestados de algas como resultado de un influjo de nutrientes antinatural. De 1950 a 1990, el consumo mundial de fertilizantes artificiales creció en un 1,000%, de 14 millones de toneladas a 140 millones de toneladas.<sup>35</sup> En 1997, los granjeros de los Estados Unidos usaron 20 millones de toneladas de fertilizantes sintéticos<sup>36</sup>, y la mitad del total de los fertilizantes producidos en la historia se han utilizado desde 1982.<sup>37</sup> La contaminación por nitratos que causa el uso excesivo de fertilizantes artificiales constituye uno de los problemas más serios de polución en Europa y Norte América. La contaminación por nitratos puede causar cáncer y daño cerebral o incluso la muerte en niños.<sup>38</sup> Mientras tanto, cientos de miles de toneladas de materiales orgánicos compostables son generados en EUA cada año y son enterrados en rellenos sanitarios, incinerados o apilados como desperdicios.

El derroche de nuestros recursos acuíferos y su contaminación por medio de los drenajes y fertilizantes sintéticos se debe en parte a nuestra creencia de que el humabono y los restos de comida son materiales de desperdicio en vez de recursos naturales reciclables. No obstante, existe una alternativa. El humabono se puede someter a un proceso de digestión por medio de bacterias y después puede ser devuelto a la tierra. A este proceso se le conoce usualmente como *compostaje*. Esto constituye el eslabón perdido en la cadena de reciclaje de nutrientes del ser humano.

El humabono en su forma *cruda* acarrea consigo un riesgo potencial importante de contagio de enfermedades patógenas. Dichas enfermedades, incluyendo parásitos intestinales, hepatitis, cólera y tifoidea son destruidas por medio del proceso de compostaje, ya sea por un tiempo de retención adecuado en una composta de baja temperatura, o cuando el proceso de composta genera suficiente calor biológico interno, matando a los patógenos en cuestión de minutos.

La aplicación de humabono *crudo* no es higiénicamente segura y puede propiciar la propagación de varias enfermedades. Los estadounidenses que han viajado a Asia relatan del “horrible hedor” del estiércol crudo que se percibe en el aire cuando se aplica a los campos. Por esta razón, resulta imperativa la necesidad de compostar el humabono antes de su aplicación en la agricultura. El compostaje adecuado elimina posibles patógenos y da como resultado un material sin mal olor.

Por otro lado, la aplicación del estiércol crudo a los campos en Asia al menos devuelve el humabono a la tierra, recuperando así un recurso valioso que se utiliza para producir comida para el ser humano. Las ciudades en China, Corea del Sur y Japón reciclan el estiércol crudo alrededor de sus perímetros en

cinturones verdes donde se cultivan vegetales. Shanghái, en China, una ciudad con una población de 14.2 millones de habitantes en 2000<sup>39</sup>, produce un excedente exportable de esta manera.

El humabono también puede utilizarse para alimentar algas que a su vez pueden alimentar a los peces de industrias acuícolas. En Calcuta, un sistema acuícola de este tipo produce 20,000 kilogramos de pescado fresco diariamente.<sup>40</sup> La ciudad de Tainán, Taiwán, es bien conocida por su pescado, el cual se produce en 6,000 hectáreas de granjas de peces fertilizadas con humabono. En estos lugares, el humabono es tan cotizado que hasta se vende en el mercado negro.<sup>41</sup>

## RECICLAJE DEL HUMABONO

El humabono se puede reciclar de manera natural cuando se usa como alimento para los organismos que gustan de él. Estas voraces creaturas han existido por millones de años y teóricamente hasta *miles de millones* de años. Han esperado pacientemente a que nosotros los humanos las descubramos. La Madre naturaleza ha sembrado en nuestro excremento, así como en nuestra basura, a estos “amigos en pequeños lugares”, los cuales convertirán nuestros desechos orgánicos en materiales que forman tierra frente a nuestros ojos. Estos ayudantes invisibles son creaturas demasiado pequeñas para ser vistas por el ojo humano, por lo que se les denomina *microorganismos*. Al proceso de alimentar a estos microorganismos con material orgánico, en presencia de oxígeno, se le llama *compostaje*. Una buena composta asegura la destrucción de potenciales patógenos para el ser humano (microorganismos causantes de enfermedades) en el humabono. El compostaje también convierte el humabono en una sustancia nueva, benigna, con buen olor y que resulta benéfica, llamada *humus*, la cual posteriormente se devuelve a la tierra para enriquecerla y potencializar el crecimiento de las plantas.

Casualmente, *todos* los estiércoles de los animales son compostables, como lo están descubriendo los agricultores actualmente. El estiércol compostado no causa filtración de contaminantes, como lo hace su aplicación de manera cruda. Por lo contrario, la composta ayuda a retener los nutrientes en la tierra. El abono compostado también reduce las enfermedades de las plantas y el daño causado por insectos y permite una mejor administración de los nutrientes en las granjas. De hecho, dos toneladas de composta aportarán mucho más beneficios que cinco toneladas de estiércol.<sup>42</sup>

El abono *humano* puede mezclarse con otros materiales procedentes de la actividad humana como son los residuos de la cocina y la comida, pasto cortado, hojas secas, basura del jardín, productos hechos con papel y aserrín. Se requiere de esta mezcla de ingredientes para lograr una buena composta y se obtendrá un aditivo para la tierra que puede utilizarse tanto en huertos caseros como en la agricultura comercial.

Una de las razones por las cuales los seres humanos no hemos “alimentado” con nuestro excremento a los organismos apropiados es porque no sabíamos de su existencia. No fue sino hasta nuestro pasado reciente que aprendimos a ver y entender a las creaturas microscópicas. Tampoco habíamos tenido un crecimiento poblacional tal hasta nuestra época, así como no habíamos tenido que enfrentar una amenaza ambiental tan grave como la que hoy acecha a nuestra especie, como los buitres que vuelan alrededor de un animal moribundo.

Todos los hechos se suman a la conclusión de que la raza humana tiene que evolucionar inevitablemente. La evolución se traduce como cambio, y el cambio muchas veces encuentra resistencia, ya que es complicado eliminar viejos hábitos. Los escusados consumidores de agua así como los basureros rebosantes representan hábitos bien arraigados que deben ser repensados y reinventados. Si los humanos somos la mitad de lo inteligentes que creemos ser, eventualmente tendremos que entrar en razón y actuar. Por lo pronto, estamos dándonos cuenta de que la naturaleza posee muchas de las llaves que necesitamos para abrir las puertas de una existencia sustentable y armoniosa en nuestro planeta. La composta es una de esas llaves, pero ha sido descubierta hasta hace poco por la raza humana. Su uso está empezando a reproducirse alrededor del mundo tan rápido como los hongos.

# MICROAGRICULTURA

## Aprovechando el Poder de los Organismos Microscópicos

De forma general, existen cuatro maneras de manejar el excremento humano. La primera es *desecharlo* como material de desperdicio. La gente hace esto al defecar en los suministros de agua limpia o en letrinas o privados exteriores. La mayoría de estos desperdicios terminan en tiraderos, incinerados, enterrados o descargados a las vías fluviales.

La segunda forma de manejar el excremento humano es *aplicándolo en su forma cruda a tierras de cultivo*. Esta práctica es popular en Asia donde la “tierra de la noche” o estiércol humano crudo, se aplica a los campos. A pesar de que esto enriquece a la tierra, también actúa como *vector*, o ruta de transmisión, para organismos patógenos. En las palabras del Dr. J.W. Scharff, ex oficial de salud de Singapur, “*Aunque los vegetales prosperan, la práctica de aplicar el [abono] humano directamente a la tierra es peligroso para la salud. La alta cuota de muerte y contagio a causa varias enfermedades entéricas en China es bien conocida.*” Es interesante observar la alternativa sugerida por el Dr. Scharff para el uso del estiércol crudo: “*Nos hemos inclinado a considerar la instalación de un sistema de desagüe como una de las metas finales de la civilización.*”<sup>1</sup> La Organización Mundial de la Salud también desaprueba el uso de estiércol crudo: “*El estiércol crudo es usado algunas veces como fertilizante, en cuyo caso se presentan grandes riesgos al promover la transmisión de enfermedades entéricas [intestinales] a través de la comida, así como anquilóstomos.*”<sup>2</sup>

Por lo tanto, éste libro *no* trata acerca del reciclaje del estiércol crudo mediante su aplicación a la tierra, una práctica que debería evitarse cuando existan alternativas sanitarias como la composta.

La tercera forma de manejar el excremento humano es *compostándolo lentamente durante un largo periodo de tiempo*. Esto es lo que hacen la mayoría de los inodoros composta comerciales. La composta lenta generalmente se lleva a cabo a temperaturas menores a la del cuerpo humano, que es de 37°C o 98°F. Este tipo de composta elimina la mayoría de los organismos patógenos en un lapso de meses y eventualmente debería eliminar todos los patógenos que afectan al ser humano. La composta a baja temperatura produce un útil aditivo para la tierra que al menos resulta seguro para su uso en jardines ornamentales, para la horticultura y en huertos.

La composta *termófila* es la cuarta manera de manejar el excremento humano. Este tipo de composta involucra el cultivo de microorganismos amantes del calor, o termófilos, en el proceso de compostaje. Los microorganismos termófilos, como bacterias y hongos, pueden crear un ambiente en la composta que destruye a los organismos patógenos que existen en el humabono, convirtiéndolo en un humus amigable y de buen olor, seguro para su uso en huertos. El humabono compostado termófilamente es *totalmente diferente* al estiércol crudo.

Probablemente los expertos en la materia lo plantean mejor: “*A partir de un estudio de la literatura del tratamiento del estiércol crudo, se puede concluir que el único método a prueba de fallas para el uso del estiércol crudo que permite efectiva y esencialmente la inactivación total de patógenos, incluyendo a los helmintos [lombrices intestinales] más resistentes como los huevos de Ascaris y cualquier otro patógeno bacteriano o viral, es el tratamiento a una temperatura de 55° a 60°C durante varias horas.*”<sup>3</sup> Estos expertos se refieren específicamente al calor de la *pila de composta*.

## LA COMPOSTA EN DEFINICIÓN

De acuerdo con el diccionario la composta es “*una mezcla de residuos de comida en descomposición, abono, etc. que sirve para condicionar y fertilizar la tierra.*” El Manual Práctico de la Ingeniería de la Composta define ampliamente el compostaje de la siguiente forma: “*La descomposición biológica y estabilización de sustancias orgánicas, bajo condiciones que permiten el desarrollo de temperaturas termófilas como resultado del calor producido biológicamente, para producir un producto final estable, libre de patógenos y semillas de plantas y que puede ser aplicado a la tierra de forma benéfica.*”

El Manual de Compostaje en la Granja dice que la composta es *“un grupo de residuos orgánicos o mezcla de residuos orgánicos y tierra que han sido apilados y se han sometido a una descomposición biológica aeróbica.”*

El Consejo de la Composta agrega un par de centavos de valor a la definición de composta: *“La composta es el producto estabilizado y desinfectado del compostaje; la composta es en gran parte material descompuesto y está en proceso de convertirse en humus (curación). La composta se asemeja poco al material original del cual fue hecha.”* Esta última frase debería ser particularmente tranquilizadora para los compostadores de humabono.

J.I. Rodale lo plantea de una manera un poco más elocuente: *“La composta es más que un fertilizante o un agente curativo para las heridas de la tierra. Es un símbolo de la continuación de la vida... La pila de composta es para el jardinero orgánico lo que la máquina de escribir para el escritor, lo que es la pala para el trabajador, y lo que es el camión para el camionero.”<sup>4</sup>*

En general, el compostaje es el proceso administrado por los humanos que involucra el cultivo de microorganismos que degradan y transforman los materiales orgánicos en presencia de oxígeno. Al ser propiamente administrada, la composta se llena de una población de microorganismos termófilos a tal grado, que genera una buena cantidad de calor. Los microorganismos en la composta pueden ser tan eficientes convirtiendo el material orgánico en humus que éste fenómeno no está lejos de ser milagroso.

## NATURALQUÍMIA

De cierta forma, existe un universo sobre nosotros y uno bajo nosotros. El de arriba se puede ver en el cielo de noche, pero el de abajo no se puede ver sin el uso de una lupa. Nuestros ancestros tenían un entendimiento limitado del vasto e invisible mundo que los rodeaba, un mundo de incontables creaturas tan pequeñas que están más allá del rango de visión del ser humano. Y aun así, algunas de esas creaturas microscópicas ya estaban trabajando para la humanidad en la producción de alimentos como la cerveza, el vino, los quesos o el pan. A pesar de que la gente ha usado las *levaduras* por cientos de años, las *bacterias* sólo han sido aprovechadas por la humanidad occidental en tiempos recientes. El compostaje es una forma en la que se puede utilizar el poder de los microorganismos para el mejoramiento de la humanidad. Previo a los avances en la magnificación, nuestros ancestros no entendían el rol que juegan los microorganismos en la descomposición de la materia orgánica, ni la eficacia de la vida microscópica al convertir el humabono, los restos de comida y los residuos de las plantas en tierra.

El compostaje de materia orgánica requiere de ejércitos de bacterias. Esta fuerza microscópica trabaja tan vigorosamente que calienta el material a temperaturas más elevadas de las que se encuentran normalmente en la naturaleza. Otros micro (invisibles) y macro (visibles) organismos como los hongos y los insectos, también ayudan en el proceso de composta. Cuando la composta se enfría, los gusanos entran en ella y se deleitan con su contenido, mientras su excreta se convierte en una delicadeza para la composta.

## PODER SOLAR EN UNA CASACARA DE PLÁTANO

Los residuos orgánicos contienen energía solar almacenada. Cada cáscara de manzana o piel de papa contiene una pequeña cantidad de calor y luz, tal como lo hace un pedazo de madera. Quizás S. Sides del *Noticiero de la Madre Tierra* lo plantea de forma más clara: *“Las plantas convierten la energía solar en alimento para los animales (incluidos nosotros). Después, los [residuos] de estos animales junto con las plantas muertas y los cadáveres de los animales ‘yacen sobre la pila de estiércol,’ se compostan y ‘renacen en el maíz’. Este círculo de vida es la razón por la cual la composta es un eslabón tan importante en la producción de comida orgánica. Regresa la energía solar a la tierra. En este contexto, los ingredientes comunes de la composta tales como la piel de cebolla, pedazos de pelo, cascarones de huevo, cáscaras de vegetales e incluso el pan quemado del tostador ya no son vistos como basura, sino como luz solar en movimiento de una forma a otra.”<sup>5</sup>*

Se podría considerar material adecuado para la composta cualquier cosa sobre la faz Tierra que haya estado viva, o que forme algo vivo, como abono, plantas, hojas, aserrín, carbón, paja, pasto cortado, restos

de comida y orina. La regla de oro es que todo aquello que se pudra se puede compostar, incluyendo cosas como ropa de algodón, tapetes de lana, trapos, papel, cadáveres de animales, correo inservible y cartón.

El compostaje significa convertir material orgánico finalmente en tierra, o siendo más precisos, *humus*. El humus es una sustancia café o negra que resulta de la descomposición de residuos de animales y plantas. Es un material estable que no atrae insectos ni animales molestos. Puede ser manejado y almacenado sin mayor problema y es benéfico para el crecimiento de las plantas. El humus retiene humedad, por lo tanto incrementa la capacidad de la tierra de absorber y retener agua. Se dice que el humus es capaz de retener nueve veces su peso en agua (900%), comparado con la arena que tan solo retiene un 2% y el barro 20%.<sup>6</sup>

La composta también aporta nutrientes de emisión lenta que son esenciales para el crecimiento de las plantas, crea espacios de aire en la tierra, ayuda a balancear el nivel de pH del suelo, oscurece la tierra (ayudándola así a absorber calor) y sustenta las poblaciones microbianas que le dan vida a ésta. Los nutrientes como el nitrógeno en la composta son liberados lentamente a lo largo de la estación, haciéndolos menos susceptibles a la pérdida por filtración que los fertilizantes químicos más solubles.<sup>7</sup> La materia orgánica en la tierra le permite inmovilizar y degradar pesticidas, nitratos, fósforo y otros químicos que pueden convertirse en contaminantes. La composta cohesiona entre sí a los contaminantes en la tierra, reduciendo su capacidad de filtración y absorción por parte de las plantas.<sup>8</sup>

La creación del mantillo o capa superior arable de la tierra por parte de la Madre Tierra es un proceso que toma cientos de años. El añadir composta a la tierra ayudará a devolverle fertilidad que de otra forma le tomaría a la naturaleza mucho tiempo recuperar. Nosotros los humanos agotamos nuestros suelos en periodos de tiempo relativamente cortos. Al compostar nuestros residuos orgánicos y devolverlos a la tierra, también le podemos devolver su fertilidad en poco tiempo.

La tierra fértil aporta mejores alimentos, promoviendo así una mejor salud. Los Hunzas del norte de la India han sido estudiados en gran medida. Sir Albert Howard reportó, *“Cuando la salud y el físico de varias razas del norte de la India fueron estudiadas a detalle, los mejores resultados fueron los de los Hunzas, gente resistente, ágil y vigorosa que habita en un alto valle montañoso de la Agencia Gilgit... Existe poca o ninguna diferencia entre el tipo de alimentos consumidos por esos hombres montañoses y los del resto del norte de la India. Existe, sin embargo, una gran diferencia en la forma en que estos alimentos son crecidos... Se tiene [el] más alto cuidado para devolver a la tierra todos los [residuos] humanos, animales y vegetales, después de haber sido compostados juntos. La tierra es limitada: la forma en que ésta se cuida, es de lo que depende la vida.”*<sup>9</sup>

## GOMER LA PILA DE COMPOSTA

Existen varias razones para apilar materiales compostables. Una pila evita que el material se seque o se enfríe prematuramente. Se requiere de un alto nivel de humedad (50-60%) para que los microorganismos trabajen felizmente.<sup>10</sup> Una pila previene filtraciones o saturación de líquidos en la tierra y mantiene el calor. Las paredes verticales alrededor de la composta, especialmente si son de madera o pacas de paja, bloquean el viento y prevendrán que un lado de la composta (aquel ubicado a contraviento) se enfríe prematuramente.

Una pila limpia y contenida se ve mejor. Denota que sabes lo que estás haciendo al compostar, en vez de parecer un tiradero de basura. Construir un contenedor para la composta también ayuda a mantener fuera a animales indeseados como los perros.

Una pila facilita el agregar capas o cubrir la composta. Cuando se agrega algo oloroso a la composta, resulta esencial tapanlo con material orgánico limpio para evitar malos olores y ayudar a atrapar el muy necesario oxígeno en la pila. Así que, si vas a hacer una composta, no sólo avientes todo en un montón. Construye un bonito contenedor y hazlo bien. Este contenedor no necesariamente tiene que tener un costo monetario; se puede construir con madera reciclada o bloques de cemento. La madera es preferible, ya que aislará la pila, evitando pérdidas de calor y la entrada del hielo. Evita usar maderas que hayan sido tratadas con químicos tóxicos.

Un sistema de compostaje para el jardín no tiene que ser complicado en ninguna forma. No requiere electricidad, tecnología, trucos ni peripecias. No se requiere de cortadoras, molinos ni ninguna otra máquina.

## CUATRO NECESIDADES PARA UNA BUENA COMPOSTA

### 1) HUMEDAD

La composta debe mantenerse húmeda. Una pila seca no dará resultado – sólo se quedará ahí luciendo aburrida. Es increíble cuanta humedad puede absorber una buena pila de composta. Cuando la gente sin experiencia en el compostaje trata de imaginarse una pila de composta de humabono en el patio trasero de alguien, piensan en una montaña gigante de excremento, hedionda e infestada de moscas, que drena todo tipo de líquidos olorosos y nocivos por su fondo. Mas la composta no es un cúmulo de basura o desperdicios. Gracias al milagro de la composta, la pila se convierte en una masa biológica que vive y respira, una esponja orgánica que absorbe bastante humedad. Es poco probable que la pila genere filtraciones, al menos que esté sometida a lluvias fuertes constantemente – en cuyo caso puede simplemente cubrirse.

¿Por qué la pila de composta requiere de humedad? Por una razón, la pila pierde mucha humedad por medio del aire durante el proceso de compostaje, lo cual comúnmente provoca que se reduzca entre 40-80%.<sup>11</sup> Aun cuando se composten materiales mojados, la composta puede secarse considerablemente.<sup>12</sup> Un nivel de humedad del 65% puede reducirse de 20 a 30% en sólo una semana, de acuerdo con algunos estudios.<sup>13</sup> Es más probable que uno tenga que *agregar* humedad a su composta a que tenga que lidiar con un exceso de humedad filtrándose al suelo.

La cantidad de humedad que una composta recibe o requiere dependerá de los materiales que se le agreguen así como de su ubicación. En Pensilvania, hay un metro de precipitación al año. Bajo estas condiciones, las pilas de composta raramente requieren ser regadas. De acuerdo con Sir Albert Howard, regar una composta situada en algún lugar de Inglaterra donde la precipitación anual es de 61 cm (24 pulgadas) resulta innecesario. Aun así, el agua requerida para hacer composta puede ser entre 1000 y 1500 litros (200 a 300 galones) por cada metro cúbico de composta terminada.<sup>14</sup> Las necesidades de humedad se verán satisfechas al añadir orina humana a la composta de humabono y mantener la pila descubierta para que reciba una cantidad adecuada de lluvia. Otros materiales orgánicos que contienen humedad, como los restos de comida, pueden aportar una cantidad de agua adicional. Si no se cuenta con una cantidad adecuada de lluvia y el contenido de la composta no está húmedo, será necesario regar la composta para producir una humedad equivalente a la de una esponja exprimida. Para este propósito sería suficiente el uso de las aguas grises del drenaje de casa o el agua de lluvia recolectada.

### 2) OXÍGENO

La composta requiere del cultivo de bacterias *aeróbicas*, o amantes del oxígeno, para asegurar la descomposición termófila. Esto se logra al agregar materiales voluminosos a la pila de composta para crear pequeños espacios intersticiales de aire. Las bacterias aeróbicas padecerán una falta de oxígeno si se les ahoga con demasiada agua.

La descomposición bacteriana también puede suceder de manera anaeróbica, pero este es un proceso más lento y frío que, francamente, puede apestar. Los olores anaeróbicos pueden oler a huevos podridos (causado por el sulfuro de hidrógeno), leche agria (causado por los ácidos butíricos), vinagre (ácidos acéticos), vómito (ácidos valerianicos) y a putrefacción (alcoholes y compuestos fenólicos).<sup>15</sup> Obviamente queremos evitar dichos olores, manteniendo una pila de composta aeróbica.

Una composta aeróbica bien hecha y sana no debería ser ofensiva para nuestro olfato. Aunque para que esto suceda, se debe observar una regla sencilla: *cualquier cosa con mal olor que se agregue a la composta, debe cubrirse con material orgánico limpio y sin olor*. Si utilizas un inodoro de compostaje, debes cubrir los depósitos después de cada uso. Así mismo, debes cubrir tu composta cada vez que le agregues material. Aserrín, turba de musgo, hojas, cáscaras de arroz y fibra de coco, entre muchos otros materiales, son eficientes como cubierta para los inodoros de compostaje. Algunos materiales buenos para cubrir la pila

de composta incluyen hierbas, paja, heno, hojas y otros materiales voluminosos que ayudarán a atrapar el oxígeno dentro. El secreto para la prevención de olores es la cobertura adecuada de la composta con materiales orgánicos limpios. Esto también mantiene a las moscas alejadas.

## BENEFICIOS DE LA COMPOSTA

### ENRIQUECE LA TIERRA

- Le agrega material orgánico
- Mejora la fertilidad y la productividad
- Elimina las enfermedades de las plantas
- Ahuyenta a los insectos
- Aumenta la retención de agua
- Inocula la tierra con microorganismos benéficos
- Reduce o elimina la necesidad de fertilizantes
- Modera la temperatura de la tierra

### PREVIENE LA CONTAMINACIÓN

- Reduce la producción de metano en los rellenos sanitarios
- Reduce o elimina la basura orgánica
- Reduce o elimina los lodos de aguas residuales

### COMBATE A LA CONTAMINACIÓN EXISTENTE

- Degrada materiales tóxicos
- Cohesiona metales pesados
- Limpia el aire contaminado
- Limpia los derrames de agua de lluvia

### RECUPERA LA TIERRA

- Asiste en la reforestación
- Ayuda a restaurar hábitats salvajes
- Ayuda a sanear tierras minadas
- Ayuda a restaurar humedales dañados
- Ayuda a prevenir la erosión en tierras de cultivo

### DESTRUYE A LOS PATÓGENOS

- Puede destruir organismos causantes de enfermedades en los humanos
- Puede destruir patógenos de las plantas
- Puede destruir patógenos del ganado

### AHORRA DINERO

- Puede usarse para producir comida
- Puede suprimir los costos de eliminación de desperdicios
- Reduce la necesidad de agua, pesticidas y fertilizantes
- Se puede obtener una ganancia de su venta
- Extiende el tiempo de vida de los rellenos sanitarios al evitar su acumulación de material orgánico
- Es una técnica de bioremediación menos costosa

Fuente: EPA de los EUA (octubre 1997) *Compost-  
New Applications for an Age-Old Technology.*  
EPA530-F-97-047. Y la experiencia del autor.

## 3) TEMPERATURA

La deshidratación causará que los microorganismos de la composta dejen de trabajar. También el congelamiento. Si se congela, la pila de composta no trabajará. Sin embargo, los microorganismos simplemente pueden esperar hasta que la temperatura se eleve lo suficiente para descongelarlos y entonces trabajarán fervientemente. De haber espacio, se puede continuar agregando material una pila de composta congelada. Tras descongelarse, la pila debería empezar a humear como si nada hubiera pasado.

## 4) DIETA BALANCEADA

Se requiere de un buen balance en los materiales (un buen *balance de nitrógeno/carbono*, en el lenguaje de la composta) para lograr una pila de composta activa y caliente. Ya que la mayoría de los materiales agregados a la pila de composta del jardín tienen un alto contenido de carbón, se necesita agregar a la mezcla de ingredientes una fuente de nitrógeno. Esto no es tan complicado como parece. Puedes agregar manojos de hierbas, agregar paja, heno, hojas y residuos de comida, mas aun así puede faltarle nitrógeno. Pero claro, la solución es sencilla – agregar abono. ¿Y dónde puedes conseguir abono? De un animal. ¿Y dónde puedes encontrar un animal? Busca en un espejo.

Rodale afirma en el *The Complete Book of Composting* que al jardinero promedio puede tener dificultades para conseguir abono para su pila de composta, pero con “*un poco de ingenio y una búsqueda minuciosa,*” se puede encontrar. Un jardinero en el mismo libro testifica que al ponerse “*en marcha para construirse una buena pila de composta, siempre ha habido una pregunta que espera a ser respondida: ¿Dónde encontraré abono? Me atrevo a apostar que la falta de abono es para ti también una de las razones por las cuales tu composta no es la próspera fábrica de humus que podría ser.*”

Hmmm. ¿Dónde podría un animal grande como lo es el ser humano encontrar abono? Diablos, es una pregunta difícil. Pensemos detenidamente en esto. Probablemente con un poco de “ingenio y una búsqueda minuciosa” podamos dar con una fuente de abono. Bueno y ¿dónde está ese espejo? Puede que en él encontremos alguna pista.

## PROPORCIÓN DE CARBÓN/NITRÓGENO

Una forma de entender la combinación de ingredientes en tu pila de composta es usando la proporción de C/N (proporción de carbono/nitrógeno). Siendo francos, la probabilidad de que la persona promedio mida los niveles de carbono y nitrógeno de su material orgánico es casi nula. Si el compostaje requiriera de un trabajo tan pesado, nadie lo haría.

No obstante, al usar todo el material orgánico que produce una familia, incluyendo humabono, orina, residuos de comida, hierbas del jardín y pasto cortado, junto con algunos materiales de la industria agrícola como son la paja o el heno y tal vez algo de aserrín podrido y hojas recolectadas del municipio, se puede obtener una buena mezcla de carbono y nitrógeno para una exitosa composta termófila.

Una buena proporción de C/N para una pila de composta es de entre 20/1 y 35/1.<sup>16</sup> Esto es 20 partes de carbono por cada parte de nitrógeno, hasta 35 partes de carbono por cada parte de nitrógeno. O, para simplificar las cosas, puedes enfocarte en una proporción óptima de 30/1.

Para los microorganismos, el carbón es la materia prima básica de la vida y es una fuente de energía, pero también requieren del nitrógeno para producir proteínas, material genético y para su estructura celular. Para llevar una dieta balanceada, los microorganismos requieren alrededor de 30 partes de carbono por cada parte de nitrógeno que consumen. Si hay demasiado nitrógeno, los microorganismos no pueden usarlo todo y el exceso se pierde en forma de amoníaco, un gas oloroso. La pérdida de nitrógeno debido al exceso de nitrógeno en la pila de composta (una baja proporción de C/N) puede llegar a más del 60%. Con una proporción de C/N de 30 o 35 a 1, solo la mitad del uno por ciento del nitrógeno se perderá (ver Tabla 3.1). Es por eso que no quieres tener demasiado nitrógeno en tu composta – el nitrógeno se perderá en el aire en forma de amoníaco y éste es nutriente demasiado valioso para las plantas para permitir que se escape hacia la atmósfera.<sup>17</sup>

Tabla 3.2

**PROPORCIÓN DE CARBONO/NITRÓGENO**

<u>Material</u>	<u>% N</u>	<u>Prop. C/N</u>	<u>Material</u>	<u>% N</u>	<u>Prop. C/N</u>
Lodo residual activado	5-6	6	Tréboles rojos	1.8	27
Amaranto	3.6	11	Cáscaras de arroz	0.3	121
Pulpa de manzana	1.1	13	Aserrín podrido	0.25	200-500
Sangre	10-14	3	Algas de mar	1.9	19
Pan	2.10	---	Lodo residual del drenaje	2-6.9	5-16
Col	3.6	12	Abono de borrego	2.7	16
Cartón	0.10	400-563	Residuos de camarón	9.5	3.4
Café molido	---	20	Residuos de los rastros	7-10	2-4
Abono de vaca	2.4	19	Corteza de madrea suave	0.14	496
Mazorcas de maíz	0.6	56-123	Madera suave (prom.)	0.09	641
Tallos de maíz	0.6-0.8	60-73	Harina de frijol de soya	7.27.6	4-6
Semilla de algodón	7.7	7	Paja (gral.)	0.7	80
Planta de arándano	0.9	61	Paja (avena)	0.9	60
Abono de granja	2.25	14	Paja (trigo)	0.4	80-127
Helechos	1.15	43	Directorios telefónicos	0.7	772
Restos de pescado	10.6	3.6	Heno de Fleo	0.85	58
Fruta	1.4	40	Tomate	3.3	12
Basura (forma cruda)	2.15	15-25	Desechos de pavo	2.6	16
Pasto cortado	2.4	12-19	Orillas de nabo	2.3	19
Corteza de madera dura	0.241	223	Orina	15-18	0.8
Maderas duras (prom.)	0.09	560	Productos vegetales	2.7	19
Heno (gral.)	2.10	---	Jacintos de agua	---	20-30
Heno (legumbre)	2.5	16	Paja de trigo	0.3	128-150
Abono de gallina	8	6-15	Zanahoria entera	1.6	27
Abono de caballo	1.6	25-30	Nabo entero	1.0	44
Humabono	5-7	5-10			
Hojas	0.9	54			
Lechuga	3.7	---			
Restos de carne	5.1	---			
Residuos de mejillones	3.6	2.2			
Mostaza	1.5	26			
Periódico	.06-.14	398-852			
Paja de avena	1.05	48			
Cáscaras de aceitunas	1.2-1.5	30-35			
Cebolla	2.65	15			
Papel	---	100-800			
Pimienta	2.6	15			
Abono de cerdo	3.1	14			
Orillas de papa	1.5	25			
Cadáveres de aves	2.4	5			
Verdolagas	4.5	8			
Aserrín crudo	0.11	511			

Tabla 3.1

**PÉRDIDA DE NITRÓGENO Y PROPORCIÓN CARBONO/NITRÓGENO**

<u>Proporción inicial de C/N</u>	<u>Pérdida de Nitrógeno (%)</u>
20.0	38.8
20.5	48.1
22.0	14.8
30.0	0.5
35.0	0.5
76.0	-8.0

Fuente: Goataas, Composting, 1956, p.92

Fuentes: Goataas, Harold B. (1956). Composting – Sanitary Disposal and Reclamation of Organic Wastes (p.44). World Health Organization, Monograph Series Number 31. Geneva y Rynk, Robert, ed. (1992). On-Farm Composting Handbook, Northsat Regional Agrigultural Engineering Service. Tel: (607) 255-7654. pp. 106-113. Algunos datos del Biocycle, Journal of Composting and Recycling, julio 1998, p.18, 61, 62; y enero 1998, p.20.

Tabla 3.5

**COMPARACIÓN DE DIFRENTES TIPOS DE ABONO**

<u>Abono</u>	<u>% humedad</u>	<u>% N</u>	<u>% Fos.</u>	<u>% K</u>
Humano .....	66-80 .....	5-7 .....	3-5.4 .....	1.0-2.5
Vaca .....	80 .....	1.67 .....	1.11 .....	0.56
Caballo .....	75 .....	2.29 .....	1.25 .....	1.38
Borrego .....	68 .....	3.75 .....	1.87 .....	1.25
Puerco .....	82 .....	3.75 .....	5.92 .....	3.27
Gallina .....	56 .....	6.27 .....	5.74 .....	3.23
Paloma .....	52 .....	5.68 .....	5.74 .....	3.23
Aguas negras .....	--- .....	5-10 .....	2.5-4.5 .....	3.0-4.5

Fuente: Gotaas, Harold B. (1956) Composting – Sanitary Disposal and Reclamation of Organic Wastes, pp. 35, 37, 40. World Health organization, Monograph Series Number 31, Geneva.

Tabla 3.3

**COMPOSICIÓN DEL HUMABONO**

**MATERIAL FECAL**

135-270 gramos/persona/día  
(0.3-0.6 libras), peso mojado

Materia Orgánica (masa drenada) .....	88-97%
Contenido de Humedad .....	66-80%
Nitrógeno .....	5-7%
Fósforo .....	3-5.4%
Potasio .....	1-2.5%
Carbono .....	40-55%
Calcio .....	4-5%
Proporción C/N .....	5-10

**ORINA**

1.0-1.3 litros/persona/día  
(1.75-2.25 pintas)

Humedad .....	93-96%
Nitrógeno .....	15-19%
Fósforo .....	2.5-5%
Potasio .....	3-4.5%
Carbono .....	11-17%
Calcio .....	4.5-6%

Fuente: Gotaas, Composting, (1956), p. 35.

Tabla 3.4

**ÍNDICES DE DESCOMPOSICIÓN DE ALGUNOS ASERRÍNES**

ASERRÍN

ÍNDICE DE DESCOMPOSICIÓN RELATIVO

Cedro Rojo .....	3.9
Abeto Douglas .....	8.4
Pino Blanco .....	9.5
Pino Blanco del Oeste .....	22.2
Promedio de Madera Blanda .....	12.0
Castaño .....	33.5
Álamo Amarillo .....	44.3
Nogal Negro .....	44.7
Roble Blanco .....	49.1
Promedio de madera dura .....	45.1
Paja de trigo .....	54.6

Entre más bajo sea el número, más lenta es la descomposición. El aserrín de madera dura se descompone más rápido que el aserrín de madera suave.

Fuente: Haug, Roger T. (1993). The Practical Handbook of Compost Engineering. CRC Press, Inc., 2000, Corporate Blvd. N.W., Boca Raton, FL 33431 EUA, reportado en Biocycle – Journal of Composting and Recycling. Diciembre, 1998, p.19.

Por esta misma razón, el humabono y la orina *no* se compostarán sin otros ingredientes. Tienen un alto contenido de nitrógeno y no suficiente carbono, y a los microorganismos, así como a los humanos, les produce náuseas la idea de comérselo. Como no hay nada peor que muchos miles de millones de microorganismos nauseabundos, se debe agregar un material compuesto mayormente de carbono para convertir el humabono en una cena atractiva. La celulosa vegetal es un material compuesto en su mayoría por carbono, por lo tanto, los productos de las plantas como la paja, el heno, las hierbas y hasta los productos de papel, si son molidos a la consistencia adecuada, aportarán el carbono necesario. Los restos de comida de la cocina generalmente tienen una proporción de C/N balanceada, por lo que pueden ser fácilmente agregados a la composta de humabono. El aserrín (de preferencia no secado en horno) es un buen material carbónico para balancear el nitrógeno del humabono.

El aserrín de aserradero tiene un contenido de humedad de 40-65%, lo cual es bueno para la composta.<sup>18</sup> Por lo contrario, el aserrín de almacenes madereros es secado en hornos, lo que lo hace biológicamente inerte a causa de la deshidratación. Por lo tanto no es tan deseable en la composta, al menos que se rehidrate con agua (u orina) antes de ser agregado a la pila. Además, el aserrín de los almacenes madereros hoy en día puede estar contaminado con preservativos para madera como arseniato de cobre cromado (usado en la madera tratada a presión). Tanto el cromo como el arsénico causan cáncer en el ser humano, así que sería sabio evitar el uso de tales maderas – prohibidas por la EPA.

Algunos jardineros que hacen composta se refieren al material orgánico como “café” y “verdes”. El material café (como las hojas secas) aporta carbón, mientras que el material verde (como el pasto recién cortado) aporta nitrógeno. Se recomienda mezclar dos o tres partes de material café con una parte de material verde para producir una mezcla con la proporción adecuada de C/N para la composta.<sup>19</sup> Sin embargo, ya que la mayoría de los jardineros que hacen composta no usan humabono en sus compostas, muchos tienen una pila de material sin mostrar mucha actividad en su compostero. Normalmente lo que hace falta es nitrógeno así como humedad, dos ingredientes críticos para cualquier pila de composta. Ambos son suministrados por el humabono al mezclarlo con orina y un material carbónico de cobertura. La mezcla de humabono puede lucir bastante café, pero aun así contiene mucho nitrógeno. Por lo tanto el método de “café y verdes” no es realmente funcional ni necesario al compostar el humabono con otros materiales orgánicos de casa. Hay que aceptarlo, los compostadores de humabono se encuentran en una categoría a parte.

## MICROORGANISMOS TERMÓFILOS

Una amplia gama de microorganismos habitan en una pila de composta. Las bacterias son especialmente abundantes y se clasifican normalmente dependiendo de las temperaturas en las que mejor se desarrollan. Las bacterias de baja temperatura son los *psicrófilos*, los cuales pueden vivir a temperaturas de hasta -10°C, pero cuya temperatura óptima es de 15°C (59°F) o menor. Los *mesófilos* viven temperaturas templadas, de 20-45°C (68-113°F), e incluyen a los patógenos de los humanos. Los *termófilos* prosperan a temperaturas arriba de los 45°C (113°F) y algunos pueden vivir a temperaturas más elevadas que el punto de ebullición del agua.

Se han identificado cepas de bacterias termófilas con temperaturas óptimas que van desde los 55°C hasta los increíbles 105°C (arriba del punto de ebullición del agua), y varias temperaturas en ese rango.<sup>20</sup> Las cepas capaces de sobrevivir a temperaturas extremadamente altas se llaman, apropiadamente, termófilos extremos o hiper-termófilos, y tienen temperaturas óptimas de 80°C (176°F) o mayores. Las bacterias termófilas se encuentran naturalmente en aguas termales, tierras tropicales, pilas de composta, en nuestro excremento, en calentadores de agua (tanto caseros como industriales) y en nuestra basura, por mencionar algunos lugares.<sup>21</sup>

Las bacterias termófilas fueron aisladas por primera vez en 1879 por Miquel, quien encontró bacterias capaces de desarrollarse a 72°C (162°F). Las descubrió en la tierra, polvo, *excremento*, drenaje y en lodo de río. No mucho tiempo después, una amplia variedad de bacterias termófilas fueron encontradas en la tierra – bacterias que prosperaban con facilidad a temperaturas altas, más no lo hacían a temperatura ambiente. Se dice que estas bacterias se pueden encontrar en las arenas del Desierto de Sahara, mas no en las tierras de los bosques fríos. La tierra procedente de composta o de abono puede contener de 1-10 tipos

de bacterias termófilas, mientras que otras tierras contienen el 0.25% o menos. Las tierras que jamás han sido cultivadas pueden estar libres de bacterias termófilas.<sup>22</sup>

Los termófilos son responsables del calentamiento espontáneo de pacas de heno, lo cual puede ocasionar que éstas se incendien. En ocasiones, la composta puede sufrir combustión espontánea por sí misma. Esto ocurre en pilas grandes (usualmente de más de 4 metros [12 pies] de altura) que se secan excesivamente (entre 25% y 45% de humedad) y se sobrecalientan.<sup>23</sup> Se han desatado incendios espontáneos en dos plantas de composta en los Estados Unidos – Schenectady y Cape May – debido a compostas excesivamente secas. De acuerdo con la EPA, se pueden producir incendios a temperaturas sorprendentemente bajas (90°C) en compostas muy secas, aunque esto no represente un problema para quien hace composta en su jardín. Al crecer en el pan, los termófilos pueden elevar su temperatura hasta los 74°C (165°F). El calor de las bacterias también calienta a los germinados, mientras que las semillas que germinan en ambientes estériles permanecen frías.<sup>24</sup>

Tanto los organismos mesófilos como los termófilos se encuentran ampliamente distribuidos en la naturaleza y residen comúnmente en la comida, basura y abonos. Esto no resulta sorprendente en el caso de los mesófilos, ya que las temperaturas óptimas para su reproducción se encuentran comúnmente en la naturaleza. Dichas temperaturas incluyen aquellas de los animales de sangre caliente, los cuales excretan mesófilos en grandes cantidades a través de sus heces fecales.

En el caso de los microorganismos *termófilos*, se nos presenta un misterio, ya que sus temperaturas preferentes de vida, como lo son las aguas termales, calentadores de agua y pilas de composta, no se encuentran tan comúnmente en la naturaleza. Su preferencia por las altas temperaturas ha causado cierta especulación acerca de su evolución. Una teoría sugiere que los termófilos fueron los primeros seres vivos en nuestro planeta, habiéndose desarrollado y evolucionando durante el nacimiento de la Tierra, cuando las temperaturas en la superficie eran bastante altas. Se les ha llamado por lo tanto los “Ancestros Universales”. Con una antigüedad estimada de 3.6 mil millones de años, se dice que son tan abundantes que “comprenden hasta la mitad de los seres vivos de este planeta”.<sup>25</sup> Se trata de un concepto bastante profundo, ya que implica que los organismos termófilos probablemente son más antiguos que cualquier otro ser vivo. Su edad podría hacer a los dinosaurios parecer bebés neonatos que aun mojan los pañales, a pesar de estar extintos. Por supuesto, nosotros los humanos, en comparación, apenas aparecimos en la Tierra. Los termófilos podrían, por lo tanto, ser el ancestro común de todas las formas de vida de nuestro planeta.

Así de extraordinario es el concepto de que los termófilos, a pesar de requerir un ambiente caliente, se encuentran en todos lados. Están presentes en tu basura y tus eses y lo han estado desde antes de que nosotros los humanos empezáramos a gatear en este planeta. Han esperado silenciosamente desde el inicio de los tiempos y no nos habíamos hecho conscientes de ellos hasta hace poco. Los investigadores insisten que los termófilos no crecen a temperatura ambiente.<sup>26</sup> Mas, milagrosamente, al recolectar nuestros desechos orgánicos en una pila ordenada, los termófilos parecen despertar de su sueño profundo y trabajar furiosamente para obtener el calor primordial que tanto desean. Y tienen éxito – si los ayudamos mediante la creación de pilas de composta. Recompensan nuestra ayuda al convertir nuestra basura y otros residuos orgánicos en tierra que sustenta la vida.

El conocimiento de las creaturas vivientes incomprensiblemente antiguas, tan pequeñas que parecen invisibles, que prosperan a temperaturas más elevadas que las que se encuentran normalmente en la naturaleza, y aun así presentes por doquier, es suficientemente asombroso. Sin embargo, el hecho de que estén tan dispuestas a trabajar en nuestro beneficio resulta una lección de humildad.

Se estima que el humabono contiene hasta un billón (1,000,000,000,000) de bacterias por gramo.<sup>27</sup> Éstas son, por supuesto, especies mixtas y de ninguna manera sólo termófilas. Un billón de bacterias equivale a toda la población humana de la Tierra multiplicada por 166 y embutida toda en un gramo de material orgánico. Estos conceptos microbiológicos de tamaño y número son difíciles de entender para nosotros los humanos. Podemos entender a diez personas apretadas dentro de un elevador. Un billón de organismos vivos dentro de una cucharadita de excremento puede confundirnos.

¿Acaso alguien ha identificado a la especie de microorganismos que calientan la composta? De hecho, una gran variedad de especies, la *biodiversidad*, es crítica para el éxito de la composta. No obstante, la etapa termófila del proceso está a cargo de las bacterias termófilas. Al examinar los microorganismos de dos plantas compostadoras, se observó que la mayoría de las bacterias (87%) eran del género *Bacillus*, que

son bacterias que forman esporas<sup>28</sup>, mientras que otro investigador encontró que arriba de los 65°C, los organismos en la composta era casi exclusivamente *Bacillus stearothermophilus*.<sup>28</sup>

## CUATRO FASES DE LA COMPOSTA

Hay una enorme diferencia entre un compostero de humabono de jardín y un compostero municipal. Los composteros municipales manejan grandes lotes de material orgánico al mismo tiempo, mientras que los composteros de jardín generan pequeñas cantidades de material orgánico a diario. Los composteros municipales son, por ende, composteros de "lotes", mientras que los composteros de jardín tienden a ser composteros "continuos". Cuando se composta material orgánico por lotes, hay cuatro etapas aparentes del proceso de composta. A pesar de que suceden las mismas etapas en el compostaje continuo, no son tan aparentes como lo son en la composta por lotes y de hecho pueden suceder simultáneamente en vez de suceder en secuencia.

Las cuatro fases incluyen: 1) la fase mesófila; 2) la fase termófila; 3) la fase de enfriamiento; y 4) la fase de curación.

Las bacterias de la composta combinan el carbono con el oxígeno para producir dióxido de carbono y energía. Una parte de la energía es usada por los microorganismos para su reproducción y crecimiento; el resto se libera en forma de calor. Cuando una pila de residuos orgánicos se empieza a someter al proceso de compostaje, las bacterias mesófilas proliferan, elevando la temperatura de la masa de composta hasta los 44°C (111°F). Ésta es la primera fase del proceso de composta. Entre estas bacterias mesófilas pueden figurar la *E. Coli* y otras bacterias procedentes del tracto intestinal humano, pero pronto serán inhibidas por la temperatura, cuando las bacterias termófilas tomen el mando a una temperatura de 44°C-52°C (111°F-125.6°F).

Así comienza la segunda fase del proceso, cuando los microorganismos termófilos están más activos y generan mucho calor. Esta etapa puede continuar hasta los 70°C (158°F)<sup>30</sup>, a pesar de que una temperatura tan elevada no es común ni deseable en una composta de jardín. La etapa de calentamiento sucede bastante rápido y puede durar tan solo algunos días, semanas o meses. Tiende a focalizarse en la porción superior de la composta de jardín, donde se agrega el material fresco continuamente; mientras que en la composta por lotes, toda la masa de composta puede estar en la etapa termófila al mismo tiempo.

Después del periodo de calentamiento termófilo, el humabono parecerá haber sido digerido, pero el material más voluminoso no. Es entonces cuando la tercera fase de la composta, la fase de enfriamiento, sucede. Durante esta fase, los microorganismos que huyeron tras la llegada de los termófilos vuelven a la composta para digerir los materiales orgánicos más resistentes. Los hongos y otros organismos como las lombrices de tierra y las cochinillas también ayudan a digerir los materiales más gruesos y convertirlos en humus.

Cuando la etapa termófila ha concluido, sólo los nutrientes primeramente disponibles en la materia orgánica han sido digeridos. Aun hay mucha comida en la pila y hay mucho trabajo por hacer para las criaturas de la composta. Se requieren varios meses para descomponer algunos materiales orgánicos resistentes como la "lignina", que proviene de la madera. Como los humanos, los árboles han evolucionado con una capa de piel resistente al ataque de las bacterias y en la pila de composta, esta lignina se resiste a la descomposición de los termófilos. Sin embargo, otros organismos, como los hongos, pueden descomponer la lignina, con suficiente tiempo; dado que algunos hongos no resisten el calor de la composta termófila, simplemente esperan a que las cosas se enfríen para empezar su trabajo.

La etapa final del proceso de composta se llama curación, la fase de añejamiento o maduración, y se trata de una parte larga e importante. A menudo, los profesionales de la composta comercial quieren hacerla lo más rápido posible, usualmente sacrificando el tiempo de curación de la composta. Un operador de composta municipal comentó que si pudiera reducir el tiempo de su composta a cuatro meses, podría hacer tres lotes al año en vez de los dos que producía en ese entonces, incrementando así su producción en un 50%. Los compostadores municipales ven camiones enteros llenos de composta entrar a sus instalaciones a diario y quieren cerciorarse de no verse inundados con material orgánico esperando a ser compostado. Por lo tanto sienten la necesidad de mover el material a través del proceso de compostaje tan rápido como sea posible para tener espacio para el material nuevo. Los compostadores caseros no tienen este problema,

aunque parece haber muchos compostadores de jardín obsesionados con hacer su composta tan rápido como sea posible. De cualquier forma, la curación de la composta es una etapa crítica del proceso de hacer composta.

Un proceso de curación largo, de alrededor de un año después de la fase termófila, proporciona mayor seguridad para la destrucción de patógenos. Muchos patógenos del ser humano tienen un corto periodo de vida en la tierra y entre más tiempo se sometan a la competencia microbiológica de la pila de composta, será más probable que mueran.

Una composta inmadura o no curada puede producir sustancias llamadas *fitotoxinas*, las cuales son tóxicas para las plantas. También puede robarle oxígeno y nitrógeno a la tierra y puede contener niveles altos de ácidos orgánicos. Así que relájate, toma asiento, descansa tus pies y permite que tu composta alcance la madurez completa *antes* de siquiera pensar en usarla.

## BIODIVERSIDAD EN LA COMPOSTA

La composta está normalmente poblada por tres tipos generales de microorganismos: bacterias, actinomicetos y hongos (ver Esquema 3.3 y Tabla 3.6). Principalmente son las bacterias, en especial las bacterias termófilas, las que generan el calor en la pila de composta.

A pesar de ser considerados como bacterias, los actinomicetos son en efecto microorganismos intermedios entre las bacterias y los hongos, ya que se asemejan en forma a los hongos y tienen preferencias alimentarias y hábitos de crecimiento similares. Tienden a encontrarse comúnmente en las etapas más avanzadas de la composta y generalmente se piensa que suceden a las bacterias termófilas. Ellas, a su vez, son seguidas predominantemente por hongos durante las últimas etapas del proceso de composta.

Existen aproximadamente 100,000 especies de hongos conocidas, la gran mayoría de ellas microscópicas.<sup>31</sup> La mayoría de los hongos no pueden crecer a 50°C porque es demasiado caliente para ellos, pero existen los *hongos termófilos*, que son tolerantes al calor. Los hongos tienden a estar ausentes a temperaturas mayores que 60°C y los actinomicetos tienden a ausentarse arriba de los 70°C. La actividad biológica se detiene efectivamente cuando se superan los 82°C (los termófilos extremos no se encuentran en la composta).<sup>32</sup>

Para darnos una idea de la diversidad microbiana que se puede encontrar normalmente en la naturaleza, consideremos lo siguiente: una cucharadita de tierra de pastizal nativo contiene entre 600-800 millones de bacterias que comprenden 10,000 especies, más quizás 5,000 especies de hongos, cuyos micelios podrían extenderse por varios kilómetros. En la misma cucharadita, podría haber 10,000 protozoarios individuales de alrededor de 1,000 especies, mas 20-30 nematodos diferentes de hasta 100 especies. Me suena a tumulto. Obviamente, una buena composta volvería a inocular con una amplia variedad de microorganismos benéficos las tierras empobrecidas, saneadas y adicionadas con químicos (ver Figura 3.4 y 3.5).<sup>33</sup>

## MICROORGANISMOS QUE “SANEAN” LA COMPOSTA

Una pregunta frecuente es, ¿Cómo sabes que *toda* la composta se ha sometido a temperaturas lo suficientemente altas para matar a *todos* los potenciales patógenos? La respuesta debería ser obvia: no lo sabes. Nunca lo sabrás. Al menos que, por supuesto, examines cada centímetro cúbico de tu composta en un laboratorio. Esto podría costarte muchos miles de dólares, lo cual convertiría a tu composta en la más cara del mundo.

No es únicamente el *calor* de la composta lo que causa la destrucción de patógenos humanos, animales y vegetales, sino una combinación de factores, incluyendo:

- La competencia por comida de los microorganismos de la composta
- La inhibición y el antagonismo entre microorganismos
- Su consumo
- El calor biológico que generan
- Los antibióticos producidos por dichos microorganismos

Por ejemplo, cuando se cultivaron bacterias en una incubadora sin composta a 50°C y otras por separado con composta a 50°C, las de la composta murieron después de sólo siete días, mientras que las de la incubadora vivieron hasta diecisiete días. Esto indica que no es simplemente la temperatura la que determina el destino de las bacterias patógenas. Los demás factores arriba listados indudablemente afectan la viabilidad de los microorganismos no nativos, como los patógenos humanos, en una pila de composta. Estos factores requieren de una población microbiana tan amplia y diversa como sea posible, la cual se consigue mejor a temperaturas menores a los 60°C (140°F). Un investigador plantea que, “*Se han observado reducciones significativas en el número de organismos patógenos en pilas de composta que no exceden los 40°C [140°F].*”<sup>34</sup>

No hay duda en que el calor producido por las bacterias termófilas mata a microorganismos patógenos, virus, bacterias, protozoarios, gusanos y sus huevos, que pueden vivir en el humabono. Una temperatura de 50°C (122°F), mantenida por veinticuatro horas, es suficiente para erradicar a todos los patógenos, de acuerdo a algunas fuentes (se cubrirá este tema en el Capítulo Siete). Una temperatura menor tomará más tiempo en matar a los patógenos. Una temperatura de 46°C (115°F) puede tomar hasta una semana para eliminar por completo a los patógenos; una temperatura más elevada podría tomar tan sólo minutos. Lo que aún está por determinarse es qué tan bajas pueden llegar a ser dichas temperaturas para alcanzar la eliminación satisfactoria de patógenos. Algunos investigadores insisten en que todos los patógenos morirían a temperatura ambiente (la temperatura del aire) si se les da suficiente tiempo.

Cuando Westerberg y Wiley compostaron lodo de aguas negras que había sido inoculado con el virus del polio, *Salmonella*, huevos de gusanos intestinales y *Cándida albicans*, encontraron que una temperatura en la composta de 47-55°C (116-130°F) sostenida por tres días mató a todos estos patógenos.<sup>35</sup> Este fenómeno ha sido corroborado por muchos otros investigadores, incluyendo a Goataas, quien indica que los organismos patógenos son incapaces de sobrevivir a temperaturas de 55-60°C (131-140°F) por más de treinta minutos a una hora.<sup>36</sup> Por lo tanto, la primera meta al compostar humabono debería ser crear una pila de composta que se caliente lo suficiente para matar a los potenciales patógenos humanos que se pueden encontrar en el humabono.

Sin embargo, el calor de la pila de composta es una característica muy aclamada del compostaje a la cual se le da demasiado peso en ocasiones. La gente puede creer que es *únicamente* el calor de la composta que destruirá a los patógenos, así que querrán su composta lo más caliente posible. Esto es un error. De hecho, la composta puede sobrecalentarse y cuando lo hace, destruye la biodiversidad de la comunidad microbiana. Como lo plantea un científico, “*Los estudios han indicado que la temperatura no es el único mecanismo involucrado en la supresión de patógenos y que el uso de temperaturas más elevadas de lo necesario podría incluso constituir una barrera para el saneamiento efectivo bajo ciertas circunstancias.*”<sup>36</sup> Probablemente sea una sola especie (*Bacillus stearothermophilus*) la que pueda dominar la composta durante los periodos de calor excesivo, expulsando o eliminando así a los otros habitantes de la composta, que incluyen hongos y actinomicetos, así como los organismos más grandes que pueden verse.

Una pila de composta demasiado caliente puede destruir su propia comunidad biológica y dejar una masa de material orgánico que requiere ser repoblada para poder continuar con el proceso de transformación en humus. Una composta esterilizada de esta manera es más propensa a ser colonizada por microorganismos no deseados, como la *Salmonella*. Los investigadores han demostrado que la biodiversidad de la composta actúa como barrera contra la colonización de microorganismos no deseados como la *Salmonella*. En la ausencia de una “flora nativa” biodiversa, como la causada por la esterilización debida a un exceso de calor, la *Salmonella* fue capaz de crecer de nuevo.<sup>38</sup>

La biodiversidad microbiana de la composta también es importante porque ayuda a la descomposición del material orgánico. Por ejemplo, en una composta a altas temperaturas (80°C), solamente el 10% de los lodos residuales pudieron descomponerse a lo largo de tres semanas, mientras que a 50-60°C, 40% de los lodos se descompusieron en sólo siete días. La temperatura más baja aparentemente permitió una diversidad más rica de seres vivos, que a su vez fue más eficiente en la degradación de material orgánico. Un investigador indica que las condiciones óptimas de descomposición suceden en el rango de temperatura de 55-59°C (131-139°F) y que la actividad termófila óptima ocurre a los 55°C (131°F), siendo ambas temperaturas adecuadas para la destrucción de patógenos.<sup>39</sup> Un estudio llevado a cabo en 1955 en la Universidad de Estatal de Michigan, sin embargo, indicó que la descomposición óptima sucede a una

temperatura más baja aún, de 45°C (113°F).<sup>40</sup> Otro investigador asegura que la biodegradación máxima sucede a los 45-55°C (113-131°F), mientras que la diversidad microbiana máxima requiere de un rango de temperatura de 35-45°C (95-113°F).<sup>41</sup> Aparentemente aun existe cierto grado de flexibilidad en estos estimados, ya que la ciencia de la “microagricultura” aun no es absolutamente precisa. Aun así, el calor excesivo probablemente no es algo por lo que el compostador de jardín deba preocuparse.

Algunos actinomicetos termófilos, así como bacterias mesófilas, producen antibióticos que muestran una potencia considerable contra otras bacterias y aun así exhiben una baja toxicidad al ser probadas en ratones. Hasta la mitad de las cepas termófilas pueden producir compuestos antimicrobianos, algunos de los cuales han demostrado su eficacia contra la *E. coli* y la *Salmonella*. Una cepa termófila con una temperatura de crecimiento óptima de 50°C produce una sustancia que *“ayudó notablemente en la curación de heridas superficiales en exámenes clínicos conducidos en humanos. Los productos también estimularon el crecimiento de una variedad de tipos de células, incluyendo varios cultivos de tejidos animales y vegetales y algas unicelulares.”*<sup>41</sup> Teóricamente, la producción de antibióticos de los microorganismos de la composta asiste en la destrucción de patógenos humanos que pudieran haber existido en el material orgánico antes de ser compostado.

Incluso si no todas las partes del material compostado se someten a altas temperaturas internas en la pila de composta, el proceso de compostaje termófilo aun así contribuye inmensamente a la producción de material orgánico saneado. O, en las palabras de un grupo de profesionales de la composta, *“Las altas temperaturas alcanzadas durante el compostaje, aunado a la competencia y el antagonismo entre microorganismos (biodiversidad), reducen considerablemente el número de patógenos de plantas y animales. A pesar de que algunos patógenos resistentes puedan sobrevivir y otros puedan permanecer en secciones más frías de la pila de composta, aún así el riesgo de enfermedad se ve reducido en gran medida.”*<sup>43</sup>

Si un compostador de jardín tiene cualquier duda o preocupación acerca de la persistencia de patógenos en su composta de humabono, puede usarla para la horticultura ornamental en vez de crecer alimentos con ella. La composta de humabono puede crecer sorprendentes cantidades de moras, flores, arbustos o árboles. Además, los patógenos persistentes seguirán muriendo tras haber aplicado la composta a la tierra, lo cual no resulta sorprendente, ya que los patógenos humanos prefieren el ambiente caliente y húmedo del cuerpo humano. Como lo exponen los investigadores del Banco Mundial, *“incluso los patógenos que permanecen en la composta parecen desaparecer rápidamente en la tierra.”* [Night Soil Composting, 1981]. Por último, la composta puede ser analizada en busca de patógenos en un laboratorio de pruebas de composta. Dichos laboratorios se encuentran enlistados en el Capítulo Seis.

Hay quien dice que algunos patógenos en la composta o la tierra son aceptables. *“Otro punto del que la mayoría de la gente no se da cuenta es que ninguna composta ni ninguna tierra están libres de patógenos. Realmente no quieres que esté completamente libre de patógenos, ya que siempre quieres que los mecanismos de defensa tengan algo con lo cual practicar. Así que una pequeña cantidad de organismos causantes de enfermedades es deseable, eso es todo.”*<sup>44</sup> Se dice que los patógenos tienen “dosis mínimas de infección”, que varían ampliamente de un patógeno a otro, lo cual significa que se necesita cierto número de patógenos para iniciar una infección. Por lo tanto, la idea de que la composta deba ser estéril es incorrecta. Debe estar *saneada*, que quiere decir que debe tener una población de patógenos debilitada, reducida o destruida.

En realidad, el compostador de jardín común normalmente sabe si su familia está saludable o no. Las familias saludables tienen muy poco de que preocuparse y pueden confiar en que su composta termófila se puede devolver a la tierra de forma segura, siempre y cuando se sigan las simples instrucciones descritas en este libro acerca de las temperaturas de la composta y los tiempos de curación, lo cual se discutirá en el Capítulo Siete. Por otro lado, siempre existirán las personas que padecen fecofobia y que nunca podrán convencerse de que la composta de humabono es segura. Esta gente seguramente no compostará su humabono de todas formas, así que, ¿a quién le importa?

## MITOS SOBRE LA COMPOSTA

### VOLTEAR O NO VOLTEAR: ÉSA ES LA CUESTIÓN

¿Cuál es una de las primeras cosas que viene a la mente cuando se piensa en composta? Voltear el material de la composta. *Voltear, voltear, voltear*, se ha convertido en el mantra de los compostadores alrededor del mundo. Algunos de los primeros investigadores en el campo de la composta, como Goataas, Rodale y otros tantos pusieron énfasis en voltear la composta casi obsesivamente.

Mucha de la popularidad que ha adquirido la composta en el mundo de Occidente se le atribuye al trabajo de sir Albert Howard, quien escribió *An Agricultural Testament* (Un Testamento Agrícola) en 1943 y muchos otros trabajos acerca de lo que hoy se conoce como agricultura orgánica. Las discusiones de Howard en cuanto a la composta se enfocan en el proceso de compostaje Indore, un proceso desarrollado en Indore, India, entre los años de 1924 y 1931. El proceso Indore fue descrito a detalle por primera vez en *The Waste Products of Agriculture* (Los Productos de Desperdicio de la Agricultura), un trabajo de Howard de 1931, que coescribió con Y.D. Wad. Dos principios esenciales en los que se basa el proceso Indore son: 1) mezclar residuos de animales y plantas con una base neutralizante, como la cal; y 2) administrar la composta volteándola físicamente. Subsecuentemente, los entusiastas de la composta en Occidente adoptaron y se casaron con el proceso Indore y al día de hoy aun se pueden observar personas que voltean y añaden cal a sus pilas de composta. Por ejemplo, Robert Rodale escribió en el ejemplar de *Organic Gardening* (Jardinería Orgánica), de febrero de 1972, acerca del compostaje de humabono, “*Recomendamos voltear la pila al menos tres veces en los primeros meses y transcurrido un año, una vez cada tres meses*”.

Una gran industria ha surgido a partir de esta filosofía, la cual fabrica equipos caros para voltear la composta, invirtiendo mucho dinero, tiempo y gastos para cerciorarse de que la composta se voltee regularmente. Para algunos profesionales de la composta, la sugerencia de que la composta no tiene que ser volteada en lo absoluto es mera blasfemia. Por supuesto que tienes que voltearla - si se trata de una pila de composta, por el amor de Dios.

¿O no realmente? Bueno, de hecho, *no*, no tienes que hacerlo, especialmente si eres un compostador de jardín y ni siquiera si eres un compostador a gran escala. La necesidad percibida de voltear la composta es uno de los mitos del compostaje.

El voltear la composta sirve potencialmente para cuatro propósitos. El primero, voltearla supone la adicción de oxígeno a la pila de composta, lo cual se supone que es bueno para los microorganismos aeróbicos. Se nos advierte que, de no voltear la composta, se volverá anaeróbica y empezará a oler mal, atrayendo ratas y moscas y convirtiéndonos en parias sociales de nuestro vecindario. Segundo, voltear la composta nos asegura que todas las partes de la composta se someterán a un alto calor interno, asegurando así la eliminación total de los patógenos y dando como resultado una composta final higiénicamente segura. Tercero, entre más volteamos la composta, más se hace pedazos y se mezcla, haciéndola lucir mejor al final y volviéndola más comercializable. Cuarto, el voltear la composta frecuentemente acelerará el proceso de compostaje.

Dado que los compostadores de jardín no comercializan su composta, usualmente no les importa si resulta finamente granulada o si es un poco gruesa y normalmente no tienen prisa, así que podemos eliminar de una vez las dos últimas razones para voltearla. Ahora veamos las primeras dos.

La aeración es necesaria para la composta aeróbica y existen varias formas para airear la pila de composta. Una es forzando aire dentro de la pila mediante el uso de ventiladores, lo cual es común en las operaciones de composta a gran escala en las cuales se succiona aire por debajo de la composta y se expulsa a través de un biofiltro. La succión provoca que el aire pase por la masa orgánica a través de la parte superior, manteniéndola aireada. Un flujo acelerado de aire puede causar que la composta se caliente drásticamente; el flujo de aire también puede ser un método para intentar reducir la temperatura de la composta porque el aire expulsado acarrea bastante calor fuera de la pila de composta. Esta aireación mecánica nunca será una necesidad para el compostador de jardín y se limita a las operaciones de compostaje a gran escala donde las pilas son tan grandes que pueden asfixiarse si no se someten a una aireación forzada.

También se puede conseguir la aireación haciendo hoyos en la composta, metiéndole tubos y empalándola en términos generales. Este método parece tener popularidad entre algunos compostadores

de jardín. Una tercera forma es volteando físicamente la pila. La cuarta, y sin embargo ignorada en gran medida, es construir la pila de manera que queden pequeños espacios intersticiales de aire atrapados en la composta. Esto se logra agregando materiales voluminosos a la composta, como heno, paja, hierbas y cosas por el estilo. Cuando se construye de manera adecuada una pila de composta, no se requerirá aireación adicional. Incluso los profesionales de la jardinería orgánica admiten que, *“se puede hacer buena composta sin necesidad de voltearla a mano si los materiales son cuidadosamente capeados en una pila que esté bien ventilada y que tenga el contenido de humedad correcto.”*<sup>45</sup>

Esto es especialmente cierto para el “compostaje continuo”, que es diferente del “compostaje por lotes”. El compostaje por lotes se hace con un lote de material que se composte todo al mismo tiempo. Esto es lo que hacen los compostadores comerciales – toman un camión lleno de basura o lodo residual del municipio y lo compostan todo en una gran pila. Los compostadores de jardín, en especial los compostadores de humabono, producen residuos orgánicos a diario, poco a poco y rara vez, si acaso, en grandes cantidades. Esto causa que la actividad termófila se sitúe en la parte superior de la pila mientras que la parte que ya pasó por esta fase se hunde cada vez más bajo, para ser procesada por hongos, actinomicetos, gusanos de tierra y muchas otras cosas. El voltear la composta constantemente diluye la capa termófila con las otras capas más frías y puede detener de manera bastante abrupta toda la actividad termófila.

Investigadores han medido los niveles de oxígeno en operaciones de compostaje a gran escala de pilas largas y angostas de composta. Uno de ellos reportó, *“Las concentraciones de oxígeno medidas en los montículos alargados de composta durante la fase más activa del proceso de compostaje demostraron que 15 minutos después de haber volteado la composta – supuestamente aireándola – el contenido de oxígeno ya se había agotado.”*<sup>46</sup> Otros investigadores compararon los niveles de oxígeno de enormes pilas de composta, volteadas y no volteadas, y llegaron a la conclusión de que las pilas de composta se auto airean en gran medida. *“El efecto de voltear la pila fue refrescar el contenido de oxígeno, en promedio por [sólo] 1.5 horas (arriba del nivel de 10%), después de lo cual cayó a menos de 5% y en la mayoría de los casos a 2% durante la fase activa del compostaje... incluso al no tornarlas, todas las pilas resuelven la falta de oxígeno al acercarse la madurez, indicando que la auto-aireación por sí sola puede adicionar adecuadamente el proceso de composta... En otras palabras, el voltear las pilas de composta tiene una influencia temporal pero poco sostenida el nivel de oxígeno.”* Estas pruebas compararon composta que no se volteó, volteada con cubetas, volteada una vez cada dos semanas y volteada dos veces a la semana.<sup>47</sup>

Resulta interesante que las mismas pruebas indicaron que las bacterias patógenas fueron destruidas, se voltearan o no las pilas, indicando que no existe evidencia de que las poblaciones bacterianas se vean influenciadas por las diferentes combinaciones de volteado. No hubo cepas sobrevivientes de *E. coli* o *Salmonella*, indicando que *“no hubo efectos estadísticos significantes que pudieran atribuirse al volteado.”* Las pilas que no se voltean se pueden ver beneficiadas por la adición de materiales voluminosos como paja o heno, los cuales atrapan aire extra dentro del material orgánico y hacen que la aireación adicional sea innecesaria. Además, las pilas de composta que no se voltean pueden cubrirse con una gruesa capa aislante de material orgánico, como paja, heno o incluso composta terminada, lo cual permitirá que la temperatura de las orillas externas de la pila se eleve lo suficiente para la destrucción de patógenos.

El voltear la composta puede no sólo ser un gasto innecesario de energía, sino que las pruebas anteriores demostraron también que cuando los lotes de composta se voltean frecuentemente, pueden resultar otras desventajas (ver Figura 3.6 en la página 49). Por ejemplo, entre más se voltean las pilas de composta, pierden más nutrientes agrícolas. Cuando se analizaron las compostas terminadas para medir las pérdidas de materia orgánica y nitrógeno, la composta sin voltear mostró una pérdida menor. Entre más frecuentemente se volteaba la composta, mayor fue la pérdida de nitrógeno y materia orgánica. También, entre más se volteaban las pilas, más elevado era el costo. La composta sin voltear costó \$3.05 por tonelada húmeda, mientras que la composta volteada una vez por semana costó \$41.23 por tonelada húmeda, un incremento del 1,351%. Estos investigadores concluyeron que *“Los métodos de compostaje que requieren intensificación [volteado frecuente] son un curioso resultado de la popularidad moderna y del desarrollo tecnológico del compostaje como se evidencia particularmente en las publicaciones especializadas más populares. No parecen tener un sustento científico, basándose en estos estudios... Mediante el manejo cuidadoso de la composta para alcanzar las mezclas adecuadas y un volteado limitado, se puede alcanzar el ideal de un producto de calidad sin molestias económicas.”*<sup>48</sup>

Cuando las enormes pilas de composta municipal se voltean, despiden emisiones de cosas como el hongo *Aspergillus fumigatus*, el cual puede causar problemas de salud. Las concentraciones de aerosoles de las pilas de composta estática (sin voltear) son relativamente bajas al compararlas con las pilas de composta volteadas mecánicamente. Las mediciones a treinta metros en dirección del viento de pilas estáticas demostraron que las concentraciones de aerosol de *A. fumigatus* no estaban significativamente arriba de los niveles normales y eran “33 a 1800 veces menores” que las de las pilas que estaban siendo movidas.<sup>49</sup>

Por último, el voltear la pila de composta en un clima frío puede hacerla perder demasiado calor. Se recomienda a los compostadores en climas fríos que volteen su composta menos frecuentemente, de ser necesario en lo absoluto.<sup>50</sup>

### ¿SE NECESITA INOCULAR LA PILA DE COMPOSTA?

No. Éste es probablemente uno de los aspectos más impresionantes del compostaje.

En octubre de 1998, hice un viaje a Nueva Escocia, Canadá, para observar las operaciones de compostaje municipal. La provincia había legislado que, a partir del 30 de noviembre de 1998, no podía desecharse ningún material orgánico en los rellenos sanitarios. A finales de octubre, con la “fecha de prohibición” acercándose, virtualmente toda la basura orgánica municipal estaba siendo recolectada y transportada a instalaciones de reciclaje, donde estaba siendo efectivamente reciclada y convertida en humus. Los camiones de basura del municipio simplemente se echaban de reversa hacia el edificio de las instalaciones de compostaje (el compostaje se hacía bajo techo) y tiraban la basura en el piso. El material consistía en los desechos de comida normales de casas y restaurantes, como cascaras de plátano, restos de café molido, huesos, carne, leche descompuesta y productos de papel como cajas de cereal. Ocasionalmente, alguna persona despistada contribuiría con un tostador, pero esto se separaba. Posteriormente se inspeccionaba el material orgánico para separar otros contaminantes como botellas y latas, se pasaba por un molino y finalmente se apilaba en un compostero de concreto. En un lapso de 24 a 48 horas, la temperatura del material alcanzaba los 70°C (158°F). No hubo necesidad de añadir inoculantes. Increíblemente, las bacterias termófilas ya estaban ahí, esperando en la basura la llegada de este momento.

Los investigadores han compostado materiales con y sin inoculantes y encontraron que, *“a pesar de ser ricos en bacterias, ninguno de los agentes inoculantes aceleraron el proceso de composta ni mejoraron el producto final... El que los agentes inoculantes hayan fallado en alterar el ciclo de compostaje de debe a aptitud de la población microbiana nativa que ya estaba presente y a la naturaleza del mismo proceso... El éxito de las operaciones de compostaje sin el uso de agentes inoculantes especiales en Holanda, Nueva Zelanda, Sudáfrica, India, China, EUA y muchos otros lugares, constituye evidencia convincente de que los agentes inoculantes así como otros aditivos no son esenciales en el compostaje de materiales [orgánicos].”*<sup>51</sup> Otros exponen, *“No hay información en la literatura que indique que la adición de inoculantes, microbios o enzimas acelere el proceso de compostaje.”*<sup>52</sup>

### CAL

No es necesario agregar cal (piedra caliza molida para uso agrícola) a tu pila de composta. La creencia de que se debe añadir cal a la pila de composta es una idea equívoca común. Tampoco se necesitan otros aditivos minerales en tu composta. Si tu tierra necesita cal, aplícaselo sólo a la tierra, no a tu composta. Las bacterias no digieren la cal; de hecho, la cal se usa para *matar* a las bacterias en los lodos residuales – se les llama lodos *estabilizados con cal*.

La composta añejada no es ácida, aun si se usa aserrín. El pH de la composta terminada debe ser un poco arriba de 7 (neutro). ¿Qué es el pH? Es una medida de acidez y alcalinidad que va de 1-14. El 7 es el punto neutro. Debajo de siete es ácido; arriba es básico o alcalino. Si el pH es demasiado ácido o demasiado alcalino, la actividad bacteriana se verá entorpecida o parará por completo. La cal y las cenizas de madera elevan el pH, por lo tanto las cenizas también deben ir directamente en la tierra. La pila de composta no las necesita. Puede parecer lógico que uno ponga en su composta lo que uno quiere agregar también a su tierra del jardín, ya que la composta terminará eventualmente en el jardín, pero esa no es la realidad de la situación. *Lo que uno debe poner en la composta es lo que los microorganismos quieren o necesitan, no lo que la tierra del jardín quiere o necesita.*

Sir Albert Howard, uno de los impulsores de la composta mejor conocidos, así como J. I. Rodale, otro prominente agricultor orgánico, han recomendado el agregar cal a las pilas de composta.<sup>53</sup> Parece que basan su razonamiento en la creencia de que la composta se tornará ácida durante el proceso de compostaje y por lo tanto dicha acidez se debe neutralizar añadiendo cal a la pila mientras se composta. Puede ser que algunas compostas se acidifiquen durante el proceso de descomposición, sin embargo, parecen neutralizarse por sí mismas, resultando en un producto final neutral o ligeramente alcalino. Por lo tanto, se recomienda examinar el pH de la composta *terminada* antes de decidir que algún ácido tiene que ser neutralizado.

Encuentro desconcertante que el autor que en un libro recomendó la adición de cal a las pilas de composta, en otro expone *“El control del pH en la composta es en pocas ocasiones un problema que requiera atención si el material se mantiene aeróbico... la adición de material alcalino es raramente necesaria en la descomposición aeróbica y, de hecho, puede hacer más daño que bien porque la pérdida de nitrógeno por la evolución de amoníaco en forma de gas será mayor con un pH más elevado.”*<sup>54</sup> En otras palabras, no asumas que debes añadir cal a tu composta. Hazlo solamente si tu composta terminada es consistentemente ácida, lo cual sería bastante poco probable. Consigue un equipo para probar el pH de la tierra y examínala. Los investigadores han indicado que el compostaje termófilo máximo ocurre en un rango de pH de 7.5 a 8.5, lo cual es levemente alcalino.<sup>55</sup> Pero no te sorprendas si tu composta es un poco ácida al principio del proceso. Debería tornarse neutral o ligeramente alcalina y permanecer así cuando esté completamente curada.

Científicos que estudiaban varios fertilizantes comerciales encontraron que las parcelas a las que se les agregaron lodos residuales compostados hacían mejor uso de la cal que aquellas parcelas sin lodos compostados. La cal en las parcelas compostadas cambió el pH a mayor profundidad en la tierra, indicando que la materia orgánica ayuda en el movimiento de calcio a través de la tierra *“mejor que cualquier otra cosa”*, de acuerdo con Cecil Tester, Doctora en Investigación Química en el Laboratorio de Microbiología del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos en Beltsville, Maryland.<sup>56</sup> Esto implicaría que se debe añadir composta a la tierra cuando se añada cal a la tierra.

Probablemente Goataas lo resume mejor, *Algunos operadores de la composta han sugerido la adición de cal para mejorar el compostaje. Esto sólo debe hacerse bajo circunstancias especiales, como cuando el material crudo a compostar tiene una alta acidez debida a desechos industriales o cuando contiene materiales que darán paso a condiciones altamente ácidas durante el compostaje.*<sup>57</sup>

## ¿QUÉ NO SE DEBE COMPOSTAR? PUEDES COMPOSTAR CASI CUALQUIER COSA

Me perturba un poco el escuchar a algunos educadores de la composta diciéndoles a sus alumnos que hay una larga lista de cosas que *“¡no se deben compostar!”* Esta prohibición se presenta siempre de forma tan autoritaria y sería que los compostadores novatos empiezan a temblar al pensar en compostar cualquiera de los materiales prohibidos. Puedo imaginarme a los compostadores ingenuos armados con esta desinformación cuidadosamente separando sus restos de comida para que, Dios no lo quiera, los materiales erróneos no terminen en la pila de composta. Esos materiales *“prohibidos”* incluyen carne, pescado, leche, mantequilla, queso y otros derivados de la leche, huesos, manteca, mayonesa, aceites, mantequilla de cacahuate, aderezos de ensalada, crema agria, hierbas con semillas, plantas enfermas, cascaras de cítricos, hojas de ruibarbo, pasto invasor, excrementos de mascotas y probablemente lo peor de todo – abono humano. Supuestamente uno debería segregar un sándwich de mantequilla de cacahuate a medio comer de la cubeta de composta, o cualquier alimento con mayonesa o queso, o cualquier sobra de ensalada con aderezo, o la leche agria, o cascaras de naranja; todo esto debe irse al relleno sanitario donde será enterrado bajo toneladas de basura en vez de ser compostado. Yo tuve la suerte de nunca haber sido expuesto a todas esas instrucciones y mi familia ha compostado *cada pedazo* de resto de comida que ha producido, incluyendo carne, huesos, mantequilla, aceites, grasa, manteca, cáscaras de cítricos, mayonesa y todo lo demás en la lista. Lo hemos hecho en nuestro patio trasero por 30 años sin *ningún* problema. ¿Por qué nos funcionaría a nosotros y no a cualquier otro? La respuesta, en una palabra, si puedo adivinar, es *humabono*, otro material prohibido para la composta.

Cuando la composta se calienta, la mayoría del material orgánico se degrada rápidamente. Esto resulta cierto también para aceites y grasas, o en las palabras de los científicos *“Basados en la evidencia del compostaje de residuos de una trampa de grasa, los lípidos [grasas] pueden ser utilizados rápidamente por*

las bacterias, incluyendo a los actinomicetos, bajo condiciones termófilas.<sup>58</sup> El problema con los materiales de la lista “prohibida” es que pueden requerir de compostaje termófilo para mejores resultados. De otra manera, simplemente se quedarían sentados en la composta y se descompondrán muy lentamente. Mientras esto sucede, pueden lucir muy atractivos para los perros, gatos, mapaches o ratas que pasen cerca. Resulta irónico que cuando se combinan los materiales prohibidos, incluyendo el humabono, con otros materiales de la composta, prevalecerán las condiciones termófilas. Cuando se segrega el humabono y otros materiales orgánicos controversiales de la composta, las condiciones termófilas pueden no suceder en lo absoluto. Esta situación probablemente es muy común en la mayoría de las pilas de composta del jardín. La solución no es segregar materiales de la pila de composta, sino agregar nitrógeno y humedad, los cuales se encuentran comúnmente en la naturaleza.

Por lo tanto, los educadores de la composta estarían dándoles un mejor servicio a sus estudiantes si les dijeran la verdad: casi todos los materiales orgánicos se compostarán – en vez de darles la falsa impresión de que algunos materiales alimenticios comunes no lo harán. Concedido, algunas cosas no se compostan tan bien. Los huesos son uno de ellos, pero no causan ningún daño en la pila de composta.

No obstante, los químicos tóxicos *deberían* mantenerse alejados de la pila de composta del jardín. Dichos químicos se encuentran, por ejemplo, en algunas maderas “tratadas a presión” que están saturadas con sustancias causantes de cáncer como el arseniato de cobre cromado. Materiales que no deben compostarse: aserrín procedente de maderas tratadas a presión con ACC, lo cual es, desafortunadamente, un material tóxico que ha estado fácilmente disponible para el jardinero promedio por muchos años (pero ahora está altamente prohibido por la EPA).

## LOS MILAGROS DE LA COMPOSTA

### LA COMPOSTA PUEDE DEGRADAR QUÍMICOS TÓXICOS

Los microorganismos de la composta no sólo convierten el material orgánico en humus, sino que también degradan químicos tóxicos y los vuelven moléculas orgánicas más simples y benignas. Entre estos químicos esta la gasolina, el diesel, la turbosina, aceite, grasa, preservativos de madera, PCBs, desperdicios de la gasificación del carbón, desperdicios de refinерías, insecticidas, herbicidas, TNT y otros explosivos.<sup>59</sup>

En un experimento en el que se agregaron insecticidas y pesticidas a pilas de composta, el insecticida (carbofuran) se degradó por completo y el herbicida (triazina) se degradó en un 98.6% después de 50 días de compostaje. Se compostó tierra que contenía diesel y gasolina y después de 70 días los hidrocarburos totales de petróleo se redujeron aproximadamente en un 93%.<sup>60</sup> Tierra contaminada con el herbicida Dicamba a una concentración de 3,000 partes por millón no demostró niveles detectables de contaminantes tóxicos tras 50 días de compostaje. En la ausencia de composta, este proceso de biodegradación normalmente toma años.

La composta parece cohesionar fuertemente los metales y prevenir su absorción por plantas y animales, previniendo así la transferencia de metales de la tierra contaminada hacia la cadena alimenticia.<sup>62</sup> Un investigador alimentó ratas con tierra contaminada con plomo, a algunas les añadió composta y a otras no. La tierra a la cual se añadió composta no mostró efectos tóxicos, mientras que la tierra sin composta sí mostró algunos efectos nocivos.<sup>61</sup> Las plantas crecidas en tierra contaminada con plomo con un diez por ciento de composta demostraron una reducción en la absorción de plomo de un 82.6%, comparadas con las plantas crecidas en tierra contaminada sin composta.<sup>63</sup>

Los hongos en la composta producen una sustancia que degrada el petróleo, volviéndolo así alimento disponible para las bacterias.<sup>64</sup> Un hombre que compostó aserrín contaminado con diesel comentó, “¡Le hicimos pruebas a la composta y nunca pudimos encontrar el aceite!” La composta se lo había “comido” todo aparentemente.<sup>65</sup> Los hongos también producen enzimas que pueden utilizarse para sustituir al cloro en el proceso de fabricación de papel. Investigadores en Irlanda han descubierto que los hongos recolectados de pilas de composta pueden ser un sustituto barato y orgánico para químicos tóxicos.<sup>66</sup>

En años recientes, la composta se ha usado para degradar otros químicos tóxicos. Por ejemplo, tierra contaminada con clorofenoles se compostó con turba, aserrín y otros materiales orgánicos y después de 25 meses, la concentración de clorofenoles se redujo en un 98.73%. La contaminación por freón se

redujo en un 94%, los PCPs hasta un 98% y el TCE en un 89-99% en otras pruebas de composta.<sup>67</sup> Algunas de estas degradaciones se deben al esfuerzo de hongos a temperaturas bajas (mesófilas).<sup>68</sup>

Algunas bacterias tienen apetito hasta por el uranio. Derek Lovley, un microbiólogo, ha estado trabajando con cepas de una bacteria que normalmente vive a 200 metros (650 pies) bajo tierra. Estos microorganismos comen y después excretan uranio. La excreta de uranio químicamente alterada se vuelve insoluble en agua como resultado del proceso de digestión microbiana y consecuentemente se puede remover del agua a la que estaba contaminando.<sup>69</sup>

Un granjero austriaco ha dicho que los microorganismos que introdujo en sus plantaciones han prevenido la contaminación de sus cultivos por la radiación de Chernóbil, una planta nuclear rusa que sufrió un destino fatal, la cual contaminó los plantíos de sus vecinos. Sigfried Lubke rocía sus cultivos verdes con microorganismos del mismo tipo que los que se encuentran en la composta justo antes de ararlos. Esta práctica ha producido una tierra rica en humus y llena de vida microscópica. Después del desastre de Chernóbil, se prohibió la venta de los cultivos de los campos en el área de Lubke debido a los altos niveles de contaminación por cesio radioactivo. A pesar de esto, cuando los oficiales hicieron pruebas a los cultivos de Lubke, no se encontraron rastros de cesio. Los oficiales hicieron pruebas en repetidas ocasiones porque no podían creer que una granja no mostrara contaminación radioactiva mientras que las granjas de alrededor sí lo hacían. Lubke supone que el humus simplemente “se comió el cesio”.<sup>70</sup>

La composta también es capaz de limpiar tierra contaminada con TNT procedente de fábricas de armamento. Los microorganismos de la composta digieren los hidrocarburos del TNT y los convierten en dióxido de carbono, agua y moléculas orgánicas simples. El método elegido para eliminar la tierra contaminada ha sido desde hace mucho tiempo la incineración. Sin embargo, el compostaje cuesta mucho menos y aporta un material valioso (composta), a diferencia de la incineración, que resulta en cenizas que a su vez tienen que ser desechadas como material tóxico. El Depósito del Ejército de Umatilla en Hermiston, Óregon, un sitio calificado como altamente contaminado, compostó 15,000 toneladas de tierra contaminada en vez de incinerarla, ahorrando aproximadamente \$2.6 millones de dólares. A pesar de que la tierra de Umatilla estaba altamente contaminada con TNT y RDX (explosivos de demolición), no se pudieron encontrar explosivos después de haberla compostado y la tierra fue restaurada a “una mejor condición que antes de haber sido contaminada”.<sup>71</sup> Se han obtenido resultados similares en la Base de la Fuerza Aérea Seymour Johnson en Carolina del Norte, en la Planta de Municiones del Ejército en Luisiana, en la Base Naval de Submarinos de los EUA en Bangor, Washington, en el Fuerte Riley en Kansas y en el Depósito del Ejército de Hawthorne en Nevada.<sup>72</sup>

Los Cuerpos de Ingenieros Militares de los EUA estiman que se ahorrarían millones de dólares si se utilizara el compostaje, en vez de la incineración, para limpiar las áreas de armamento restantes de los Estados Unidos. La habilidad de la composta para bioremediar los químicos tóxicos es particularmente significativa cuando se considera que actualmente hay en EUA 1.5 millones de tanques de almacenamiento enterrados que emiten una gran variedad de materiales hacia la tierra, así como 25,000 áreas del Departamento de Defensa que necesitan remediación. De hecho, se estima que los costos para la remediación de las áreas más contaminadas de EUA usando tecnologías estándar ascenderían a \$750 mil millones, mientras que en Europa los costos ascenderían a \$300 o \$400 mil millones.

La bioremediación por medio de la composta parece muy prometedora, más no es capaz de sanar todas las heridas. Los químicos altamente clorados demuestran mucha resistencia a la biodegradación microbiológica. Aparentemente, existen cosas que hasta los hongos escupirían.<sup>73</sup> Por otro lado, se ha tenido éxito en la bioremediación de PCBs (policloruros de bifenilo) en pruebas de compostaje conducidas por investigadores de la Universidad del Estado de Michigan en 1996. En el mejor de los casos, la eliminación de PCBs estuvo en el rango de 40%. A pesar de la naturaleza clorada de los PCBs, los investigadores lograron hacer que algunos microorganismos engulleran esas cosas.<sup>74</sup>

Después tenemos al villano *Clopiralid* (3,6 ácido dicloropiridín), un herbicida fabricado por Dow Agrosiences que ha contaminado cantidades vastas de composta comercial a principios del siglo XXI. Se vende comúnmente bajo el nombre de Transline™, Stinger™ y Confront™. Este químico tiene la característica inusual de pasar por el proceso de composta y dejar residuos que aun están químicamente activos. Como resultado se obtiene una composta contaminada que puede matar a algunas de las plantas que se siembren en ella. Hasta una pila de composta puede tener un mal día.<sup>xx</sup>

## LA COMPOSTA PUEDE FILTRAR AIRE Y AGUA CONTAMINADOS

La composta puede controlar olores. Los sistemas de filtración biológica, llamados “biofiltros”, son utilizados en plantas de compostaje a gran escala donde los gases emitidos son filtrados para controlar los olores. Los biofiltros están compuestos por capas de materiales tales como astillas de madera, turba, tierra y composta a través de los cuales se conduce el aire para remover cualquier contaminante. Los microorganismos en el material orgánico se comen los contaminantes y los convierten en dióxido de carbono y agua (ver Figura 3.8).

En el Condado de Rockland, Nueva York, un sistema de biofiltración como estos puede procesar 82,000 pies cúbicos de aire por minuto y garantizar que no habrá ningún olor detectable fuera de los límites de la propiedad. Otra planta en Portland, Óregon, usa biofiltros para bioremediar latas de aerosol antes de desecharlas. Después de dicha remediación, las latas ya no se consideran peligrosas y pueden ser desechadas fácilmente. En este caso, se ahorraron \$47,000 dólares en manejo de residuos peligrosos en un transcurso de 18 meses. Los Biofiltros de Fase de Vapor pueden mantener una extracción de Compuestos Orgánicos Volátiles consistente de 99.6% de eficiencia, lo cual no está mal para una bola de microorganismos.<sup>75</sup> Después de uno o dos meses, el biofiltro se recarga con material orgánico nuevo y el material viejo simplemente se composta o se aplica a la tierra.

Actualmente también se usa composta para filtrar los derrames de agua de lluvias (ver Figura 3.8). Los Filtros de Agua de Lluvias por Composta usan composta para filtrar metales pesados, aceite, grasa, pesticidas, sedimentos y fertilizantes de los derrames de agua de lluvias. Dichos filtros pueden remover más del 90% de los sólidos, 82% a 98% de los metales pesados y 85% del aceite y la grasa, mientras que filtran hasta 226 litros (ocho pies cúbicos) por segundo. Estos Filtros de Agua de Lluvias por Composta previenen que la polución del agua de lluvia contamine nuestros suministros naturales de agua.<sup>76</sup>

## LA COMPOSTA PROTEGE A LAS PLANTAS DE ENFERMEDADES

El proceso de compostaje puede destruir muchos patógenos de las plantas. Debido a esto, el material de plantas enfermas se debe compostar termófilamente en vez de devolverlo a la tierra donde podría suceder la re-inoculación de la enfermedad. Los microorganismos benéficos de la composta termófila compiten directamente, inhiben o matan a los organismos causantes de enfermedades en las plantas. Los patógenos de las plantas también son consumidos por microartrópodos, como los ácaros o los colémbolos, que pueden encontrarse en la composta.<sup>77</sup>

Los microorganismos de la composta pueden producir antibióticos que inhiben a las enfermedades de las plantas. La composta añadida a la tierra también puede activar genes de resistencia a enfermedades en las plantas, preparándolas para defenderse mejor de los patógenos. La Resistencia Sistemática Adquirida que causa la composta en la tierra permite que las plantas resistan enfermedades tales como la *Antracnosis* y la putrefacción en las raíces del pepino a causa del *Pythium*. Los experimentos han demostrado que cuando sólo algunas de las raíces de una planta están en tierra adicionada con composta, mientras que el resto de las raíces están en tierra con enfermedades, la planta entera aún puede adquirir resistencia contra las enfermedades.<sup>78</sup> Los investigadores han expuesto que la composta combate la marchitez bacteriana (*Phytophthora*) en parcelas de prueba sembradas con chiles y combate la enfermedad de palidez de los tallos de los frijoles, la putrefacción de las raíces de los frijoles pintos a causa de la *Rhizoctonia*,<sup>79</sup> el *Fusarium oxysporum* en plantas sembradas en macetas y la enfermedad de reblandecimiento de los tallos y el marchitamiento fúngico en calabazas.<sup>80</sup> En la actualidad se reconoce que el control de la putrefacción de raíces con composta puede ser tan efectivo como el uso de fungicidas sintéticos tales como el bromuro de metilo. Sin embargo, sólo un pequeño porcentaje de los microorganismos de la composta pueden inducir resistencia a las enfermedades en las plantas, lo cual enfatiza una vez más la importancia de la biodiversidad en la composta.

Estudios hechos por el investigador Harry Hoitink indicaron que la composta inhibe el crecimiento de microorganismos causantes de enfermedades en invernaderos al aportar microorganismos benéficos a la tierra. En 1987, él y un equipo de científicos sacaron una patente de composta que podía reducir o suprimir enfermedades en las plantas causadas por tres microorganismos mortales: *Phytophthora*, *Pythium* y *Fusarium*. Los cultivadores que usaron esta composta en su tierra para plantar redujeron las pérdidas de sus

cultivos de 25-75% a 1% sin aplicar fungicidas. Los estudios sugerían que las tierras estériles podían proveer condiciones óptimas de crianza para los microorganismos causantes de enfermedades en las plantas, mientras que una rica biodiversidad en la tierra, como la que se encuentra en la composta, haría a la tierra menos propensa a la proliferación de organismos patógenos.<sup>81</sup>

De hecho, el té de composta también ha demostrado tener propiedades reductoras de enfermedades en las plantas. El té de composta se hace remojando composta madura, pero no demasiado madura, en agua de tres a doce días. Después se filtra y se rocía directamente sobre las plantas sin diluir, cubriendo así las hojas con colonias de bacterias vivas. Cuando se aplicó a pinos rojos, por ejemplo, la severidad de la infección se vio reducida significativamente.<sup>82</sup> El enmohecimiento (*Uncinula necator*) en las uvas fue suprimido exitosamente usando té de composta hecho con abono de ganado.<sup>83</sup> “Los tés de composta pueden aplicarse con un atomizador a los cultivos para cubrir las superficies de las hojas, ocupando así los espacios que podrían ser colonizados por patógenos causantes de enfermedades,” declaró otro investigador, quien agrega “Existe un número limitado de lugares en una planta que pueden ser infectados por un patógeno y si estos lugares están ocupados por bacterias benéficas y hongos, el cultivo será resistente a la infección.”<sup>84</sup>

Además de ayudar a controlar enfermedades en la tierra, la composta atrae a las lombrices de tierra, ayuda a las plantas a producir estimulantes de crecimiento y ayuda a controlar a los nematodos parásitos.<sup>85</sup> Los “biopesticidas” de composta se están volviendo alternativas crecientemente efectivas a los pesticidas. Estas “compostas de diseño” se hacen agregando ciertos microorganismos combatientes de plagas a la composta, dando como resultado una composta con una capacidad específica de eliminación de plagas. Los biopesticidas en EUA deben estar registrados en la EPA y someterse a los mismos exámenes que los pesticidas químicos para determinar su efectividad y su grado de seguridad pública.<sup>86</sup>

Por último, la composta destruye las semillas de las hierbas. Los investigadores han observado que después de tres días en la composta a 55°C (131°F), todas las semillas de las ocho hierbas estudiadas habían muerto.<sup>87</sup>

## LA COMPOSTA PUEDE RECICLAR A LOS MUERTOS

Los animales muertos de todos tamaños y especies pueden ser reciclados mediante el compostaje. De los 7.3 mil millones de gallinas, patos y pavos criados en los EUA cada año, alrededor de 37 millones mueren por enfermedades y otras causas naturales antes de ser comercializados.<sup>88</sup> Estos pájaros muertos pueden ser simplemente compostados. El proceso de composta no sólo convierte los cadáveres en humus que puede ser devuelto directamente a las tierras de los granjeros, sino que también destruye a los patógenos y parásitos que pudieron haber matado a los pájaros en primer lugar. Es preferible compostar animales enfermos en la granja donde murieron en vez de transportarlos a otro lugar y correr el riesgo de esparcir la enfermedad. Una temperatura de 55°C mantenida durante por lo menos tres días consecutivos maximiza la destrucción de los patógenos.

El compostaje es considerado como un método simple, económico, ambientalmente amigable y efectivo para manejar las mortalidades animales. Los cadáveres se entierran en la pila de composta. El proceso de compostaje varía entre unos pocos días para aves pequeñas hasta seis o más meses para ganado maduro. Generalmente, el tiempo total requerido oscila entre los dos y los doce meses dependiendo del tamaño del animal y otros factores como la temperatura ambiental del aire. Los cadáveres en descomposición nunca deben ser enterrados en lugares donde puedan contaminar el agua subterránea, como sucede típicamente cuando no se usa el compostaje. Se puede lograr el compostaje de animales muertos sin olores, moscas, pájaros u otros animales carroñeros. Dichas prácticas se desarrollaron originalmente para reciclar pollos muertos, pero los cadáveres de animales que se compostan en la actualidad incluyen puercos bien crecidos, ganado y caballos, así como pescados, borregos, becerros y otros animales. El proceso biológico del compostaje de animales muertos es idéntico al proceso de compostaje de cualquier otro material orgánico. Los cadáveres proveen de nitrógeno y humedad, mientras los materiales como aserrín, paja, mazorcas de maíz y papel proveen carbón y volumen para que se impregne el aire. El compostaje puede hacerse en contenedores de composta temporales de tres lados hechos con pacas de paja o heno. Se utiliza una capa de material orgánico absorbente en el fondo de la composta, actuando como esponja para el exceso de líquidos. Los animales grandes se colocan de espaldas en la composta, con

la cavidad abdominal y los intestinos abiertos y cubiertos con material orgánico. El aserrín de aserradero ha demostrado ser uno de los mejores materiales orgánicos para compostar animales muertos. Tras haber llenado el compostero con los cadáveres de animales debidamente preparados, se llena la parte de arriba con material orgánico limpio que actuará como biofiltro para controlar los olores. A pesar de que pueden permanecer grades huesos al terminar el proceso de compostaje, estos se desintegran fácilmente al aplicarse a la tierra.<sup>89</sup>

Los compostadores de jardín también pueden hacer uso de esta técnica. Cuando un pequeño animal ha muerto y necesita ser reciclado, simplemente haz un hoyo en el centro de la pila de composta, deposita el cadáver, cúbrelo con composta y después cúbrelo con material orgánico limpio como paja, hierbas o heno. Nunca volverás a ver el cadáver. Esta es una buena manera de deshacerse de pescado, restos de carne, productos lácteos y otros materiales orgánicos que de otra forma se volverían atractivos para animales molestos.

Tenemos algunos patos y pollos en nuestra casa y ocasionalmente uno de ellos muere. Se escarba un poco en la composta para crear una depresión en la parte de arriba, se pone el cadáver en el hoyo y una creatura más está en camino a la reencarnación. También hemos usado esta técnica regularmente para reciclar los cadáveres de otros animales pequeños como ratones, pollitos y conejos bebés. Después de recolectar lombrices de tierra de nuestra pila de composta para ir de pesca al estanque local, fileteamos lo que pescamos y ponemos los filetes en el congelador para consumirlos en el invierno. Los restos de pescado van directo a la composta, enterrados de la misma forma que cualquier otro animal muerto. Tenemos varios gatos que viven fuera de la casa y no los hemos encontrado escarbando en busca de un bocado para comer en la pila de composta de humabono. Tampoco a nuestro perro – y los perros comerían cualquier cosa, pero nada que este enterrado en una composta termófila.

Sin embargo, algunos perros *podrían* tratar de introducirse en tu pila de composta. Asegúrate que tu compostero tenga paredes laterales a prueba de perros y simplemente coloca una maya de alambre rígido sobre la composta. Eso es todo lo que se requiere. Hasta que los perros aprendan a usar tijeras para cortar alambre, tu composta estará a salvo.

#### LA COMPOSTA RECICLA EL EXCREMENTO DE LAS MASCOTAS

¿Puedes usar excremento de perro en tu composta? Buena pregunta. Honestamente puedo decir que nunca lo he intentado, ya que no tengo una fuente de excremento de perro para experimentar (mi perro vive libre fuera de la casa). Mucha gente me ha escrito preguntando si el excremento de su perro puede ser agregado a la pila de composta de su casa y les he respondido que no lo sé por experiencia propia. Así que he recomendado que las heces de perro se recolecten en un pequeño compostero por separado y se cubran con materiales como heno, pasto cortado, hojas, hierbas o paja y probablemente se rieguen de vez en cuando para proveer humedad. Un sistema de compostero doble permitirá que se recolecten las eses en uno y se dejen añejar por un buen tiempo mientras se llena el segundo compartimento. ¿Qué tamaño de compostero? Como del tamaño de un bote de basura grande, pero puede que se necesite una masa mayor para propiciar una reacción termófila.

Por otro lado, esto puede ser demasiada molestia para la mayoría de los dueños de mascotas que también son compostadores y puede que simplemente quieras poner las eses de animales y el humabono juntos en el compostero. Esto sería ciertamente el método más sencillo. La idea de compostar abono de perro ha sido aprobada por J.I. Rodale en la Enciclopedia de la Jardinería Orgánica. El declara, *“El abono de perro puede ser utilizado en la pila de composta; de hecho es el más rico en fósforo si el perro se alimenta con el cuidado adecuado y se le da su porción de huesos.”* Aconseja el uso de materiales de cobertura similares a los antes mencionados y recomienda que el compostero se construya a prueba de perros, lo cual se puede hacer con pacas de paja, maya de gallinero, tablas o enrejado.

#### UNA FORMA DE RECICLAR CORREO NO DESEADO

El compostaje también es una solución para el correo no deseado. Se empezó un proyecto piloto de composta en Dallas-Ft. Worth, Texas, en donde se generan anualmente 800 toneladas de correo que no se puede entregar. Se molió el correo y se cubrió con astillas de madera para que no se volara con el viento,

después se mezcló con abono procedente del zoológico, entrañas de borrego y frutas y verduras desechadas. Todos los ingredientes se mantuvieron húmedos y se mezclaron a profundidad. El resultado – una composta terminada “*tan buena como cualquier otra composta disponible en el mercado.*” Además creció una buena cosecha de tomates.<sup>90</sup>

¿Y qué con el periódico en la composta del jardín? Si, el papel periódico se compostará, pero existen ciertas inquietudes al respecto. Para empezar, las páginas brillantes están cubiertas con una sustancia que retarda el compostaje. Además, las tintas pueden estar hechas con solventes o aceites a base de petróleo con pigmentos que contienen sustancias tóxicas como el cromo, plomo y cadmio, tanto en las tintas negras como las de color. El pigmento para la tinta del periódico aun viene del benceno, tolueno, naftaleno y otros hidrocarburos del benceno que pueden resultar bastante dañinos para la salud del ser humano si se llegan a acumular en la cadena alimenticia. Afortunadamente, algunos periódicos en la actualidad están usando tintas a base de soya en vez de tintas a base de petróleo. Si realmente quieres saber qué tipo de tinta se usa en tu periódico, llama a sus oficinas y pregúntales. De otra forma, mantén las páginas brillantes y las de color al mínimo en tu composta. Recuerda, idealmente, la composta se hace para producir comida para el ser humano. Uno debería tratar de mantener los contaminantes fuera de ella, de ser posible.<sup>91</sup>

El Laboratorio de Wood’s End en Maine llevó a cabo investigaciones sobre la composta de directorios telefónicos y periódico molidos que habían sido usados como cama para ganado lechero. La tinta en el papel contenía químicos comunes causantes de cáncer, pero tras ser compostado con el abono de vacas lecheras, los químicos peligrosos se redujeron en un 98%.<sup>92</sup> Así que aparentemente si usas pedazos de periódico como cama para ganado, *deberías* compostarlo, al menos para eliminar algunos elementos tóxicos del periódico. Probablemente obtendrás composta aceptable, especialmente si se mezcla con basura, abono y otros materiales orgánicos.

¿Y qué con cosas como las toallas sanitarias y pañales desechables? Seguro, se compostarán, pero dejarán tiras de plástico por toda la composta terminada que resultan bastante poco agradables a la vista. Claro, que no hay problema, si no te importa recoger el plástico de tu composta. De otra forma, usa pañales de tela y toallas sanitarias lavables.

El papel de baño también se composta, así como los tubos de cartón en el centro de los rollos. El papel de baño reciclado, no blanqueado es ideal. O puedes usar el papel de baño a la antigua, es decir mazorcas de maíz. Las mazorcas de maíz palomero funcionan mejor, son más suaves. Pero las mazorcas no se compostan rápidamente, así que tienes una buena excusa para no usarlas. Hay otras cosas que no se compostan bien: cascarones de huevo, huesos, pelo y tallos gruesos, entre otros.

Los profesionales de la composta se han aferrado casi fanáticamente a la idea de que las astillas de madera son buenas para hacer composta. En nuestros días, cuando los compostadores novatos quieren empezar a hacer composta, lo primero que quieren saber es dónde pueden conseguir astillas de madera. De hecho, las astillas de madera *no* se compostan bien en lo absoluto, al menos que se trituren para obtener partículas finas, como el aserrín. Incluso los profesionales de la composta admiten que tienen que tamizar las astillas de madera *después* de terminada la composta porque no se descompusieron. De todos modos insisten en usarlas, porque le dan mejor consistencia a la composta y mantienen espacios de aire en sus grandes masas de material orgánico. Sin embargo, el compostador de jardín debería evitar las astillas de madera y usar otros materiales voluminosos que se degraden rápidamente, como la paja, el heno, el aserrín y las hierbas.

Por último, nunca agregues plantas con tallos gruesos, como árboles jóvenes, a tu pila de composta. Contraté a un chico para que limpiara algo de maleza para mí un verano e inocentemente puso los arboles tiernos en mi composta sin que yo lo supiera. Más tarde, los encontré entrelazados a través de la composta como varillas de hierro para refuerzo. Apuesto a que le picaron las orejas a aquel joven ese día – seguro que tuve cosas desagradables que decir de él. Por fortuna, solo Gomer, la pila de composta, me escuchó.

## VERMICOMPOSTA

La vermicomposta, o composta con lombrices, involucra el uso de lombrices rojas como la *Eisenis fetidak* o la *Lumbricus rubellus* para consumir el material orgánico ya sea dentro de cajas para lombrices especialmente diseñadas o en pilas de composta exteriores de gran escala. Las lombrices rojas prefieren un

espacio oscuro, húmedo y bien aireado y prosperan en una cama de material húmedo como pedazos de periódico. Los restos de comida de la cocina que se colocan en cajas de lombrices son consumidos por ellas y convertidos en excremento de lombriz, lo cual se puede usar como composta terminada para crecer plantas. La vermicomposta es popular entre los niños a los que les gusta ver a las lombrices y entre los adultos que prefieren la conveniencia de poder hacer composta bajo la barra de la cocina o en un armario de su casa.

A pesar de que la vermicomposta involucra microorganismos así como lombrices, no es lo mismo que una composta termófila. La etapa caliente de la composta termófila ahuyentará a todas las lombrices de la parte caliente de la pila de composta. Sin embargo, migrarán de regreso cuando la composta se enfríe. Se ha reportado que las lombrices de hecho consumen nematodos que se comen las raíces, bacterias patógenas y hongos, así como pequeñas semillas de hierbas.<sup>93</sup>

Cuando se apila composta termófila directamente sobre la tierra, una amplia superficie se vuelve disponible para que las lombrices vayan y vengan en la pila de composta. Una composta termófila propiamente preparada sobre la tierra no debería requerir la adicción de lombrices, ya que estas migrarán naturalmente hacia la composta cuando mejor les convenga. Mi composta está tan llena de lombrices de tierra en ciertas etapas de su desarrollo que, cuando escarbo en ella, parece espagueti. Estas lombrices son recolectadas ocasionalmente y convertidas en pescado. Éste es un proceso que convierte la composta directamente en proteínas, pero que requiere una caña de pescar, un anzuelo y mucha paciencia.

## LA PRÁCTICA HACE A LA COMPOSTA

Después de leer este capítulo uno puede sentirse abrumado con todo lo que el compostaje involucra: bacterias, actinomicetos, hongos, termófilos, mesófilos, proporciones de C/N, oxígeno, humedad, temperatura, contenedores, patógenos, curación y biodiversidad. ¿Cómo traducir esto a tu propia situación y ponerlo todo en tu patio trasero? ¿Cómo uno puede convertirse en un compostador exitoso, un maestro de la composta? Es fácil – sólo hazlo. Y sigue haciéndolo. Deshazte de los libros (no de éste, por supuesto) y adquiere un poco de buena experiencia a la antigua. No hay mejor forma de aprender. La enseñanza de los libros te llevará lejos, pero no lo suficiente. Un libro como éste sirve para inspirarte, para despertar tu interés y como referencia. Pero tienes que salir y *hacerlo* si realmente quieres aprender.

Trabaja con la composta, siente el proceso, observa tu composta, huele el producto final, compra o pide prestado un termómetro para composta y date una idea de que tan bien se está calentando tu composta, después úsala para producir comida. Confía en ella. Hazla parte de tu vida. Necesítala y valórala. En poco tiempo, sin necesidad de esquemas o gráficas, doctorados ni preocupaciones, tu composta será tan buena como las mejores. Probablemente algún día seremos como los chinos que dan premios a la mejor composta del condado y después tendremos competencias entre condados. Eso es a lo que se le llama poner la caca en su lugar.

# CON CACA HASTA LAS RODILLAS

Poco tiempo después de haber publicado la primera edición de este libro, fui invitado a hablar frente a un grupo de monjas en un convento. Solamente había impreso 600 copias del libro y había asumido que se quedarían en mi garaje por el resto de mi vida porque nadie estaría interesado en el tema del compostaje de “humabono”. No mucho tiempo después, la Associated Press publicó que yo había escrito un libro sobre la caca. Después recibí una llamada.

“Sr. Jenkins, recientemente compramos una copia de su libro, *Humabono*, y nos gustaría que viniera a dar una plática a nuestro convento.

“¿Y de qué quiere que hable?”

“Acerca del tema de su libro.”

“¿Compostaje?”

“Si, pero específicamente del compostaje de *humabono*.” Para este punto yo ya no tenía palabras. No podía entender exactamente por qué un grupo de monjas estarían interesadas en compostar caca humana. De alguna forma, no podía imaginarme parado frente a un grupo de hermanas sagradas, hablando sobre trozos. Pero mantuve el tartamudeo al mínimo y acepté la invitación.

Era el Día de la Tierra, en 1995. La presentación salió bien. Después de hablar, el grupo mostró diapositivas de sus jardines y pilas de composta, después dimos un recorrido por su área de composta y escarbamos en sus cajas de lombrices. Siguió una deliciosa comida, durante la cual les pregunte acerca de su interés en el *humabono*, de entre todas las cosas.

*“Somos hermanas de la humildad,” me contestaron. “Las palabras ‘humilde’ y ‘humus’ vienen de la misma raíz semántica, que significa ‘tierra’. También creemos que estas palabras se relacionan con la palabra ‘humano’. Por lo tanto, como parte de nuestro voto de humildad, trabajamos con la tierra. Hacemos composta, como pudiste ver. Estamos pensando en comprar un inodoro de compostaje comercial, pero primero queremos aprender más sobre los conceptos generales. Por eso te pedimos que vinieras.”* Esto fue muy profundo.

Se me prendió el foco. Por supuesto, el compostaje es un acto de humildad. Las personas que tienen suficiente interés por la tierra como para reciclar sus subproductos lo hacen como un ejercicio de humildad, no porque vallan a hacerse ricos y famosos haciéndolo. Eso los hace mejores personas. Algunas personas van a la iglesia los domingos, otras hacen composta. Y hay quien hace ambas cosas. Otros van a la iglesia los domingos y después tiran toda su basura hacia el ambiente. El ejercicio del espíritu humano puede tomar muchas formas y el simple acto de limpiar lo que uno ensucia es uno de ellos. El tirar basura por el mundo despreocupadamente es un acto de arrogancia – o ignorancia.

Los compostadores de humabono pueden sentarse en las noches bajo las estrellas observando el cielo y saber que, cuando la naturaleza llama, sus excretas no ensuciarán el planeta. En vez, esas excreciones son humildemente recolectadas, alimentadas a los microorganismos y regresan a la Tierra como una medicina que curará los suelos.

## EGO VS. ECO

Existen numerosas razones teóricas para explicar el hecho de que los humanos nos hayamos alejado tanto de una relación simbiótica y benigna con el planeta y en vez hayamos tomado la apariencia, o incluso el comportamiento, de patógenos planetarios. Los seres humanos, como todos los seres vivos del planeta, estamos intrínsecamente interconectados con los elementos de la naturaleza. Somos hilos en el tapete de la vida. Constantemente estamos respirando la atmósfera que envuelve a nuestro planeta; tomamos de los líquidos que fluyen sobre la superficie del planeta; comemos de los organismos que crecen de la piel del planeta. Desde el momento en que un óvulo y un espermatozoide se juntan para dar paso a nuestra existencia, cada uno de nosotros crece y se desarrolla a partir de los elementos que la Tierra y el sol nos proveen. En esencia, la tierra, el aire, el sol y el agua se combinan en el vientre materno para moldear otra criatura viva. Nueve meses después, otro ser humano nace. Esta persona es una entidad separada, con una

conciencia de sí mismo como individuo, un *ego*. Esta persona también es totalmente parte, y completamente dependiente, del mundo natural que la rodea, el *eco*.

Cuando el *ego* y el *eco* están balanceados, la persona vive en armonía con el planeta. Dicho balance puede considerarse como el verdadero significado de la *espiritualidad*, porque el individuo es una parte consciente de un nivel más elevado del Ser, afinado y en armonía con él. Cuando se pone demasiado énfasis en el yo, el *ego*, ocurre un desbalance y resultan problemas, especialmente cuando dicho desbalance es demostrado colectivamente por culturas enteras. El sugerir que estos problemas son sólo de carácter ambiental y por ende no tienen gran importancia, es incorrecto. Los problemas ambientales (daños al *eco*) afectan ultimadamente a todos los seres vivos, ya que la existencia, la subsistencia y el bienestar de todos los seres vivos se derivan del planeta. No podemos dañar un hilo en la red de la vida sin correr el riesgo de deshilar todo el tejido.

Cuando el *ego* crece fuera de proporción, nos salimos de balance en varias formas. Nuestras instituciones de educación nos enseñan a idolatrar el intelecto, a menudo a expensas de nuestro desarrollo moral, ético y espiritual. Nuestras instituciones económicas nos incitan a ser consumidores y aquellos que han ganado más riqueza material son glorificados. Nuestras instituciones religiosas a menudo no son más que sistemas de adoración antropocéntrica, donde la divinidad se personifica en forma humana y únicamente las obras humanas (como libros y construcciones) son considerados sagrados.

No se debe considerar completa la discusión de un tema sin haber examinado sus aspectos morales, filosóficos y éticos, *así como* revisar la información intelectual y científica. Cuando ignoramos la ética detrás de un asunto en particular y nos enfocamos en vez en los logros intelectuales, resulta genial para nuestros egos. Podemos darnos palmadas en la espalda y decirnos a nosotros mismos lo inteligentes que somos. Lo que desinfla nuestros egos, por otro lado, es el darnos cuenta de que somos criaturas insignificantes en un punto de polvo en una esquina del universo y que somos solamente una de las millones de formas de vida en este punto, las cuales tenemos que vivir todas juntas.

En décadas recientes, una generación entera de científicos de Occidente, una fuerza formidable de inteligencia, concentró muchos de sus esfuerzos en desarrollar nuevas formas de matar enormes cantidades de seres humanos de una sola vez. Ésta fue la carrera nuclear de los 1950's la cual continúa hasta nuestros días – una carrera que ha dejado desastres ambientales que aun deben limpiarse, una enorme cantidad de materiales naturales totalmente estropeados (con un valor de 5.5 *billones* de dólares)<sup>1</sup>, una cuota de muerte militar que consta de millones de personas inocentes y la amenaza de la aniquilación nuclear acechando a todas las personas amantes de la paz en el mundo, aun hoy. Esto es por seguro un ejemplo del *ego* colectivo enloquecido.

Los movimientos religiosos que veneran a personas están centrados en el *ego*. Resulta irónico que una pequeña e insignificante forma de vida en un punto de polvo a la orilla de una galaxia perdida en algún lugar de una esquina del universo se atreva a declarar que el universo fue creado por uno de su propia clase. Esto sería motivo de risa de no ser tomado tan en serio por tantos miembros de nuestra cultura que insisten en que la fuente de toda la vida es un deidad creadora de semejanza humana llamado "Dios".

Muchos seres humanos han madurado lo suficiente para saber que esto es un simple mito. No podemos comprender completamente la naturaleza de nuestra existencia, así que *inventamos* una historia que funciona hasta que demos con algo mejor. Desafortunadamente, la adoración humana engendra un *ego* colectivo desbalanceado. Cuando realmente *creemos* en el mito, que dice que los humanos somos la consumación de la vida y que el universo entero fue creado por uno de nuestra especie, nos separamos demasiado de la verdad y deambulamos perdidos, sin ningún punto de referencia que nos lleve de regreso a la perspectiva espiritual balanceada que necesitamos para nuestra supervivencia a largo plazo en este planeta. Nos volvemos como una persona sumergida hasta las rodillas en su propio excremento, que no sabe como liberarse de su desafortunada posición, observando perplejo un mapa con una mirada de total incompreensión.

En la actualidad, están emergiendo nuevas perspectivas acerca de la naturaleza de la existencia humana. Se está reconociendo a la Tierra misma como un ente vivo, un nivel del Ser inmensamente superior al nivel del ser humano. La galaxia y el universo se ven como niveles del Ser aun mayores, con multiversos (universos múltiples) teóricamente existiendo a niveles incluso más altos. Se piensa que todos estos niveles del Ser están impregnados con la energía de la vida, así como con una forma de conciencia que no podemos siquiera empezar a comprender. A medida que nosotros los humanos expandimos nuestro

conocimiento de nosotros mismos y reconocemos nuestro verdadero lugar en el vasto diseño de las cosas, nuestros egos deberían diferir de la realidad. Debemos admitir nuestra dependencia absoluta del ecosistema que llamamos Tierra y tratar de balancear nuestros sentimientos egoístas de importancia personal con nuestra necesidad de vivir en armonía con el gran mundo que nos rodea.

## RECICLAJE ASIÁTICO

La gente en Asia ha reciclado el humabono por miles de años. Los chinos han usado el humabono con fines agrícolas desde la Dinastía Shang, hace 3,000-4,000 años. ¿Por qué nosotros los occidentales no? Las culturas asiáticas, como los chinos, los coreanos, los japoneses y otros, evolucionaron para entender que el excremento humano es un recurso natural y no un material de desperdicio. Donde nosotros teníamos desperdicios humanos, ellos tenían la “tierra de noche”. Nosotros producíamos desperdicios y contaminación; ellos producían nutrientes para la tierra y comida. Está claro que los asiáticos han sido más avanzados que el mundo occidental en este aspecto. Y deben serlo, ya que llevan cuatro mil años desarrollando una agricultura sustentable en las mismas tierras. Durante *cuatro mil años* esta gente ha trabajado las mismas tierras usando pocos o ningún fertilizante químico y, en muchos casos, han producido cultivos con mejores resultados que los granjeros occidentales, quienes están destruyendo rápidamente los suelos de sus países mediante el agotamiento y la erosión.

Un hecho ignorado en gran medida por la agricultura occidental es que la *tierra agrícola debe producir mayores resultados con el paso del tiempo*. La población humana está en constante crecimiento; la tierra de cultivo disponible no lo está. Por lo tanto, nuestras prácticas agrícolas deberían brindarnos una tierra *más fértil* cada año. Sin embargo, estamos haciendo exactamente lo contrario.

En 1938, el Departamento de agricultura de los Estados Unidos llegó a la alarmante conclusión de que *el 61% del área total de cultivo de EUA en ese entonces ya había sido destruida completa o parcialmente, o había perdido la mayor parte de su fertilidad.*<sup>2</sup> ¿Nada de qué preocuparse? Tenemos fertilizantes artificiales, tractores y petróleo para mantener todo en marcha. Cierto, la agricultura de los Estados Unidos depende altamente de los recursos de combustibles fósiles. No obstante, en 1993, importábamos aproximadamente la mitad de nuestro petróleo de fuentes extranjeras y se estima que EUA se habrá terminado sus reservas domésticas de petróleo para 2020.<sup>3</sup> Una alta dependencia del crudo foráneo para la producción de nuestra comida parece insensato *en el mejor de los casos* y probablemente se trate de locura pura, especialmente cuando producimos nutrientes de la tierra a diario en forma de basura orgánica y los desperdiciamos, enterrándolos en rellenos sanitarios o incinerándolos.

¿Por qué no estamos siguiendo el ejemplo asiático de reciclaje de agronutrientes? Seguro que no se debe a una falta de información. El Dr. F.H. King escribió un libro interesante, publicado en 1910, titulado *Farmers of Forty Centuries*<sup>4</sup> (Los Granjeros de Cuarenta Siglos). El Dr. King (Doctor en ciencias) fue el jefe de la División de Administración del Suelo del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, quien viajó a Japón, Corea y China a principios del siglo XX como visitante agrícola. Estaba interesado en descubrir cómo la gente podía trabajar los mismos campos por milenios sin acabar con su fertilidad. El declara:

*“Una de las prácticas agrícolas más asombrosas adoptadas por un pueblo civilizado es la conservación y utilización universal, bien apropiada y usada durante siglos, de todo el [humabono] en China, Corea y Japón, convirtiéndola en una maravillosa medida para el mantenimiento de la fertilidad de la tierra y para la producción de comida. Para entender esta evolución se debe reconocer que los fertilizantes minerales tan extensamente utilizados en la agricultura occidental moderna han sido físicamente inaccesibles para toda la gente hasta hace muy pocos años. A este hecho se debe asociar la larga vida continua de estas naciones y el vasto número de personas que los granjeros se han visto forzados a alimentar.*

*Cuando reflexionamos acerca de la fertilidad agotada de nuestras tierras más antiguas, pocas de las cuales han dado un siglo de servicio comparativamente, y acerca de la enorme cantidad de fertilizantes minerales que se les han aplicado anualmente con el fin de asegurar sus aportaciones económicas, se vuelve evidente que ha llegado el tiempo de darle una profunda consideración a las prácticas que la raza mongola ha mantenido por muchos siglos, las cuales permiten decir de China que 647 m<sup>2</sup> ( un sexto de acre) de buena tierra son suficientes para mantener a una persona, y las cuales están*

*alimentando a un promedio de tres personas por cada 4,046 m<sup>2</sup> (un acre) de tierra de cultivo en las tres islas más al sur de Japón.*

*[La humanidad occidental] es la aceleradora de desperdicios más extravagante que el mundo jamás haya tenido que soportar. Su desdeñosa aniquilación ha caído sobre toda forma de vida a su alcance, sin exceptuarla a ella misma; y su escoba de destrucción en las manos descontroladas de una generación han barrido hacia el mar la fertilidad de la tierra que solamente siglos de vida pudieron acumular y, sin embargo, dicha fertilidad es el substrato de todo lo vivo.”<sup>5</sup>*

De acuerdo con las investigaciones de King, la excreta promedio diaria del humano adulto pesa alrededor de 1.3 kilogramos (40 onzas). Multiplicada por 250 millones, un estimado de la población de EUA a finales del siglo XX, los estadounidenses producen cada año 657,062,567 kilogramos (1,448,575,000 libras) de nitrógeno, 206,951,518 kg (456.25 millones de libras) de potasio y 87,951,560 (193.9 millones de libras) de fósforo. Casi todo fue descargado hacia el ambiente en forma de material de desperdicio o contaminante, o como lo pone el Dr. King, “*vaciado en los mares, lagos o ríos y dentro de las aguas subterráneas*”.

De acuerdo con King, “*La Concesión Internacional de la Ciudad de Shanghai, en 1908, le vendió a un contratista chino el privilegio de entrar en las residencias y lugares públicos temprano por la mañana diariamente y remover la tierra de noche, recibiendo de esa forma \$31,000 en oro, por 78,000 toneladas de [humabono]. No sólo tiramos todo esto, sino que gastamos cantidades mucho mayores haciéndolo.*”

En caso de que no hayas entendido, el contratista pagó \$31,000 en oro por el humabono, llamado “tierra de noche” e incorrectamente “desperdicio”, por el Dr. King. La gente no paga para comprar desperdicios, pagan dinero por cosas de valor.

Aunado a esto, usando las cifras del Dr. King, la población de EUA produjo aproximadamente 103,475,759,410 kilogramos (228,125 millones de libras) de material fecal al año a finales del siglo XX, o 103 mil millones de kilogramos (228 mil millones de libras) de Producto Interno Bruto.

Hemos de admitir que la práctica de esparcir excremento humano crudo sobre los campos, como se hace en Asia, nunca será culturalmente aceptado en los Estados Unidos y con razón. El uso agrícola del estiércol crudo produce un asalto al sentido del olfato y provee de una ruta de transmisión para varios organismos causantes de enfermedades en los humanos. Los estadounidenses que han viajado al extranjero y han sido testigos del uso de excremento humano crudo en aplicaciones agrícolas han sentido repulsión ante la experiencia. Tal repulsión ha inculcado en los estadounidenses un perjuicio intransigente en contra, e incluso un miedo hacia el uso del humabono para enriquecer la tierra. Sin embargo, pocos son los estadounidenses que han presenciado el *compostaje* de humabono como paso preliminar a su reciclaje. El compostaje termófilo adecuado convierte el humabono en un material de olor agradable desprovisto de patógenos humanos.

A pesar de que el uso agrícola del excremento humano *crudo* nunca se convertirá en una práctica común en EUA, el uso de los desechos humanos compostados, incluyendo el humabono, residuos de comida y otros desechos orgánicos municipales como las hojas, pueden y deberían volverse una práctica generalizada y culturalmente alentada. La acción del compostaje de humabono en vez de su uso de forma cruda apartará a los estadounidenses de los asiáticos en materia de reciclaje de excrementos humanos, *ya que nosotros también tendremos que manejar constructivamente nuestros subproductos orgánicos eventualmente*. Podemos postergarlo, pero no para siempre. En la actualidad, por lo menos los asiáticos están reciclando la mayoría de sus desechos orgánicos. Nosotros no.

## LOS AVANCES DE LA CIENCIA

¿Cómo es que los asiáticos desarrollaron un entendimiento del reciclaje de los nutrientes humanos y nosotros no? Después de todo, somos la nación científica avanzada y desarrollada ¿o no lo somos? El Dr. King hace una observación interesante sobre los científicos occidentales. Declara:

*“No fue sino hasta 1888 y posteriormente hasta después de una prolongada guerra de más de treinta años, generada por los mejores científicos de toda Europa, que se finalmente se le concedió el título de demostrado al hecho de que las plantas leguminosas que actúan como huéspedes de organismos*

*inferiores que viven en sus raíces son responsables en gran medida por el mantenimiento del nitrógeno del suelo, extrayéndolo directamente del aire al cual regresa a través del proceso de putrefacción. Pero siglos de práctica les han enseñado a los granjeros del Lejano Este que el cultivo y uso de estas cosechas son esenciales para mantener la fertilidad, y así, en cada uno de estos tres países, el cultivo muy extensivo de leguminosas en rotación con otras cosechas es una de sus viejas prácticas arraigadas, con el propósito expreso de fertilizar la tierra.”<sup>6</sup>*

Ciertamente parece extraño que la gente que adquiere su conocimiento en la vida real a través de la práctica y la experiencia, es en gran medida ignorada o trivializada por el mundo académico y las agencias gubernamentales asociadas. Dichas agencias sólo dan crédito al aprendizaje que se ha dado dentro de un marco institucionalizado. Por lo tanto, no hay duda de porque la humanidad de Occidente se arrastra hacia una existencia sustentable en el planeta Tierra de una manera tan lenta que da lástima.

*“Tan extraño como parezca,” dice King, “no hay hoy y aparentemente nunca ha habido, incluso en las ciudades más grandes y viejas de Japón, China o Corea, nada que se parezca a los sistemas hidráulicos de desecho de drenaje usados por las naciones de Occidente. Cuando le pregunté a mi intérprete si se usaba, durante el invierno, descargar la tierra de noche al mar, como una forma más rápida y barata de desecho [que el reciclaje], su respuesta fue rápida y clara, ‘No, eso sería un desperdicio. Nosotros no tiramos nada. Vale demasiado dinero.’ ”<sup>7</sup> “El chino,” dice King, “no desperdicia nada, mientras que el deber sagrado de la agricultura tiene la mayor importancia en su mente.”<sup>8</sup>*

Probablemente, algún día, nosotros también entenderemos.

#### CUANDO LA CACA ALCANZÓ EL VENTILADOR

Mientras que los asiáticos practicaban la agricultura sustentable y reciclaban sus recursos orgánicos durante milenios, ¿qué estaba haciendo la gente en Occidente? ¿Qué estaban haciendo los europeos y los descendientes de los europeos? ¿Por qué nuestros ancestros europeos no estaban devolviendo su abono a la tierra también? Después de todo, hace sentido. Los asiáticos que reciclaban su abono no sólo recuperaban un recurso y reducían la contaminación, mas al devolver su excremento a la tierra, reducían las amenazas a su salud con éxito. No había aguas negras pútridas acumulando y criando gérmenes patógenos. En vez, el humabono, en su mayoría, pasaba por un proceso natural, no químico de putrefacción en la tierra el cual no requería de tecnología.

Concedido, mucha “tierra de noche” en el Lejano Este en la actualidad no se composta y es una fuente de problemas para la salud. Sin embargo, incluso el regresar el humabono crudo al suelo destruye exitosamente muchos de los patógenos humanos en el abono y devuelve nutrientes a la tierra.

Echemos un vistazo a lo que sucedía en Europa en cuanto a higiene pública a partir de los 1300s. Grandes pestilencias arrasaron con Europa a lo largo la historia conocida. La Peste Negra mató a más de la mitad de la población de Inglaterra en el siglo XIV. En 1522, 67,000 pacientes murieron por la Plaga en París únicamente. Las pulgas de ratas infectadas fueron las portadoras de esta enfermedad. ¿Esas ratas habrán comido desperdicios humanos? Otras pestilencias incluyeron la enfermedad del sudor (atribuida a la falta de limpieza), cólera (esparcida a través de comida y agua contaminadas por excremento de personas infectadas), la “fiebre de la cárcel” (causada por las malas condiciones sanitarias de las cárceles), fiebre tifoidea (esparcida por el agua contaminada con heces infectadas) y muchas otras.

Andrew D. White, cofundador de la Universidad de Cornell, escribe, “Casi veinte siglos después del surgimiento de la religión Católica y en un periodo comprendido dentro de la memoria viva, ante la aparición de cualquier pestilencia las autoridades de la Iglesia, en vez de ingeniar medidas sanitarias, generalmente han profesado la necesidad de redención inmediata por las ofensas hacia el Todopoderoso. En los principales pueblos de Europa, así como por todo el campo, hasta un periodo reciente, las precauciones sanitarias más ordinarias estaban desatendidas y las pestilencias continuaban siendo atribuidas a la ira de Dios o a la malicia de Satán.”<sup>9</sup>

En la actualidad se sabe que la principal causa de tal inmenso sacrificio de vidas era la falta de prácticas higiénicas apropiadas. Se debate que cierto razonamiento teológico en aquel tiempo se resistiera a la evolución de la higiene adecuada. De acuerdo con White, *“Por siglos y siglos prevalecía la idea de que la sociedad era afín a la santidad.”* El vivir en suciedad era considerado una evidencia de santidad por los hombres de fe, de acuerdo con White, quien enlista a varios santos que nunca se lavaban algunas partes o todo el cuerpo, como San Abraham, quien no se lavó las manos ni los pies durante cincuenta años, o Santa Silvia, quien nunca se lavaba ninguna parte del cuerpo más que los dedos.<sup>10</sup>

Resulta interesante que, después de que la Peste Negra dejara su oscura estela a través de Europa, *“una inmensamente crecida proporción de la tierra de cultivo y la propiedad personal de todos los países europeos estaban en manos de la iglesia.”*<sup>11</sup> Aparentemente, la iglesia estaba obteniendo un beneficio de las muertes de grandes cantidades de personas. Es probable que la iglesia tuviera un interés oculto en mantener la ignorancia pública acerca de las causas de la enfermedad. Esta insinuación es casi demasiado diabólica para ser considerada seriamente. ¿O no?

De alguna forma, se desarrolló la idea alrededor de los 1400s de que los judíos y las brujas eran los causantes de las pestilencias. Los judíos eran sospechados porque no sucumbían ante las pestilencias tan rápido como lo hacía la población cristiana, presumiblemente porque empleaban un sistema sanitario único más conductivo a la limpieza, incluyendo el ingerir comida kosher. Sin entender esto, la población cristiana llegó a la conclusión que la inmunidad de los judíos provenía de su protección por parte de Satán. Como resultado, se hicieron intentos por todas partes de Europa para parar las plagas mediante la tortura y la matanza de los judíos. Doce mil judíos murieron quemados únicamente en Bavaria durante el tiempo de la plaga y adicionalmente miles más fueron asesinados de la misma forma alrededor de Europa.<sup>12</sup>

En 1484, el “infalible” Papa Inocencio VIII emitió una proclamación apoyando la opinión de la iglesia de que las brujas eran causantes de enfermedades, tormentas y una variedad de calamidades que afectaban a la humanidad. El sentimiento de la iglesia se puede resumir en una frase: *“No sufrirás que una bruja viva.”* De la mitad del siglo dieciséis a la mitad del siglo diecisiete, mujeres y hombres fueron enviados a ser torturados y muertos por millares gracias tanto a las autoridades protestantes como las católicas. Se estima que el número de personas sacrificadas durante ese siglo solamente en Alemania fue de más de cien mil.

El siguiente caso en Milán, Italia, resume las ideas de salubridad en Europa durante el siglo diecisiete:

La ciudad estaba bajo el control de España y había recibido un comunicado del gobierno español de que las brujas estaban en camino a Milán para “ungir las paredes” (embarrar las paredes con ungüentos causantes de enfermedades). La iglesia hizo sonar la alarma desde el púlpito, poniendo en alerta a la población. Una mañana de 1630, una mujer vieja que se asomaba por su ventana vio a un hombre que caminaba por la calle limpiarse los dedos contra una pared. Fue prontamente reportado a las autoridades. Él decía que simplemente se estaba limpiando la tinta de los dedos que se había manchado con el tintero que traía consigo. Insatisfechos con su explicación, las autoridades encerraron al hombre en prisión y lo torturaron hasta que “confesó”. La tortura continuó hasta que el hombre dio los nombres de sus “cómplices”, quienes subsecuentemente fueron reunidos y torturados. Ellos a su vez nombraron a sus “cómplices” y el proceso continuó hasta que se incluyeron en los cargos a miembros de las familias más importantes. Finalmente, un gran número de personas inocentes fueron sentenciadas a muerte, todas ellas supuestamente quedando como constancia.<sup>13</sup>

Una terrible enfermedad de los 1500s a los 1700s fue la “fiebre de la cárcel”. Las prisiones de aquella época estaban sucias. Las personas eran confinadas en calabozos conectados a las alcantarillas con poca ventilación y drenaje. Los prisioneros incubaban la enfermedad y la contagiaban al público, especialmente a la policía, los abogados y jueces. En 1750, por ejemplo, la enfermedad mató a dos jueces, al alcalde, a varios concejales y a muchos otros en Londres, incluyendo claro, prisioneros.<sup>14</sup>

Las pestilencias en aquellos tiempos en las colonias protestantes de América también fueron atribuidas a la ira divina o la malicia satánica, pero cuando las enfermedades afligieron a los nativos americanos, eran consideradas como benéficas. *“La pestilencia entre los indios, antes de la llegada de la colonia de Plymouth, se le atribuía en un notable trabajo de aquel periodo al propósito Divino de limpiar la Nueva Inglaterra para los heraldos del evangelio.”*<sup>15</sup>

Probablemente la razón por la cual los países asiáticos tienen poblaciones tan grandes en comparación con las de los países occidentales es porque se escaparon de algunas de las pestilencias

comunes en Europa, en especial las pestilencias esparcidas debido al fracaso del reciclaje responsable del excremento humano. Presumiblemente, ellos araban su abono de regreso a la tierra porque sus perspectivas espirituales apoyaban dicho comportamiento. Los occidentales estaban demasiado ocupados quemando brujas y judíos con la asistencia enérgica de la iglesia para molestarse en pensar en reciclar el humabono.

Eventualmente, nuestros ancestros llegaron a entender que una higiene pobre era el factor causal de las enfermedades epidémicas. No obstante, no fue sino hasta finales de 1800s que en Inglaterra se sospechó de las condiciones sanitarias inadecuadas y las aguas negras como causas de las epidemias. En aquel entonces, enormes cantidades de personas aun morían por las pestilencias, especialmente el cólera, que mató a por lo menos 130,000 personas en Inglaterra de 1848 a 1849 solamente. En 1849, un médico inglés publicó la teoría de que el cólera se esparcía mediante el agua contaminada con drenaje. Resulta irónico que, aun cuando las aguas negras estaban siendo entubadas para alejarlas de la población, los drenajes seguían contaminando los suministros de agua potable.

El gobierno inglés no se podía molestar en prestar atención al hecho de que cientos de miles de ciudadanos, pobres en su mayoría, estaban cayendo como moscas año con año. Por lo tanto, en 1847 rechazó un Proyecto de Ley de Salud Pública, la cual finalmente entró en rigor en 1848 de cara al más reciente brote, mas no resultó muy efectiva. Sin embargo, sí atrajo la atención del público hacia las pobres condiciones sanitarias, como es implícito en la siguiente declaración de la Junta General de Salud (1849): *“Los habitantes de todas las clases deben ser advertidos que su método primordial de seguridad depende de la remoción de montones de estiércol y suciedad sólida y líquida de cualquier tipo de debajo o alrededor de sus casas y propiedades.”* Esto puede hacer que uno se pregunte si una pila de composta hubiera sido considerada “un montón de estiércol” en aquellos días, y por lo tanto prohibida.

El saneamiento en Inglaterra era tan malo a mediados y finales de los mil ochocientos que, *“En 1858, cuando la reina y el Príncipe Albert pretendían dar un paseo corto de placer sobre el río Támesis, las aguas malolientes los hicieron regresar a tierra después de pocos minutos. Ese verano una prolongada ola de calor y sequía expuso sus orillas, pútridas con las aguas negras de una ciudad sobrecrecida y sin drenaje. A causa de la fetidez, el Parlamento tuvo que reiniciar sus sesiones antes de lo previsto.”* Otra historia describe a la Reina Victoria asomándose hacia el río y preguntando en voz alta qué eran las piezas de papel que tan abundantemente flotaban en él. Su acompañante, no queriendo aceptar que la reina estaba viendo pedazos de papel de baño usado, contestó, *“Eso, señora, son avisos de que está prohibido bañarse.”*<sup>16</sup>

Los Tories o “conservadores” del gobierno inglés aun pensaban que el gasto en servicios sociales era un desperdicio de dinero y un atropello del gobierno al sector privado (¿suena familiar?). Un periódico importante, “The Times”, sostenía que el riesgo de contraer cólera era preferible a ser hostigado por el gobierno para proveer servicios de alcantarillado. Sin embargo, una importante Ley fue finalmente aprobada en 1866, la Ley de Salud Pública, únicamente con el avaro apoyo de los Tories. Una vez más, el cólera estaba creciendo entre la población y probablemente por esta misma razón no se pasaba ninguna ley en lo absoluto. Finalmente, para mediados de los 1860s, se estableció un marco de trabajo para una política de salud pública en Inglaterra. Afortunadamente, la epidemia de cólera de 1866 fue la última y la menos desastrosa.<sup>17</sup>

El poder de la iglesia eventualmente se disolvió lo suficiente para que los médicos dieran su bastante retardado punto de vista acerca de los orígenes de la enfermedad. Nuestros sistemas sanitarios modernos han aportado finalmente una vida segura para la mayoría de nosotros, a pesar de tener sus imperfecciones. La solución que Occidente eventualmente desarrolló fue el recolectar el humabono en el agua y descargarlo, probablemente tratado con químicos, incinerado o deshidratado – hacia los mares, hacia la atmósfera, en la superficie del suelo y en los rellenos sanitarios.

## ACTUALIZACIÓN ASIÁTICA

Resultaría ingenuo el sugerir que las sociedades de Asia son perfectas en cualquier medida imaginable. La historia asiática está familiarizada con los problemas que han plagado a la humanidad desde que la primera persona salió del primer vientre. Dichos problemas incluyen asuntos tales como la

dominación opresiva por los ricos, guerras, hambrunas, catástrofes naturales, dominación opresiva por líderes inmorales, más guerras y ahora sobrepoblación.

Hoy, los asiáticos están abandonando las técnicas agrícolas armoniosas que el Dr. King observó hace casi un siglo. En Kyoto, Japón, por ejemplo, *“la tierra de noche se recolecta higiénicamente para la satisfacción de los usuarios del sistema, para después ser diluida en una central de recolección, descargada hacia el sistema de desagüe y tratada en una planta de tratamiento de aguas residuales convencional.”*<sup>18</sup>

Un lector del Manual del Humabono escribió una interesante reseña de los baños japoneses en una carta para el autor, que se encuentra parafraseada a continuación:

*“Mi única experiencia verdadera con el [humabono]... viene de haber vivido en Japón entre 1973-1983. Como hace tiempo ya de mi experiencia, las cosas pueden haber cambiado (probablemente empeoraron ya que los baños y la vida ya se estaban ‘occidentalizando’ hacia el final de mi estancia en Japón).*

*Mi experiencia proviene de haber vivido en pequeños pueblos rurales así como en áreas urbanas (las capitales provinciales). Los hogares/negocios tenían dentro un retrete. La Bóveda: Nada más que orina/heces eran depositados dentro de la gran bóveda metálica bajo el escusado (estilo en cuclillas, ligeramente elevado del suelo y hecho de porcelana). No se usaba material de cobertura ni cosas carbonosas. ¡Apestaba! ¡No sólo el baño, sino la casa entera! Había muchas moscas, aun cuando las ventanas tenían malla. Las larvas eran el principal problema. Se arrastraban por los lados de la bóveda hacia el escusado y el piso y a veces llegaban fuera del baño hasta el pasillo. La gente arrojaba constantemente algún tipo de químico tóxico dentro de la bóveda para controlar el olor y a las larvas. (No ayudaba – de hecho las larvas realmente se desbordaban fuera de la bóveda escapando de los químicos). Ocasionalmente una sandalia (uno se ponía ‘sandalias de baño’ especiales, diferentes a las ‘sandalias de casa’ al entrar al baño) se caía dentro de la asquerosa bóveda llena de químicos/larvas. ¡No podías siquiera empezar a pensar en sacarla! No podías dejar que los niños pequeños usaran el baño sin un adulto que los suspendiera sobre él. ¡Podrían caer dentro! El desecho: Cuando la bóveda estaba llena (aproximadamente cada tres meses), llamabas a un camión aspirador privado que usaba una manguera enorme puesta en una abertura exterior para que succionara la masa líquida. Les pagabas por sus servicios. No estoy seguro exactamente de qué sucedía después con el humabono pero, en las áreas agrícolas cerca de los cultivos había enormes contenedores redondos de concreto (de 3 metros o 10 pies de diámetro), similares en aspecto a una piscina superficial. En los contenedores, me dijeron, estaba el humabono procedente de los camiones aspiradores’. Se trataba de un líquido verdoso-café con algas creciendo en su superficie. Me dijeron que esto se esparcía en los campos de cultivo.”*

En 1952, aproximadamente el 70% del humabono en China fue reciclado. Esto había incrementado a 90% para 1956 y constituía un tercio de todo el fertilizante usado por este país.<sup>19</sup> Últimamente, sin embargo, el reciclaje de humabono en China parece estar yendo en picada. El uso de fertilizantes sintéticos ha aumentado en más de 600% entre mediados de los 1960s y mediados de los 1980s y ahora se estima que el promedio anual de uso de fertilizantes de China es el doble que el promedio mundial. Entre 1949 y 1983, el uso de nitrógeno y fósforo agrícola aumentó diez veces, mientras que las aportaciones agrícolas sólo se triplicaron.<sup>20</sup>

La contaminación en China empezó a crecer en los 1950s debido al desecho del desagüe hacia el agua. Ahora, se dice que aproximadamente el 70% de las aguas residuales de China se arrojan a sus principales ríos. Para 1992, 45 mil millones de toneladas de aguas residuales fluían hacia los ríos y lagos de China anualmente, 70% de ellas sin haber sido tratadas. En las áreas urbanas, 80% del agua superficial está contaminada con nitrógeno y amoníaco y la mayoría de los lagos alrededor de las ciudades se han convertido en tiraderos de enormes cantidades de drenaje. Se estima que 45,000 toneladas de humabono se tiran al Río Hangpu solamente en un año. Medio millón de casos de hepatitis A, esparcida por agua contaminada, ocurrieron en Shanghái en 1988. Enfermedades provenientes de la tierra, en particular algunas que no existían en China hace veinte años, están causando problemas en la actualidad. *“Cada vez más, las autoridades chinas están optando por la incineración o los rellenos sanitarios como formas de deshacerse de sus residuos sólidos en vez de reciclarlos y compostarlos, lo que significa que China, como el Occidente, está poniendo el problema en los hombros de las siguientes generaciones.”*<sup>21</sup>

Para dar un sentido de perspectiva histórica, los dejaré con una frase del Dr. Arthur Stanley, oficial de salud de la ciudad de Shanghái, China, de su reporte anual de 1899, cuando la población de China sumaba los 500 millones de personas. En aquel tiempo, no se empleaban fertilizantes artificiales con fines agrícolas – solamente se usaban materiales orgánicos y naturales como los residuos agrícolas y el humabono:

*“Con respecto al manejo de la salubridad de Shanghái en una relación entre la higiene oriental y la occidental, se puede decir, que si el promedio de vida nacional es indicativo de la salubridad adecuada, los chinos son una raza que vale la pena estudiar para todo aquel a quien concierna la salud pública. Es evidente que en China la tasa de natalidad debe exceder muy considerablemente la tasa de mortalidad y lo ha hecho así de forma promedio durante los tres a cuatro mil años que la nación china ha existido. La higiene china, al compararse a la inglesa medieval, parece tener la ventaja.”<sup>22</sup>*

A mi me suena como un eufemismo.

# UN DÍA EN LA VIDA DE UN TROZO DE CACA

Cuando yo era niño, escuchaba a los veteranos hablar sobre su servicio en la Guerra de Corea. Usualmente después de una o dos cervezas, desviaban sus conversaciones hacia los “privados exteriores” usados por los coreanos. Estaban impresionados, incluso desconcertados, acerca del hecho de que los coreanos trataban de atraer a los transeúntes hacia sus privados exteriores al hacer sus retretes especialmente atractivos. La idea de que alguien deseara la caca de otro siempre les sacaba una ruidosa carcajada a los veteranos.

Probablemente esta actitud resume la actitud de los estadounidenses. El humabono es un producto de desecho del cual tenemos que deshacernos y eso es todo en lo que a ello respecta. Sólo los tontos pensarían de otra manera. Uno de los efectos de este tipo de actitud es que los estadounidenses no saben y probablemente no les importa a donde va su humabono después de salir de sus traseros mientras que no tengan que lidiar más con él.

## EL DIGESTOR BIOLÓGICO MEXICANO

Bueno, su paradero depende del tipo de “sistema de manejo de desperdicios” utilizado. Empecemos con el más sencillo de todos: el digestor biológico mexicano, también conocido como el perro callejero. En la India, éste puede ser conocido como el puerco de la familia. Pasé algunos meses en el sur de México a finales de los 1970s en Quintana Roo, en la península de Yucatán. Ahí, no había escusados disponibles; la gente simplemente usaba las dunas de arena a lo largo de la costa. No obstante, sin ningún problema. Uno de los pequeños, desaliñados y ubicuos perros mexicanos esperaba cerca babeando hasta que tú hicieras lo tuyo. El enterrar tu excremento en esa situación hubiera sido una falta de respeto hacia el perro. Nadie quiere arena en su comida. Un rico, sano y humeante trozo al amanecer en la costa de Caribe nunca duraba más de 60 segundos antes de convertirse en una comida caliente para el mejor amigo del hombre. Yum.

## EL PRIVADO EXTERIOR A LA ANTIGUA

En el siguiente escalón de la sofisticación está el privado exterior a la antigua, también conocido como la letrina de pozo. En términos simples, se cava un hoyo y se defeca dentro, una y otra vez hasta que el hoyo se llena; después se cubre con tierra. Es agradable tener una pequeña construcción o “privado” sobre el hoyo para proveer algo de privacidad y resguardo. Sin embargo, el concepto es simple: cava un hoyo y entierra tu excremento. Resulta interesante que este nivel de sofisticación no se haya superado aún en los Estados Unidos. Aun enterramos nuestro excremento, en forma de lodos residuales, en los hoyos de los rellenos sanitarios.

Los inodoros exteriores crean verdaderos problemas de salud, ambientales y estéticos. El hoyo en la tierra es accesible para moscas y mosquitos que pueden transmitir enfermedades alrededor de un área extensa. Los pozos drenan contaminantes hacia la tierra incluso en suelos secos. Y el olor – *tápense la nariz*.

Los privados exteriores transmitirán contaminantes a 3 metros (10 pies) de profundidad bajo el hoyo del inodoro y a un metro (3 pies) hacia los lados en un suelo seco. Se puede esperar que drenen contaminación a 15 metros (50 pies) hacia los lados en suelos mojados, siguiendo la dirección del flujo de las aguas subterráneas.

## SISTEMAS SÉPTICOS

En un escalón más alto de la escalera, uno encuentra las fosas sépticas, un método común de desecho de desperdicios en áreas rurales o suburbanas de los Estados Unidos. En este sistema, el trozo se deposita en un contenedor con agua, usualmente agua potable purificada, y después es arrastrado.

Tras viajar a través de una tubería de drenaje, el trozo flotante cae en un tanque de almacenamiento medianamente grande, o fosa séptica, usualmente hecho de concreto y ocasionalmente de fibra de vidrio. En Pensilvania (EUA), un tanque de 3,400 litros (900 galones) es la medida mínima permitida para un hogar con tres o menos habitaciones.<sup>1</sup> Los sólidos más pesados se asientan en el fondo del tanque y los líquidos se drenan hacia un campo de lixiviado, que consiste en una serie de tuberías de drenaje situados bajo la superficie de la tierra permitiendo que el líquido se filtre a través de la tierra. Se espera que el agua residual pase por una descomposición anaeróbica mientras está en el tanque. Cuando las fosas sépticas se llenan, el material de desperdicio se bombea hacia afuera y se transporta hacia una planta de tratamiento de aguas residuales, aunque a veces se tira de manera ilegal.

## MONTÍCULOS DE ARENA

En el caso de un suelo con capacidad de drenaje insuficiente, ya sea de baja profundidad o con un alto contenido de arcilla, un campo de lixiviado convencional no funcionará muy bien, especialmente cuando la tierra ya se encuentre saturada por agua de lluvia o derretimiento de nieve. Uno no puede drenar agua de desecho hacia un suelo que ya está saturado con agua. Es entonces cuando se emplea un sistema de desecho de aguas residuales con un *montículo de arena*. Cuando la fosa séptica no está drenando de manera adecuada, una bomba entrará en acción y bombeará el efluente hacia una pila de arena y grava situada sobre el nivel del suelo (a pesar de que a veces no se necesite una bomba y la gravedad haga el trabajo). Una tubería perforada en la pila de arena permite que el efluente se drene hacia el montículo. Los montículos de arena usualmente están cubiertos por tierra y pasto. En Pensilvania, los montículos de arena deben estar situados a treinta metros (100 pies) cuesta debajo de cualquier pozo o manantial, a quince metros (50 pies) de un arroyo y a uno y medio metros (5 pies) del límite de una propiedad.<sup>2</sup> De acuerdo con los contratistas de excavación locales, la construcción de un montículo de arena costaba entre \$5,000 y \$12,000 dólares, a principios del siglo XXI. Deben ser construidos exactamente de acuerdo a las especificaciones gubernamentales y no pueden ser utilizados hasta pasar una inspección oficial.

## CONTAMINACIÓN DEL AGUA DEL SUBSUELO POR SISTEMAS SÉPTICOS

Los humanos empezaron a deshacerse de los “desperdicios humanos” al defecar en un hoyo en la tierra o un privo exterior, después descubrieron que podían hacer flotar los trozos hacia un hoyo exterior usando agua y nunca tener que salir de su refugio. Sin embargo, uno de los desafortunados problemas de los sistemas sépticos, así como de los privados exteriores, es que contaminan nuestras aguas subterráneas.

A finales del siglo XX, existían 22 millones de tanques sépticos en los Estados Unidos, sirviendo entre un cuarto y un tercio de su población. Destacaban por filtrar contaminantes hacia el ambiente como bacterias, virus, nitratos, fosfatos, cloruros y compuestos orgánicos como tricloroetilenos. Un estudio de la EPA de químicos en tanques sépticos encontró tolueno, cloruro de metileno, benceno, cloroformo y otros compuestos sintéticos orgánicos volátiles relacionados con el uso de químicos en el hogar, muchos de ellos causantes de cáncer.<sup>3</sup> Entre 3.1 y 5.5 *billones* de litros (entre 820 mil millones y 1.5 billones de galones) de estas aguas contaminadas fueron descargadas cada año hacia nuestros acuíferos menos profundos.<sup>4</sup> En EUA, las fosas sépticas son reportadas como las fuentes de contaminación del agua subterránea más frecuentes. Cuarenta y seis estados citan a los sistemas sépticos como fuentes de contaminación de aguas subterráneas; nueve de ellos reportaron que ésta era la principal fuente de polución de aguas subterráneas en su estado.<sup>5</sup>

La palabra “séptico” viene del griego “septikos” que significa “hacer podrir”. Hoy aún significa “causar putrefacción”, la putrefacción siendo “la descomposición de materia orgánica que resulta en la formación de productos fétidos”. Los sistemas sépticos no están diseñados para destruir a los patógenos del ser humano que pudieran estar presentes en los desperdicios humanos que entran en la fosa. En vez, los

sistemas sépticos están diseñados para recolectar aguas de desechos humanos, sedimentar los sólidos y digerirlos anaeróbicamente hasta cierto punto, filtrando el efluente hacia la tierra. Por lo tanto, los sistemas sépticos pueden ser altamente patogénicos, permitiendo la transmisión de bacterias causantes de enfermedades, virus, protozoarios y parásitos intestinales.

Una de las preocupaciones asociadas a los sistemas sépticos es el problema de la densidad poblacional humana. Demasiados sistemas sépticos en cualquier área sobrecargarían a los sistemas de purificación naturales y permitirían que grandes cantidades de aguas residuales contaminaran los mantos freáticos. Una densidad de más de quince fosas sépticas domésticas por kilómetro cuadrado (40 tanques por milla cuadrada) causaría que un área se convirtiera en un blanco fácil para la contaminación del subsuelo, de acuerdo con la EPA.<sup>6</sup>

Los químicos tóxicos comúnmente se liberan al medio ambiente desde los sistemas sépticos porque la gente los tira por sus drenajes. Los químicos se encuentran en pesticidas, pintura, productos de limpieza para baños y cañerías, desinfectantes, solventes para lavandería, anticongelantes, productos anti óxido, limpiadores de fosas sépticas y pozos y muchas otras soluciones para limpieza. De hecho, más de 1.5 millones de litros (400,000 galones) de líquidos para la limpieza de tanques sépticos que contienen químicos sintéticos orgánicos fueron usados en un año por los residentes de Long Island únicamente. Aunado a esto, algunos químicos tóxicos pueden corroer las tuberías, causando así que metales pesados entren a los sistemas sépticos.<sup>7</sup>

En muchos casos, la gente que tiene fosas sépticas se ve forzada a conectarse a las redes de drenaje cuando éstas se vuelven disponibles. Un caso de la Suprema Corte de los Estados Unidos en 1992 revisó la situación en la que se había forzado a miembros del poblado de New Hampshire a conectarse a una red de drenaje que simplemente descargaba las aguas residuales crudas y sin tratar al Río Connecticut y lo había hecho así por 57 años. A pesar del rudimentario método de desecho de aguas residuales, una ley del estado requería que las propiedades que se encontraran dentro de un radio de 30.5 metros del sistema de drenaje del pueblo se conectaran a él a partir de su construcción en 1932. Este primitivo sistema de desecho de aguas residuales aparentemente continuó operando hasta 1989, cuando las leyes estatales y federales de tratamiento de aguas residuales forzaron que se detuviera el tiradero de aguas negras hacia el río.<sup>8</sup>

## PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Existe un nivel de sofisticación más alto en la escalera del tratamiento de aguas residuales: la planta de tratamiento de aguas residuales o planta de aguas negras. La planta de tratamiento de aguas residuales es como una fosa séptica enorme y muy sofisticada porque recolecta el excremento de muchos humanos. De forma inevitable, cuando orinamos o defecamos en el agua, la estamos contaminando. Con el fin de evitar la contaminación, el "agua residual" debe volverse apta de alguna forma para regresar al ambiente. Las aguas residuales que entran a las plantas de tratamiento constan de 99% de líquido ya que toda el agua procedente de lavabos, regaderas y todo lo demás que se va por el drenaje termina en las plantas también, razón por la cual se le llama planta de tratamiento de *agua*. En algunos casos, el agua de lluvia también llega a las plantas de tratamiento de aguas residuales por medio de la *combinación de desagües*. Las industrias, hospitales, gasolineras y cualquier lugar con un drenaje contribuyen a la mezcla de contaminación del flujo de aguas residuales.

Muchas plantas de tratamiento de aguas residuales utilizan un proceso de lodos activados mediante el cual se hacen pasar burbujas de oxígeno vigorosamente a través del agua residual para activar la digestión bacteriana de los sólidos. A esta etapa de aireación se le suma una etapa de sedimentación que permite que se separen los sólidos. Los sólidos separados, conocidos como *lodos residuales*, son utilizados ya sea para re-inocular las aguas residuales entrantes o se deshidratan y se entierran en rellenos sanitarios. Algunas veces el lodo residual se aplica a tierras de cultivo y en la actualidad, a veces se compostea.

Los microbios que digieren el lodo son bacterias, hongos, protozoarios, rotíferos y nematodos.<sup>8</sup> Las plantas de tratamiento de aguas residuales de EUA generaron aproximadamente 7.6 millones de toneladas de lodo seco en 1989.<sup>10</sup> Nueva York produce por sí sola 143,810 toneladas de lodo seco al año.<sup>11</sup> En 1993, la cantidad de lodo residual producido por los Estados Unidos era de 110-150 millones de toneladas de material húmedo. El agua que sobra es tratada, usualmente con cloro, y descargada hacia un

arrollo, río u otro cuerpo de agua. La expulsión de agua procedente de plantas de tratamiento en EUA hacia aguas superficiales en 1985 llegó a casi *117 mil millones de litros (31 mil millones de galones) diarios*.<sup>12</sup> Aunado a esto, la cantidad de papel de baño utilizada en 1991 para mandar todos estos desperdicios por el desagüe fue de 2.3 millones de toneladas.<sup>13</sup> Con el paso de los años, mientras que la población humana incrementa, estas cifras crecen.

## ESTANQUES DE ESTABILIZACIÓN DE DESPERDICIOS

Probablemente uno de los métodos más antiguos de tratamiento de aguas residuales conocidos por el hombre son los estanques de estabilización de desperdicios, también conocidos como estanques de oxidación o lagunas de estabilización. A menudo se encuentran en pequeñas áreas rurales donde hay tierra disponible y barata. Dichos estanques suelen tener una profundidad de un metro a un metro y medio, pero su tamaño puede variar y pueden alcanzar los tres metros de profundidad o más.<sup>14</sup> Utilizan métodos naturales para “tratar” materiales de desperdicio, valiéndose de algas, bacterias y zooplancton para reducir el contenido orgánico del agua residual. Una laguna “sana” tendrá un color verde por su densa población de algas. Estas lagunas requieren un área de 4,050 metros cuadrados (un acre) por cada 200 personas servidas. Las lagunas aireadas mecánicamente requieren únicamente de 1/3 a 1/10 del área requerida por los estanques de estabilización sin aireación. Es una buena idea tener varias lagunas pequeñas en vez de una grande; normalmente se utiliza un mínimo de tres “celdas”. El lodo residual se acumula en el fondo de las lagunas y puede requerir ser removido cada cinco o diez años y dispuesto de manera adecuada.<sup>15</sup>

## COLORO

Las aguas residuales que resultan de las plantas de tratamiento a menudo se adicionan con cloro antes de ser liberadas hacia el ambiente. Por lo tanto, además de contaminar los recursos acuíferos con heces, la acción de defecar en el agua termina contribuyendo a la contaminación de dichos recursos con *cloro*.

El cloro ha sido utilizado desde inicios del siglo XX y es uno de los químicos industriales de mayor producción. Se producen más de 10 millones de toneladas en EUA cada año – con un valor de \$72 mil millones de dólares.<sup>16</sup> Anualmente, aproximadamente el 5% o 544 millones de kilogramos (1.2 mil millones de libras) del cloro producido se utiliza para el tratamiento de aguas residuales y la “purificación” del agua potable. El líquido letal o gas verde se mezcla con las aguas residuales procedentes de las plantas de tratamiento con el fin de matar a los microorganismos causantes de enfermedades antes de descargar el agua hacia arroyos, ríos, lagos y mares. También se le agrega al agua para beber que se consume en los hogares por medio de las sistemas de tratamiento de agua potable municipales y para particulares. El cloro mata a los microorganismos al dañar las membranas de sus células, lo cual lleva a un escurrimiento de sus proteínas, ARN y ADN.<sup>17</sup>

El cloro (Cl<sub>2</sub>) no existe en la naturaleza. Es un potente veneno que reacciona con el agua para producir una solución altamente oxidante que puede dañar el tejido húmedo que cubre el tracto respiratorio humano. De diez a veinte partes por millón (ppm) de cloro en forma de gas en el aire irritan rápidamente el tracto respiratorio; incluso una breve exposición a concentraciones de 1,000 ppm (una parte por mil) puede resultar fatal.<sup>18</sup> El cloro también mata a los peces y reportes de este hecho hicieron que el químico llegara al escrutinio de los científicos en los 1970s.

El hecho de que se formen compuestos peligrosos como *subproductos* del uso de cloro también causa preocupación. En 1976, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos reportó que el uso de cloro no solamente envenenaba a los peces, sino que también puede causar la formación de compuestos causantes de cáncer como el cloroformo. Algunos efectos de los contaminantes a base de cloro en los animales incluyen problemas de memoria, impedimentos de crecimiento y cáncer en humanos; problemas reproductivos en visones y nutrias; problemas reproductivos, problemas de incubación y muerte en truchas de lago; y anomalías embrionarias y muerte en tortugas lagarto.<sup>19</sup>

En un estudio nacional de 6,400 plantas de tratamiento de aguas residuales municipales, la EPA estimó que dos tercios de éstas usaban demasiado cloro, ejerciendo efectos letales a todos los niveles de la

cadena alimenticia acuática. El cloro daña las branquias de los peces, inhibiendo su habilidad de absorción de oxígeno. También puede causar cambios en su comportamiento, afectando así sus migraciones y su reproducción. El cloro en los arroyos puede crear “represas” químicas que impiden el libre movimiento de algunos peces migratorios. Afortunadamente, desde 1984, ha habido una reducción del 98% en el uso de cloro por parte de las plantas de tratamiento de aguas residuales, sin embargo su utilización continúa siendo un problema general ya que muchas plantas de tratamiento aún lo descargan hacia pequeños cuerpos de agua receptores.<sup>20</sup>

Otra controversia asociada al uso del cloro involucra a las “dioxinas”, un término común para referirse a un gran número de químicos clorados clasificados como posibles cancerígenos para el ser humano por la EPA. Es sabido que las dioxinas causan cáncer en animales en el laboratorio, pero sus efectos en el ser humano aun están siendo debatidos. Las dioxinas, subproductos de la industria productora de químicos, se concentran a través de la cadena alimenticia y se depositan en los tejidos adiposos del ser humano. Un ingrediente clave en la producción de dioxinas es el cloro y existen indicaciones de que un aumento en el uso de cloro resulta en el correspondiente incremento del contenido de dioxinas en el ambiente, incluso en áreas en donde la única fuente de dioxinas es la atmósfera.<sup>21</sup>

En la parte superior de la atmósfera, las moléculas de cloro procedentes de la contaminación del aire engullen ozono; en la parte inferior de la atmósfera, se adhieren con el carbono para formar compuestos organoclorados. Los 11,000 compuestos organoclorados de uso comercial incluyen algunos compuestos peligrosos como el DDT, los PCBs, cloroformo y tetracloruro de carbono. Los compuestos organoclorados raramente existen en la naturaleza y los seres vivos poseen pocas defensas contra ellos. No sólo han sido relacionados con el cáncer, sino también con daños neurológicos, supresión inmune y efectos negativos en la reproducción y el desarrollo. Cuando los productos que contienen cloro se van por el drenaje hacia las fosas sépticas, producen compuestos organoclorados. A pesar de que los microorganismos de la composta pueden degradar y hacer inofensivos a muchos químicos tóxicos, los compuestos altamente clorados son preocupantemente resistentes a dicha biodegradación.<sup>22</sup>

*“Cualquier uso de cloro resulta en compuestos que causan una amplia gama de padecimientos,”* dice Joe Thorton, un investigador de Greenpeace, quien añade, *“El cloro simplemente no es compatible con la vida. Una vez que lo creas, no puedes controlarlo.”*<sup>23</sup>

No hay duda alguna de que los sistemas nacionales de tratamiento de aguas residuales están contaminando nuestros suministros de agua potable con patógenos. Como resultado, también se usa cloro para desinfectar el *agua que tomamos* así como para desinfectar los desechos de las plantas de tratamiento de aguas residuales. Se estima que el 79% de la población de los Estados Unidos está expuesta al cloro.<sup>24</sup> De acuerdo con un estudio de 1992, *se agrega cloro a 75% del agua potable del país* y éste está vinculado con el cáncer. Los resultados del estudio sugirieron que al menos 4,200 casos de cáncer de vejiga y 6,500 casos de cáncer de recto están asociados con el consumo de agua potable clorada.<sup>24</sup> Dicha asociación es mayor en personas que han bebido agua clorada por más de quince años.<sup>25</sup>

El Servicio de Salud Pública de EUA reportó que las mujeres embarazadas que rutinariamente beben o se bañan con agua clorada de la llave corren mayor riesgo de tener bebés prematuros o pequeños, o bebés con defectos congénitos.<sup>26</sup>

De acuerdo con un portavoz de la industria del cloro, 87% de los sistemas de agua de los Estados Unidos utiliza cloro libre; 11% utiliza cloramina. La cloramina es una combinación de cloro con amoniaco. El tratamiento del agua con cloramina se está volviendo más común debido a las preocupaciones acerca del cloro.<sup>27</sup> Sin embargo, científicos de la EPA admiten que aun ignoramos en gran medida los potenciales subproductos del proceso de tratamiento con cloramina, que implica la ozonización del agua previo a la adición de cloramina.<sup>28</sup>

De acuerdo con un reporte de la Oficina General de Contabilidad de los Estados Unidos en 1992, los consumidores están pobremente informados acerca de las violaciones potencialmente serias de los estándares de agua potable. En una revisión de veinte sistemas de agua de seis estados, de 157 violaciones a la calidad del agua potable, el público recibió notificaciones puntuales únicamente en 17 casos.<sup>29</sup>

## SISTEMAS ALTERNATIVOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Se están desarrollando nuevos sistemas para la purificación de aguas residuales. Uno de los sistemas experimentales populares hoy en día son los *sistemas de humedales construidos o naturales*, los cuales desvían las aguas residuales a través de un ambiente acuático que consta de plantas de agua como los juncos, lentejas de agua, lirios y aneas. Las plantas actúan como filtros y los microbios que habitan en sus raíces rompen los compuestos de nitrógeno y fósforo, así como los químicos tóxicos. A pesar de no procesar los metales pesados, las plantas los absorben y estas pueden ser recolectadas para su incineración o para ser enterradas en los rellenos sanitarios.<sup>30</sup>

De acuerdo con los oficiales de la EPA, el surgimiento de la tecnología de humedales construidos demuestra un gran potencial como una alternativa costeable para el tratamiento de aguas residuales. Se dice que el método de humedales es relativamente barato, energéticamente eficiente, práctico y efectivo. La eficiencia de tratamiento de humedales bien construidos se puede comparar con los sistemas convencionales de tratamiento.<sup>31</sup> Desafortunadamente, los sistemas de humedales no recuperan los recursos agrícolas disponibles en el humabono.

Otro sistema utiliza tecnología de efecto invernadero que funciona con energía solar para tratar aguas residuales. Este sistema utiliza cientos de especies de bacterias, hongos, protozoarios, lombrices, plantas y peces, entre otros seres vivos, para producir niveles avanzados de tratamiento de aguas residuales. A estos sistemas se les llama Solar Aquatics y también son experimentales, pero parecen esperanzadores.<sup>31</sup> Una vez más, los recursos agrícolas del humabono se pierden al usar cualquier método de desecho o técnica de tratamiento de aguas residuales en vez de un método de reciclaje de humabono.

No obstante, cuando *sí* se utiliza un método de reciclaje de humabono en el hogar y *no* se producen aguas residuales, la mayoría de los hogares seguirán produciendo aguas grises. Se llama agua gris al agua que ha sido utilizada para lavar, bañarse y en la lavandería y debe tratarse de manera responsable antes de ser drenada hacia el ambiente. La mayoría de los hogares produce aguas residuales (aguas negras). Los hogares que compostan su humabono pueden no producirlas en lo absoluto – estos hogares son los principales candidatos para el uso de sistemas de aguas grises *alternativos*. Dichos sistemas se discutirán en el Capítulo 9.

## USO DE LODOS RESIDUALES EN LA AGRICULTURA

Ahora es cuando una persona pensativa podría preguntar, “¿Por qué no regresar el *lodo* de las aguas residuales al suelo para propósitos agrícolas?”

Una razón: regulación gubernamental. Cuando le pregunté al supervisor de la planta de tratamiento de aguas residuales de mi localidad si los 3.8 millones de litros (un millón de galones) de lodos que produce la planta anualmente, de una población de 8,000 personas, estaban siendo aplicados a zonas de cultivo, me dijo “*Para obtener un permiso para la aplicación al suelo se requieren seis meses y cinco mil dólares. Otro problema es que debido a las regulaciones, el lodo no puede yacer sobre la superficie una vez aplicado, así que se tiene que arar con la tierra poco después de su aplicación. Cuando los granjeros obtienen las condiciones adecuadas para arar sus campos, los aran. No pueden esperarnos y no podemos tener el lodo listo para cuando llega el tiempo del arado*”. Esto podría ser cierto.

Algunos de los problemas asociados al uso agrícola de los lodos residuales incluyen la contaminación de aguas subterráneas, del suelo y los cultivos con patógenos, metales pesados, nitratos y compuestos orgánicos tóxicos causantes de cáncer.<sup>34</sup> El lodo residual es mucho más que un material orgánico para la agricultura. Puede contener DDT, PCBs, mercurio y otros metales pesados.<sup>35</sup> Un científico argumenta que más de 75.7 millones de litros (20 millones de galones) de aceite de motor usado se tiran a los drenajes anualmente en los Estados Unidos.<sup>36</sup>

Las plantas industriales más grandes de EUA soltaron más de 250 millones de kilogramos (550 millones de libras) de contaminantes tóxicos hacia los drenajes en 1989, de acuerdo con el Grupo de Investigación del Interés Público de los Estados Unidos. Entre 1990 y 1994, 204 millones de kilogramos (450 millones de libras) adicionales de químicos tóxicos se desecharon hacia los sistemas de tratamiento de aguas residuales, pero se dice que los niveles verdaderos de descargas tóxicas son mucho mayores.<sup>37</sup>

De los diez estados mayormente responsables de las descargas tóxicas hacia drenajes públicos en 1991, Michigan obtuvo el primer lugar con casi 36 millones de kilogramos (80 millones de libras), siguiéndole Nueva Jersey, Illinois, California, Texas, Virginia, Ohio, Tennessee, Wisconsin y Pensilvania (alrededor de 9 millones de kilogramos [20 millones de libras] por Pensilvania).<sup>38</sup>

Un tal Sr. Purves en Escocia hizo un interesante estudio sobre el uso agrícola de lodo procedente de aguas residuales. Comenzó a aplicar el lodo en una proporción de 15 kilogramos por metro cuadrado (60 toneladas por acre) a una parcela en 1971. Tras tratar la tierra de la parcela con el lodo por quince años, examinó las plantas que crecieron en ella en busca de metales pesados. Al encontrar que los metales pesados (plomo, cobre, níquel, zinc y cadmio) habían sido absorbidos por las plantas, concluyó, *“La contaminación de los suelos con una amplia gama de metales potencialmente tóxicos tras la aplicación de lodos residuales es por ende virtualmente irreversible.”*<sup>39</sup> En otras palabras, los metales pesados no se eliminan de la tierra, entran a la cadena alimenticia y pueden contaminar no sólo los plantíos, sino también a los animales que pastan en ellos.<sup>40</sup>

Otros estudios han demostrado que los metales pesados se acumulan en el tejido vegetal de las plantas en mayor medida que en las frutas, raíces o tubérculos. Por lo tanto, si uno requiere crecer alimentos en suelos fertilizados con lodos residuales contaminados con metales pesados, sería inteligente producir patatas o zanahorias en vez de lechugas.<sup>41</sup> Los conejillos de indias que fueron alimentados experimentalmente con acelgas suizas crecidas en tierra fertilizada con lodos residuales no mostraron efectos toxicológicos aparentes. Sin embargo, sus suprarrenales demostraron altos contenidos de antimonio, sus riñones tenían concentraciones altas de cadmio, había elevaciones en el manganeso en su hígado y estaño elevado en varios otros tejidos.<sup>42</sup>

Con un contenido estimado de 10 mil millones de microorganismos por gramo, el lodo residual puede albergar muchos patógenos humanos.<sup>43</sup> *“El hecho de que el lodo residual contenga una gran población de coliformes fecales levanta sospechas de que se trate de un vector para bacterias patógenas y un posible contaminante de la tierra, el agua y el aire, además de los cultivos. Numerosas investigaciones en diferentes partes del mundo han confirmado la presencia de bacterias intestinales patógenas y parásitos de animales en las aguas residuales, lodos y materiales fecales.”*<sup>44</sup>

Por su tamaño y densidad, los huevos de gusanos parasitarios se asientan y concentran en los lodos residuales en las plantas de tratamiento de aguas negras. Un estudio indicó que los huevos de las ascárides podían ser recuperados de cualquiera de las etapas del proceso de tratamiento de aguas residuales y que dos tercios de las muestras examinadas tenían huevos aún viables.<sup>45</sup> Por lo tanto, el uso del lodo residual puede infectar el suelo con 6,000-12,000 huevos viables de gusanos parasitarios por metro cuadrado, por año. Estos huevos pueden persistir en la tierra por cinco años o más.<sup>46</sup> Además, la bacteria de la *Salmonella* en el lodo residual puede permanecer viable en pastizales por varias semanas, haciendo así necesaria la restricción del pastoreo en tierras de pastura tras la aplicación del lodo. La solitaria del ganado vacuno (*Tenia saginata*), la cual utiliza al ganado como su huésped intermedio y al humano como su huésped final, también puede infectar a los animales que se alimenten en tierras de pastura fertilizadas con lodos residuales. Los huevos de la solitaria pueden sobrevivir en tierras de pastura con dichos lodos por un año completo.<sup>47</sup>

Otro estudio interesante publicado en 1989 indicó que las bacterias sobrevivientes en el lodo residual muestran una alta resistencia a los antibióticos, en especial a la penicilina. Debido a que los metales pesados se concentran en el lodo durante el proceso de tratamiento, la bacteria sobreviviente obviamente puede resistir el envenenamiento de los metales pesados. Estas mismas bacterias muestran una inexplicable resistencia a los antibióticos, lo cual sugiere que de alguna forma la resistencia a ambos factores ambientales se relaciona en las cepas de las bacterias que sobreviven. Esto implica que el lodo de las aguas residuales cría selectivamente bacterias resistentes a los antibióticos, las cuales pueden entrar a la cadena alimenticia si se propaga el uso de dicho lodo en la agricultura. Los resultados del estudio indicaron que se requiere mayor conocimiento sobre las bacterias resistentes a los antibióticos en el lodo residual antes de ser aplicado a la tierra.<sup>48</sup>

Esto plantea un problema. El recolectar el excremento humano con las aguas residuales y los contaminantes industriales parece volver a los residuos orgánicos incapaces de ser saneados correctamente. Se contaminan lo suficiente para ser inadecuados para usos agrícolas. En consecuencia, el lodo de las aguas residuales no es altamente demandado como aditivo para la tierra. Por ejemplo, el Estado de Texas

demandó a la EPA de los Estados Unidos en julio de 1992 por no haber hecho estudios de riesgos ambientales antes de aplicar lodo residual en el oeste de dicho estado. El lodo estaba siendo aplicado a 518 kilómetros cuadrados (128,000 acres) en esa área por una firma de Oklahoma, pero el juez aun así se negó a expedir una orden para que se detuviera la aplicación.<sup>49</sup>

Ahora que se ha parado el desecho de lodo de aguas residuales hacia el mar ¿hacia dónde va? Investigadores de la Universidad de Cornell han sugerido que los lodos residuales se pueden desechar por medio de aplicaciones superficiales en los bosques. Sus estudios sugieren que aplicaciones breves e intermitentes de lodos a las tierras boscosas no afectarían negativamente a la vida silvestre, a pesar de los nitratos y metales pesados presentes en el lodo residual. Indican que la necesidad de encontrar formas de deshacerse de los lodos residuales se intensifica por el hecho de que se espera que muchos rellenos sanitarios cierren y que está prohibido tirarlos al mar.

Bajo el modelo de Cornell, 247 toneladas secas de lodo residual podrían ser aplicadas por kilómetro cuadrado (una tonelada por acre) de bosque cada año.<sup>50</sup> El Estado de Nueva York produce 370,000 toneladas de lodo residual al año por sí solo, lo cual requeriría de 1,500 kilómetros cuadrados (370,000 acres) de bosque anualmente para deshacerse del él. Considera el hecho de que otros cuarenta y nueve estados producen 7.6 millones de toneladas de lodos secos. Después viene el idear cómo llevar el lodo a los bosques y cómo esparcirlo. Con todo esto en mente, una persona tiene que hacer una pausa y pensar – ¡los bosques solían ser los únicos lugares para alejarse de todo!

El problema del tratamiento y desecho del lodo residual no es el único. Otro problema es el costo del mantenimiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales. De acuerdo con un reporte expedido por la EPA en 1992, las ciudades y pueblos de EUA requerirán hasta \$110,600 millones de dólares en los siguientes veinte años para crecer, actualizar y construir instalaciones de tratamiento de aguas negras.<sup>51</sup>

De forma irónica, cuando el lodo residual se *composta*, puede ayudar a mantener a los metales pesados *fuera* de la cadena alimenticia. De acuerdo con un reporte de 1992, el lodo residual compostado redujo la absorción de plomo en lechugas plantadas deliberadamente en tierras contaminadas con dicho metal. La lechuga crecida en la tierra contaminada que fue remediada con lodo compostado tenía una absorción de plomo 64% menor que la lechuga plantada en la misma tierra pero sin composta. La tierra compostada también disminuyó la absorción de plomo en espinaca, betabel y zanahorias en más de un 50%.<sup>52</sup>

Algunos científicos afirman que el proceso de compostaje transforma los metales pesados en materiales benignos. Uno de estos científicos, que diseña instalaciones para el compostaje de lodos residuales declara, *“En la etapa del producto final, estos metales [pesados] de hecho se convierten en micronutrientes benéficos y minerales traza que contribuyen a la productividad de la tierra. Este principio está encontrando la aceptación de la comunidad científica de EUA y se conoce como transmisión biológica, también conocida como efecto Kervran.”* Otros científicos se burlan de tal idea.

El lodo residual compostado que es microbiológicamente activo también puede ser usado para desintoxicar áreas contaminadas con radiación nuclear o derrames de petróleo, de acuerdo con algunos investigadores. Claramente, el compostaje de los lodos residuales es una alternativa altamente inutilizada para el desecho en los rellenos sanitarios y debería ser fuertemente promovida.<sup>53</sup>

Otros científicos han demostrado que los metales pesados en la composta contaminada *no* pueden transmutar biológicamente, por lo contrario se *concentran* en la composta terminada. Esto resulta más factible ya que la masa de composta se reduce considerablemente durante el proceso de compostaje, mostrando reducciones del 70%, mientras la cantidad de metales pesados permanece igual. Los investigadores han demostrado la disminución de *algunos* metales pesados y un aumento en la concentración de otros, por razones que no están claras. Otros indican una disminución considerable en las concentraciones de metales pesados entre el lodo residual y la composta terminada. Los resultados de varios investigadores *“están dando una idea confusa sobre el comportamiento de los metales pesados durante el compostaje. No se puede obtener un patrón de comportamiento común entre materiales similares y los mismos metales...”*<sup>54</sup> No obstante, las concentraciones de metales pesados en la composta terminada parecen ser lo suficientemente bajos para no ser considerados como un problema principalmente porque el lodo residual contaminado con metales pesados es diluido en gran medida por otros materiales orgánicos limpios cuando se composta.<sup>55</sup>

## DRENAJES GLOBALES Y TROZOS MASCOTAS

Asumamos que el mundo entero adoptara la filosofía de drenaje que tenemos en los Estados Unidos: defecar en el agua y después tratar el agua contaminada. ¿Cómo sería este escenario? Bueno, para empezar, no funcionaría. Se requieren entre 1,000 y 2,000 toneladas de agua en varias etapas del proceso para arrastrar una tonelada de humabono. En un mundo de sólo seis mil millones de personas produciendo un conservador estimado de 1.2 millones de toneladas de excremento humano diariamente, la cantidad de agua requerida para arrastrarlo todo no podría obtenerse.<sup>56</sup> Considerando el creciente espacio en los rellenos sanitarios que se requeriría para desechar las cantidades cada vez mayores de lodos residuales y las toneladas de químicos tóxicos necesarias para “esterilizar” el agua de desecho, uno puede darse cuenta de que este sistema de manejo de desperdicios humanos está lejos de ser sustentable y no puede satisfacer las necesidades de la humanidad a largo plazo.

De acuerdo con Bárbara Ward, Presidenta del Instituto Internacional del Medio Ambiente y Desarrollo, “*Los métodos convencionales ‘occidentales’ para el drenaje por medio de agua simplemente están fuera del alcance de la mayoría de las comunidades [del mundo]. Son demasiado costosos. Y a menudo demandan un nivel de consumo de agua que los suministros locales no pueden proveer. Si los estándares occidentales se hicieran norma, se tendrían que invertir alrededor de \$200 mil millones de dólares [a principios de los 1980s] en el drenaje únicamente para alcanzar el objetivo de saneamiento básico para todos. Los recursos a ésta escala simplemente no están a la vista.*”

Citando a Lattee Fahm, “*En el mundo de hoy [1980], alrededor de 4,500 millones de personas producen materia de excreción en cantidades de alrededor de 5.5 millones de toneladas cada veinticuatro horas, cerca de dos mil millones de toneladas por año. [La humanidad] actualmente ocupa una dimensión tiempo/crecimiento en la cual la población mundial se duplica cada treinta y cinco años o menos. En este nuevo universo, sólo hay una solución viable y ecológicamente consistente para los problemas de los desperdicios del cuerpo – el procesamiento y la aplicación del [humabono] por su contenido de agronutrientes.*”<sup>57</sup> Los investigadores del Banco Mundial le hacen eco a este sentimiento, declarando, “*Se puede estimar que el retraso de más de mil millones de personas que no están provistas de agua y servicios sanitarios crecerá, no disminuirá. También se ha estimado que la mayoría de las economías en desarrollo serían incapaces de financiar los sistemas de manejo de desechos por acarreamiento mediante el uso de agua incluso si hubiera fondos disponibles para préstamos.*”<sup>58</sup>

En otras palabras, tenemos que entender que el humabono es una sustancia natural, producida por un proceso esencial para la vida (la digestión humana), que se origina de la tierra en forma de alimento y que posee un valor como material residual orgánico que se puede devolver a la tierra con el fin de producir más alimentos para los humanos. Es ahí cuando entra la composta.

Pero espera, no nos apresuremos a los juicios. Olvidamos la opción de incinerar nuestro excremento. Podemos secar nuestros trozos, transportarlos en camiones hasta grandes incineradores y quemarlos por completo. De esta forma, en vez de tener contaminación fecal en nuestra agua potable y bosques, la podemos respirar en el aire. Desafortunadamente, el quemar lodos residuales con otros desperdicios municipales produce emisiones de partículas suspendidas, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, plomo, hidrocarburos volátiles, gases ácidos, compuestos orgánicos traza y metales traza. La ceniza que resulta tiene una alta concentración de metales pesados, como cadmio y plomo.<sup>59</sup> ¿No sonaría muy bien si vivieras corriente abajo, o si?

¿Y qué si lo tratamos con microondas? No te rías, alguien ya inventó el inodoro microondas.<sup>60</sup> Esto puede ser también una cura para las hemorroides. Pero mejor hay que tomárnoslo en serio, enviémoslo al espacio. ¿Por qué no? Probablemente no costaría demasiado por trozo después de haberlo secado todo.

¡Mejor aún, podemos secar nuestros trozos, clorarlos, conseguir a alguien en Taiwán para que le haga unos pequeños lentes de sol de plástico y luego podemos venderlos como Trozos Mascota! Esa si es una solución emprendedora ¿o no? ¿Algún inversionista voluntario interesado?

# INODOROS Y SISTEMAS DE COMPOSTAJE

Técnicamente, un “inodoro de compostaje” es aquel inodoro en el cual sucede el compostaje. La cámara de compostaje usualmente está ubicada bajo el inodoro. Otros sanitarios son simplemente dispositivos de recolección en los que se deposita el humabono y después se mueve a un lugar de composta separado, lejos del área del inodoro. Dichos dispositivos son componentes de “sistemas de inodoros de compostaje”, más que inodoros de compostaje, *per se*. También se pueden llamar “inodoros composta”.

Los inodoros y sistemas de compostaje de humabono pueden dividirse en dos categorías generales basándose en las temperaturas de compostaje que generan. Algunos sistemas de inodoros producen composta termófila (caliente); otros producen composta a baja temperatura. La mayoría de los inodoros de compostaje comerciales y hechos en casa son de baja temperatura, algunas veces llamados “inodoros de descomposición”.

La forma más básica de compostar el humabono es simplemente recolectándolo y añadiéndolo a la pila de composta. El inodoro actúa sólo como un dispositivo de recolección, mientras que el compostaje sucede en un lugar diferente. Un inodoro tal requiere poca inversión, si acaso la requiere en lo absoluto y puede ser construido y operado por gente sencilla en una amplia gama de culturas alrededor del mundo. Es fácil crear composta termófila (caliente) con un inodoro de recolección como éste. Este tipo de inodoro se describe a detalle en el Capítulo 8, “El Tao de la Composta”.

Los inodoros del futuro también serán dispositivos de recolección más que dispositivos de desecho de residuos. El material orgánico recolectado será recogido de las casas, como se hace con la basura municipal hoy en día, y se compostará bajo la responsabilidad de las autoridades municipales, probablemente con contratos de instalaciones de compostaje del sector privado. Actualmente, otros materiales reciclables como las botellas y las latas son recolectadas de las casas por los municipios; en algunas áreas los residuos orgánicos de los alimentos son recolectados y compostados en plantas de compostaje centralizadas. Ya llegará el día en que el material orgánico recolectado incluirá materiales del inodoro.

Por el momento, los habitantes que quieran producir composta en vez de aguas residuales deberán hacerlo de forma independiente, ya sea construyendo su propio inodoro de compostaje, comprando un inodoro de compostaje comercial o usando un inodoro de recolección simple con un compostero por separado. La opción elegida dependerá de cuánto dinero se quiera invertir, del lugar en el que se viva y el nivel de involucramiento que se desee tener en el proceso de producción de composta.

Un inodoro de recolección simple con un compostero por separado es la opción más económica, pero tiende a estar limitado a hogares donde se puede tener un compostero al exterior. Un inodoro como éste sólo resulta atractivo a la gente que no le importa el constante trabajo de vaciar los contenedores en la pila de composta y que están dispuestos a manejar la composta de manera responsable para evitar malos olores y asegurar las condiciones de compostaje apropiadas.

Los inodoros de compostaje hechos en casa, por otro lado, generalmente incluyen un contenedor de composta bajo el escusado y no requieren transportar el humabono a un área de compostaje separada. Pueden ser menos costosos que un inodoro composta comercial y pueden construirse de cualquier tamaño y capacidad que el hogar requiera, permitiendo cierta creatividad en el diseño. Usualmente se trata de estructuras permanentes ubicadas en un nivel inferior de la casa, como un sótano, pero también pueden ser estructuras exteriores individuales. Las paredes están hechas típicamente de materiales como concreto y los inodoros resultan exitosos al ser propiamente mantenidos. Dicho mantenimiento incluye la adición regular de materiales voluminosos con contenidos altos de carbono al inodoro, como aserrín, turba de musgo, paja, heno o hierbas. Los inodoros de compostaje hechos en casa generalmente no necesitan agua o electricidad.

Los inodoros composta comerciales vienen en todas las formas, tipos, tamaños y rangos de precio. Usualmente están hechos de fibra de vidrio o plástico y consisten en una cámara de compostaje bajo el

escusado. Algunos de ellos usan agua y algunos requieren de electricidad. Algunos no requieren ninguna de las anteriores.

## LOS INODOROS DE COMPOSTAJE REQUIEREN MANTENIMIENTO

Hemos usado escusados convencionales por tanto tiempo que después de defecar esperamos simplemente jalar una palanca y alejarnos. Algunos piensan que los inodoros de compostaje deberían funcionar de la misma forma. Sin embargo, los escusados convencionales son dispositivos de *desecho* que crean contaminación y merman la fertilidad de la tierra. Los inodoros de compostaje son dispositivos de reciclaje que no deberían generar contaminación y deberían recobrar los nutrientes del suelo presentes en el abono humano y la orina. Al jalar la palanca de un escusado convencional estas pagándole a alguien para deshacerse de tus desperdicios. No sólo estás pagando por el agua, por la electricidad y por los costos de la planta de tratamiento de aguas negras, sino que estas contribuyendo a los problemas ambientales inherentes al desecho de desperdicios. Al usar un inodoro de compostaje obtienes un *beneficio* por el pequeño esfuerzo que estás haciendo para reciclar tu material orgánico. Tu pago viene en forma de composta. Por lo tanto, los inodoros de compostaje requieren mantenimiento. Tienes que *hacer* algo además de jalar una palanca y alejarte.

Tu grado de involucramiento dependerá del tipo de inodoro composta que estés usando. En la mayoría de los casos, esto sólo implica el añadir material orgánico limpio de cobertura como turba de musgo, aserrín, cascaras de arroz u hojas en descomposición a tu inodoro después de cada uso. En vez de jalar, cubres. Sin embargo, alguien tiene que asumir la responsabilidad del mantenimiento general del inodoro de compostaje. Normalmente se trata del dueño de la casa o alguien que ha voluntariado para la tarea. Su tarea es simplemente cerciorarse de que haya suficiente material de cobertura disponible y que éste esté siendo agregado al inodoro. También tienen que agregar materiales voluminosos al contenido del inodoro cuando sea necesario y asegurarse de que no está siendo utilizado más allá de su capacidad, no se está saturando de líquido y no esta criando moscas. Recuerda que un inodoro de compostaje alberga a una masa orgánica con un alto nivel de biodiversidad microscópica. Su contenido está vivo y tiene que ser cuidado y mantenido para asegurar un éxito mayor.

## LA FECOFOBIA Y LA CUESTIÓN DE LOS PATÓGENOS

La creencia de que el humabono es inseguro para su uso en la agricultura se llama *fecofobia*. Las personas fecofóbicas pueden sufrir de fecofobia severa o de una fecofobia relativamente moderada, siendo la más moderada un poco mayor que una sana preocupación por la higiene personal. Los fecofóbicos severos no quieren usar el humabono para crecer alimentos, ya sea compostado o no. Creen que es peligroso y poco sabio el uso de tal material en sus jardines. Sin embargo, los fecofóbicos moderados pueden compostar el humabono y usar la composta terminada para aplicaciones en horticultura ornamental. Las personas que no son fecofóbicas pueden compostar el humabono y utilizarlo en sus huertos de comida.

Es bien sabido que el humabono tiene el *potencial* de albergar microorganismos causantes de enfermedades o *patógenos*. Este potencial está directamente relacionado con la salud de la población que produce el excremento. Si una familia está compostando su propio humabono, por ejemplo, y se trata de una familia saludable, el peligro en la producción y el uso de la composta será muy bajo. Si uno está compostando el humabono de orfanatos en Haití, en donde los parásitos intestinales son endémicos, se tendrán que tomar precauciones adicionales para asegurar una total destrucción de los patógenos. Las temperaturas de la composta deben elevarse significativamente sobre la temperatura del cuerpo humano (37°C o 98°F) para poder empezar a eliminar a los organismos causantes de enfermedades, ya que los patógenos del ser humano prosperan a temperaturas similares a las de su huésped. Por otro lado, la mayoría de los patógenos sólo tienen una viabilidad limitada fuera del cuerpo humano y si se les da suficiente tiempo, morirán en una composta de baja temperatura.

El humabono se vuelve higiénicamente más seguro por medio de la composta termófila. Para lograr esto, el humabono puede simplemente ser recolectado y depositado en una pila de composta exterior como se haría con cualquier otro material orgánico. Las compostas exteriores, al aire libre y de fácil acceso son mantenidas de forma fácil y ofrecen un método de bajo costo e inodoro para compostar el humabono de forma termófila. No obstante, tal sistema requiere de la recolección y acarreamiento regulares del material orgánico hacia la pila de composta, haciéndolo relativamente laborioso en comparación con el compostaje estacionario a baja temperatura de los inodoros de compostaje hechos en casa y los comerciales.

Mucha gente usará un inodoro de compostaje únicamente si no tiene que ver nada que se relacione con el contenido del inodoro. Por lo tanto, la mayoría de los inodoros de composta hechos en casa y comerciales comprenden grandes cámaras de compostaje bajo el escusado. El material orgánico se deposita directamente dentro de la cámara de compostaje y el contenido se vacía ocasionalmente.

Las condiciones termófilas no parecen ser comunes en estos inodoros por varias razones. Para empezar, muchos inodoros de compostaje comerciales están diseñados para *deshidratar* el material orgánico depositado dentro de ellos. Esta deshidratación se alcanza mediante el uso de ventiladores eléctricos que le roban la humedad y el calor a la masa orgánica. Los inodoros de compostaje comerciales a menudo también se empeñan en reducir el *volumen* del material recolectado en la cámara de compostaje (principalmente por deshidratación), para limitar la frecuencia del vaciado por conveniencia del usuario. La adición de materiales voluminosos a la composta no se recomienda, a pesar de que estas adicciones contribuyen al compostaje termófilo. Mas incluso el compostaje pasivo, de baja temperatura, eventualmente aportará una composta relativamente libre de patógenos después de un periodo de tiempo.

Los inodoros de compostaje a baja temperatura incluyen a la mayoría de las unidades comerciales y fabricadas en casa. De acuerdo con evidencias científicas actuales, un tiempo de retención de algunos meses en casi cualquier inodoro de composta resultará en la muerte de casi todos los patógenos humanos. El patógeno más persistente parece ser el ascáride (*Ascaris lumbricoides*) y particularmente los huevos de este gusano, que están protegidos por una capa exterior que resiste los químicos y las condiciones ambientales adversas. Los estimados del tiempo de supervivencia de los huevos de *Ascaris* en ciertos tipos de tierra, bajo ciertas condiciones pueden llegar hasta los diez años. A pesar de que los huevos de *Ascaris* se destruyen rápidamente mediante la composta termófila, podrían sobrevivir en las condiciones generadas por un inodoro de compostaje a baja temperatura. Es por eso que generalmente no se recomienda el uso de la composta resultante de tales inodoros en jardines si puede entrar en contacto con cultivos de comida.

La gente puede volverse algo obsesiva con este asunto. Un hombre que publicó un libro en esta materia me escribió diciendo que un tiempo de retención de dos años en un inodoro de compostaje de baja temperatura generalmente se considera adecuado para la destrucción de la hueva de *Ascaris*. Indicó que él nunca consideraría usar su propia composta de baja temperatura hasta que se hubiera añejado al menos por dos años. Le pregunté si él estaba infectado con ascárides. Me contestó que no. Le pregunté si alguien más usaba su inodoro. No. Le pregunté ¿por qué pensaría que podrían haber huevos de ascárides en su composta si en primer lugar él no tenía ascárides? A veces el sentido común no es tan común cuando se tratan asuntos de humabono. Esto es similar a la persona fóbica que nunca iría al cine porque podría haber una persona en la sala que tuviera tuberculosis y podría estornudar. A pesar de tratarse de un riesgo que todos tomamos, no parece ser un problema.

## INODOROS DE COMPOSTAJE CONSTRUIDOS POR EL USUARIO

Los inodoros de compostaje contruidos por su propietario tienen un amplio uso alrededor del mundo debido a que mucha gente no cuenta con los recursos financieros que se requieren para comprar un inodoro de producción comercial. Los dispositivos contruidos por el usuario tienden a ser inodoros de compostaje de baja temperatura, a pesar de ser concebible que se trate de sistemas termófilos si se manejan adecuadamente.

Los objetivos de cualquier inodoro de compostaje deberían ser conseguir el tratamiento seguro y sanitario del material fecal, ahorrar agua, funcionar con un mínimo de mantenimiento y consumo de energía, operar sin olores desagradables y reciclar el humabono de regreso a la tierra.

La ventaja principal de los inodoros de baja temperatura es el involucramiento pasivo del usuario. No se tiene que acceder al área de recolección del inodoro muy a menudo más que, quizás, para aplanar la pila con un rastrillo. La pila que se forma en la cámara tiene que ser aplanada cada cierto número de meses, lo cual se puede hacer a través de una puerta de acceso a nivel del piso. La cámara se vacía solamente cuando no se ha depositado nada dentro de ella después de por lo menos uno o dos años, a pesar de que este periodo de tiempo puede variar dependiendo del sistema utilizado en particular.

Para que este sistema funcione bien, cada inodoro tiene que tener un mínimo de dos cámaras. El material fecal y la orina se depositan en la primera cámara hasta que se llena, después se usa la segunda cámara mientras el contenido de la primera se añeja. Para cuando el segundo lado esté lleno, el primero debería estar listo para ser vaciado. El llenar un lado puede tomar varios años, dependiendo de su capacidad y el número de usuarios. Además de las heces, a la cámara en uso se le agrega regularmente materiales orgánicos carbonosos como el aserrín, así como materiales vegetales voluminosos como paja o hierbas. Se mantiene una cobertura de dicho material sobre la composta todo el tiempo para prevenir olores.

Algunos inodoros de compostaje involucran la separación de la orina y las heces. Esto se hace orinando dentro de un contenedor diferente o dentro de un dispositivo de desviación que hace que la orina se recolecte por separado de las heces. La razón de esta separación es que la mezcla de orina y excremento contiene demasiado nitrógeno para permitir el compostaje efectivo y el material recolectado puede volverse demasiado húmedo y oloroso. Por lo tanto, la orina se recolecta por separado, reduciendo el nitrógeno, el contenido de líquido y el olor del material recolectado.

Existe un método alternativo para alcanzar el mismo resultado sin tener que separar la orina de las heces. El material orgánico que tiene demasiado nitrógeno para un compostaje efectivo (como la mezcla de orina/heces) se puede balancear añadiéndole más material carbonoso como el aserrín, en vez de separar la orina. El material carbonoso agregado absorbe el exceso de líquido y cubrirá los residuos lo suficiente para eliminar los olores por completo. Esto también propicia el compostaje termófilo mediante el balance de carbono/nitrógeno.

Se debe preparar la cámara de compostaje del inodoro antes de usarlo, creando una “esponja biológica”, una capa gruesa de material orgánico absorbente en la base de la cámara de compostaje con una altura del 50% de la capacidad. Algunos sugieren que la cámara debería llenarse al 100% de su capacidad antes de empezar a usarlo, porque si el material está suelto (como la paja suelta), se comprimirá por el peso del humabono agregado. Una esponja inferior incluso podría consistir en pacas de paja o heno cubiertas con aserrín. Estos materiales absorben el exceso de orina cuando se agrega al inodoro. El material fecal se cubre después de cada uso con materiales tales como aserrín, turba de musgo, hojas en descomposición o cáscaras de arroz. Un drenaje hacia una cubeta de 20 litros (quizás previamente llenada con aserrín) recolectaría los lixiviados, que pueden simplemente depositarse de regreso en la pila de composta. Más materiales voluminosos como paja, hierbas, heno o restos de comida se agregan regularmente a la cámara de compostaje para ayudar a oxigenar y alimentar a la creciente masa orgánica, promoviendo así la descomposición termófila. La ventilación se puede potenciar utilizando una tubería vertical instalada como chimenea, que permitirá que el aire circule pasivamente de adentro hacia afuera de la cámara de compostaje.

Dichos sistemas tendrán que manejarse dependiendo de las circunstancias particulares de los individuos que los utilizan. Alguien tiene que revisar las cámaras del inodoro para asegurarse de que estén recibiendo suficiente material voluminoso. Los depósitos tienen que ser aplanados regularmente para que queden cubiertos y libres de hedores. Los conductos que canalizan el humabono desde el escusado hacia la cámara de compostaje deben limpiarse regularmente para prevenir malos olores. Cuando una de las cámaras se llene, se debe dejar reposar mientras se llena la otra. La vigilancia de los contenidos del inodoro prevendrá el exceso de líquidos. Cualquier sistema de lixiviado debe ser monitoreado.

En resumen, cualquier inodoro de compostaje requerirá cierta administración. Recuerda que estas reciclando material orgánico activamente y esto significa que estás haciendo algo constructivo. Cuando consideres el valor de la composta terminada, te podrás dar cuenta que cada vez que depositas algo dentro de tu inodoro de compostaje es como si estuvieras poniendo dinero en el banco.

Los inodoros composta de baja temperatura hechos en casa ofrecen un método de compostaje de humabono que le resulta atractivo a la gente que quiere un acercamiento al reciclaje de excremento de bajo mantenimiento, bajos costos y bastante pasivo. Cualquier esfuerzo que regrese residuos orgánicos de

manera constructiva a la tierra sin contaminar el agua o el medio ambiente ciertamente requiere un alto nivel de apreciación.

## COMPOSTAJE ASIÁTICO

Se sabe que la gente en Asia ha reciclado el humabono durante siglos, posiblemente incluso milenios. ¿Cómo lo han hecho? Parece difícil encontrar información histórica acerca del compostaje de humabono en Asia. Rybczynski et al. exponen que el compostaje se introdujo sistemáticamente en China hasta los 1930's y que no fue sino hasta 1956 que los inodoros de compostaje se utilizaron a gran escala en Vietnam.<sup>1</sup> Por otro lado, Franceys et al. nos dicen que el compostaje "ha sido utilizado por granjeros y jardineros alrededor del mundo por muchos siglos". Agregan que, "En China, la práctica del compostaje [de humabono] con residuos de las cosechas ha permitido que la tierra sustente grandes densidades poblacionales sin perder su fertilidad durante más de 4000 años."<sup>2</sup>

Sin embargo, un libro publicado en 1978 y traducido directamente del original en chino indica que el compostaje no ha sido una práctica cultural en China hasta tiempos recientes. Un reporte agrícola de la Provincia de Hopei, por ejemplo, señala que el manejo estandarizado y la disposición higiénica (i.e., compostaje) de excreta y orina comenzó en aquel lugar hasta 1964. Las técnicas de compostaje que se desarrollaron en esos tiempos incluían la separación de las heces y la orina, las cuales más tarde eran "vacías en un tanque de mezclado para formar un líquido fecal denso" previo a ser apilado en un montículo de composta. La composta estaba compuesta por 25% de heces humanas y orina, 25% de heces de ganado, 25% de desechos orgánicos variados y 25% de tierra.<sup>3</sup>

Se reportaron dos métodos de composta aeróbica usados popularmente en China, de acuerdo con el escrito de 1978. Los dos métodos se describían de la siguiente forma: 1) compostaje aeróbico continuo a nivel de piso; y 2) compostaje aeróbico continuo en una fosa. El método a nivel de piso involucra la construcción de una pila de composta alrededor de un marco interno de bambú, de aproximadamente tres metros por tres metros por un metro de altura (9 ft x 9 ft x 3 ft). Los ingredientes de la composta incluyen material fecal (humano y animal), residuos orgánicos y tierra. Los postes de bambú son removidos después de que la pila de composta ha sido construida – los hoyos resultantes permiten que el aire penetre en la gran pila de residuos. Después se cubre la pila con una capa de tierra o una mezcla de tierra y abono de caballo y se deja a descomponer de 20 a 30 días, para luego ser utilizada en la agricultura.

El método dentro de fosas involucra la construcción de varias fosas de composta de 1.5 m (5 ft) de ancho y 1.2 m (4 ft) de profundidad por varias longitudes, con canales escarbados en el suelo. Los canales (uno a lo largo y dos a lo ancho) se cubren con material orgánico voluminoso como tallos de mijo. Después se coloca un poste de bambú verticalmente a lo largo de las paredes de la fosa al final de cada canal. Luego se llena la fosa con residuos orgánicos y se cubren con tierra y se retiran los postes de bambú para permitir la circulación del aire.<sup>4</sup>

Cierto reporte de un comité de higiene de la Provincia de Shangtung nos provee con información adicional sobre el compostaje en China.<sup>5</sup> El reporte enlista tres métodos tradicionales de compostaje de humabono utilizados en esa provincia:

- 1) Secado – "El secado ha sido el método más común para el tratamiento de excremento humano y orina por años." Es un método que provoca una pérdida significativa de nitrógeno;
- 2) Utilización del abono crudo, un método que se sabe que permite la transmisión de patógenos; y
- 3) "Conectar la fosa del privado del hogar al corral de los puercos... una técnica que ha sido utilizada por siglos." Éste es un método no sanitario en el cual el excremento simplemente era consumido por un puerco.

No hay mención alguna del compostaje como un método tradicional utilizado por los chinos para el reciclaje de humabono. Por lo contrario, todo indica que el gobierno chino en los 1960s estaba tratando de establecer el compostaje como un sistema preferible a los otros tres métodos tradicionales de reciclaje listados anteriormente, principalmente porque estos métodos eran higiénicamente inseguros, mientras que el compostaje, al ser propiamente administrado, destruiría a los patógenos en el humabono mientras que

conservaría los nutrientes agrícolas valiosos. Este reporte también indica que se utilizaba tierra como ingrediente para la composta, o, citando directamente, “generalmente, es adecuado combinar 40-50% de excreta y orina con 50-60% de tierra contaminada y hierbas.”

Para mayor información sobre el compostaje asiático, debo referirme a Rybczynski et al., cuya investigación para el Banco Mundial acerca de las opciones sanitarias de bajo costo consideró más de 20,000 referencias y revisó aproximadamente 1,200 documentos. Su revisión del compostaje asiático es breve, pero incluye la siguiente información, la cual he condensado:

No hay reportes de que los privados o inodoros de compostaje hayan sido usados a gran escala hasta los años 1950s, cuando la República Democrática de Vietnam inició un plan de higiene rural de cinco años y un gran número de inodoros de composta anaeróbica fueron construidos. Estos sanitarios, conocidos como la Doble Bóveda Vietnamita, consistían en dos tanques sellados sobre la tierra, para la recolección del humabono. Para una familia de cinco a diez personas, cada bóveda requería ser de 1.2 m de ancho, 0.7 m de alto y 1.7 m de largo (aproximadamente 4 pies de ancho por 28 pulgadas de alto y 5 pies, 7 pulgadas de largo). Uno de los tanques se utiliza hasta que se llena y se deja a descomponer mientras el otro tanque está en uso. El uso de este tipo de inodoro de compostaje requiere la segregación de la orina, la cual es desviada a través de una hondura en el suelo del inodoro. El material fecal se recolecta en el tanque, se cubre con tierra y ahí se descompone de forma anaeróbica. Se agregan cenizas de la cocina al material fecal con el propósito de reducir los olores.

Se descubrió que el ochenta y cinco por ciento de los huevos de gusanos intestinales, una de las formas de patógenos humanos más persistentemente viables, fueron destruidos después de un periodo de dos meses de compostaje en este sistema. Sin embargo, de acuerdo con las autoridades de salud vietnamitas, cuarenta y cinco días en una bóveda sellada son adecuados para la destrucción total de todas las bacterias y parásitos intestinales (es de suponer que se refieren a las bacterias patógenas). Se ha reportado que la composta de dichas letrinas incrementa los rendimientos de las cosechas en un 10-25% en comparación al uso del humabono crudo. El éxito de la Doble Bóveda Vietnamita requirió “largos y persistentes programas de educación en la salud”.<sup>6</sup>

Cuando el sistema del inodoro de compostaje de Doble Bóveda Vietnamita se exportó a México y Centro América, el resultado fue “impresionantemente positivo,” de acuerdo con una fuente, la cual añade, “Al ser propiamente administrados, no hay olores y las moscas no crecen en estos inodoros. Parecen funcionar particularmente bien en el clima seco de las tierras altas de México. Donde el sistema ha fallado por filtrado de agua en la cámara de procesamiento, olores y/o surgimiento de moscas, usualmente se debió la inexistente, pobre o confusa información, entrenamiento y seguimiento.”<sup>7</sup> Una falta de entrenamiento y un entendimiento pobre del proceso de compostaje puede causar que cualquier sistema de compostaje de humabono se vuelva problemático. Por lo contrario, la información completa y un interés educado pueden asegurar el éxito de los sistemas de compostaje de humabono.

Otro inodoro de compostaje anaeróbico de doble bóveda utilizado en Vietnam incluye el uso tanto del material fecal como de la orina. En este sistema, se perforan los fondos de las bóvedas para permitir el drenaje y la orina se filtra por medio de piedra caliza para neutralizar su acidez. Otros residuos orgánicos son agregados a las bóvedas y se provee ventilación por medio de una tubería.

En India, el compostaje de los residuos orgánicos y el humabono es promovido por el gobierno. Un estudio de dicha composta preparado en los 1950s demostró que los gusanos parásitos intestinales y bacterias patógenas fueron eliminados por completo en tres meses. La destrucción de los patógenos en la composta se atribuyó al mantenimiento de una temperatura de alrededor de 40°C (104°F) por un periodo de 10-15 días. No obstante, también se concluyó que las fosas de composta debían estar adecuadamente construidas y manejadas, y la composta no debía ser retirada hasta que estuviera completamente “madura”, para lograr la destrucción satisfactoria de los patógenos humanos. Si se lleva a cabo debidamente, se reporta que “hay muy poco riesgo higiénico involucrado en el uso y el manejo de la composta [de humabono] para propósitos agrícolas.”<sup>8</sup>

## INODOROS DE COMPOSTAJE COMERCIALES

Los inodoros compostaje comerciales han sido populares en Escandinavia por algún tiempo; al menos veinticinco inodoros de compostaje diferentes estaban en el mercado en Noruega en 1975.<sup>9</sup> Uno de los tipos de inodoro compostado comercialmente disponibles de mayor popularidad en los Estados Unidos es el inodoro Multrum, inventado por un ingeniero sueco y producido por primera vez en 1964. La materia fecal y la orina se depositan juntos en una cámara única con un fondo doble. La descomposición se lleva a cabo durante un periodo de años y la compostada terminada cae gradualmente hasta el punto más bajo de la cámara del inodoro, donde puede ser removida. Una vez más, las temperaturas de descomposición permanecen frías, usualmente sin rebasar los 32°C (90°F). Por lo tanto, se recomienda que la compostada terminada se entierre 30 cm (1 ft) bajo tierra o se utilice en un jardín decorativo.<sup>10</sup>

Ya que no se requiere ni se utiliza agua durante la operación de este inodoro, el excremento humano se mantiene fuera de los suministros de agua. De acuerdo con un reporte, una sola persona utilizando un Clivus Multrum producirá 40 kg (88 lbs) de compostada al año mientras evita contaminar 25,000 litros (6,604 galones) de agua anualmente.<sup>11</sup> La compostada terminada puede usarse como aditivo para la tierra en lugares donde no entre en contacto con cultivos alimentarios.

Un reporte de 1977, publicado por Clivus Multrum USA, analizó el contenido nutricional de la compostada terminada de siete inodoros Clivus Multrum que habían sido utilizados entre 4 y 14 años. La compostada tenía un promedio de 58% de materia orgánica, con 2.4% de nitrógeno, 3.6% de fósforo y 3.9% de potasio, datos supuestamente más altos que aquellos del lodo residual compostado, la compostada municipal o la compostada de jardín ordinaria. Concentraciones adecuadas de nutrientes traza también fueron encontradas. Los metales tóxicos se encontraron en concentraciones mucho menores a los niveles seguros recomendados.<sup>12</sup>

De manejarse adecuadamente, un inodoro Multrum debería resultar libre de malos olores y de preocupaciones. Como siempre, un entendimiento de los conceptos básicos de la compostada ayuda a cualquiera que desee utilizar un inodoro de compostaje. Sin embargo, al ser bien utilizados, los inodoros Multrum deberían proveer una alternativa adecuada a aquellos que utilizan agua para la gente que desee dejar de defecar en el agua potable. Probablemente también puedas crecer un gran jardín de rosas con la compostada.

Versiones de bajo costo del inodoro Multrum fueron introducidas en las Filipinas, Argentina, Botsuana y Tanzania, pero no tuvieron éxito. De acuerdo con una fuente, *“Las unidades de compostada que inspeccioné en África fueron las más desagradables y malolientes letrinas de casa que jamás haya presenciado. El problema era que la mezcla de excreta y materia vegetal estaba demasiado húmeda y no había sido agregada suficiente materia vegetal, especialmente durante la época de sequía.”*<sup>13</sup> El pobre manejo y la falta de entendimiento del funcionamiento del compostaje pueden crear problemas con cualquier inodoro de compostaje. Demasiado líquido provocará condiciones anaeróbicas con los olores consecuentes. La naturaleza aeróbica de la masa orgánica se puede mejorar mediante la adición regular de materiales voluminosos altos en carbono. Los inodoros de compostaje no son letrinas de fosa. No se puede simplemente defecar en un hoyo y alejarse. Si lo haces así, tu nariz te dejará saber pronto que estás haciendo algo mal.

Además de los inodoros Multrum de Escandinavia, hay una variedad de inodoros de compostaje disponibles en el mercado hoy en día. Algunos cuestan más de \$10,000 dólares y pueden estar equipados con tanques aislados, sistemas de transportación, agitadores propulsados por motores, bombas, aspersores y ventiladores de escape.<sup>15</sup>

De acuerdo con un fabricante de inodoros de compostaje, aquellos que no utilizan agua pueden reducir el consumo de este líquido en el hogar en hasta 151,423 litros (40,000 galones) por año.<sup>16</sup> Esto resulta significativo al considerar que sólo el 3% del agua de la Tierra no es agua salada y dos tercios del agua dulce están encerrados en el hielo. Eso significa que menos del uno por ciento del agua de la Tierra está disponible en forma de agua potable. ¿Por qué defecar en ella? (Ve al Capítulo 7)

#### **LABORATORIOS DE PRUEBAS DE COMPOSTA**

**WOODS END AGRICULTURAL INSTITUTE, INC.** – Apartado postal 297, Mt. Vernon, ME 04352 EUA; Tel. 207-293-2457 o 800 451 0337; Fax: 207-293-2488; email: com-post@woodsend.org; sitio web: woodsend.org; Pruebas de ascárides y coliformes así como pruebas completas de nutrientes. Venta del equipo de prueba de madurez Solvita® Maturity Test Kit, aprobado por los estados de CA, CT, IL, MA, ME, NJ, NM, OH, TX y WA. Han desarrollado un equipo de prueba de respiración de la tierra aprobado por la USDA para investigaciones de calidad de la tierra.

**WOODS END EUROPA** – AUC – Agrar und Umwelt-Consult GmbH; Augustastraße 9 D-53173 Bonn, Alemania; Tel: 049 0228 353246; Fax: 049 0228 343237; Certificado oficialmente para pruebas de sobrevivencia de patógenos. Venta del equipo para prueba de madurez Solvita® Maturity Test Kit, aprobado por los estados de CA, CT, IL, MA, ME, NJ, NM, OH, TX y WA.

**CONTROL LAB, INC.** – 42 Hangar Way, Watsonville, CA 95076 EUA; Tel: 831-724-5422; Fax: 831-724-3188

#### **TERMÓMETROS PARA COMPOSTA**

**REOTEMP** – 10656 Roselle Street, San Diego, CA 92121 EUA; Tel: 585-784-0710 (Sin costo: 800-648-7737); Fax: 858-784-0720; email: reotemp@reotemp.com; sitio web: www.reotemp.com

# GUSANOS Y ENFERMEDADES

Recuerdo muy bien cuando en 1979 le informé por primera vez a una amiga que pretendía compostar mi propio abono y crecer comida con él. “¡Oh dios, no puedes hacerlo!” me dijo ella.

“¿Por qué no?”

“¡Gusanos y enfermedades!”

Por supuesto.

Una joven pareja de ingleses me visitó un verano después de que yo hubiera compostado humabono por alrededor de seis años. Una tarde, mientras se preparaba la cena, la pareja de pronto entendió la horrible realidad de su situación: la comida que estaban a punto de comer era *mierda humana reciclada*. Cuando se dieron cuenta de este hecho, pareció haberse desatado una alarma instintiva, probablemente heredada directamente de la Reina Victoria. “¡No queremos comer mierda!” me dijeron, algo alterados (citándolos exactamente), como si al preparar la cena hubiera simplemente puesto un trozo humeante en un plato enfrente de ellos con un cuchillo, un tenedor y una servilleta.

La *fecofobia* está viva, fuerte y corriendo desenfrenada. Una concepción errónea común es que el material fecal, después de ser compostado, sigue siendo material fecal. *No es así*. El humabono viene de la tierra y a través del milagroso proceso del compostaje, vuelve a convertirse en tierra. Cuando concluye el proceso de compostaje, el producto final es humus, no excremento, y es útil para crecer comida. Mis amigos no entendían esto y a pesar de mis esfuerzos para clarificar el asunto en su beneficio, decidieron aferrarse a sus concepciones erróneas. Aparentemente, algunos fecofóbicos siempre serán fecofóbicos.

Permítanme hacer una sugerencia radical: el humabono no es peligroso. Para ser más específico, no es más peligroso que el cuerpo del cual es excretado. El peligro radica en lo que *hacemos* con el humabono, no en el material en sí. Usando una analogía, un tarro de vidrio tampoco es peligroso. Sin embargo si rompemos un tarro de vidrio sobre el piso de la cocina y caminamos descalzos sobre él, resultaremos lastimados. Si hacemos uso inadecuado y peligroso de un tarro de vidrio, sufriremos las consecuencias, pero ésta no es razón para condenar a los tarros de vidrio. Cuando desechamos el humabono como material de desperdicio y contaminamos con él la tierra y los suministros de agua, lo estamos utilizando de manera inapropiada y es *ahí* donde reside el peligro. Cuando reciclamos constructivamente el humabono al compostarlo, enriquece nuestra tierra y como un tarro de vidrio, de hecho nos facilita la vida.

No todas las culturas piensan negativamente acerca del excremento humano. Por ejemplo, las malas palabras que hacen alusión al excremento no parecen existir en el lenguaje chino. El jefe de la agencia del New York Times en Tokio explica por qué: “*Me di cuenta por qué la gente en [China] no utilizan palabras relativas al excremento en una forma negativa. Tradicionalmente, no había nada más valioso para un campesino que el [humabono].*”<sup>1</sup> Llamar a alguien “cabeza de humabono” simplemente no suena como un insulto. “Tienes humabono en vez de cerebro” tampoco funciona. Si le dijeras a alguien que todo lo que dice es “puro humabono”, probablemente lo tomaría como un cumplido. “Mierda”, por otro lado, es una sustancia ampliamente condenada y tiene una larga historia de censura en occidente. La incapacidad histórica de nuestros antepasados para reciclar esta sustancia ha causado problemas de salud pública monumentales. En consecuencia, la actitud de que el humabono *per se* es terriblemente peligroso se ha adoptado y promulgado hasta el día de hoy.

Por ejemplo, un libro recientemente publicado que trata el tema del reciclaje de “desperdicios humanos” comienza con la siguiente exención de responsabilidad: “*El reciclar los desperdicios humanos puede resultar extremadamente peligroso para tu salud, la salud de tu comunidad y la salud de la tierra. Debido a las limitantes actuales del conocimiento público, [nosotros] desalentamos fuertemente el reciclaje de desperdicios humanos ya sea a nivel individual o comunitario hasta el momento y no podemos asumir responsabilidad por los resultados que ocurran a partir de la práctica de cualquiera de los métodos descritos en esta publicación.*” El autor añade, “*Antes de experimentar, obtén permiso de la autoridad de salud local ya que los riesgos a la salud son enormes.*” Después el autor continúa describiendo una metodología para el compostaje de “desperdicios” humanos que incluye la segregación de la orina de las heces, coleccionar el humabono en contenedores de plástico de 11 litros (30 galones) y el uso de paja en vez de aserrín como material de cobertura en el inodoro.<sup>2</sup> Yo no recomendaría ninguno de estos tres procedimientos,

basándome en mis 30 años de experiencia en el compostaje de humabono – no hay necesidad de tomarse la molestia de segregarse la orina; un contenedor de 11 litros es demasiado grande y pesado para poderse manejar fácilmente; y el aserrín de *aserradero* funciona hermosamente en un inodoro de compostaje, mucho mejor que la paja. Estos asuntos serán discutidos en el siguiente capítulo.

Me tuve que preguntar por qué un autor que escribe un libro sobre el reciclaje de humabono desalentaría *“fuertemente el reciclaje de desperdicios humanos”*, lo cual parece contraproducente, por no decir más. Si no supiera que el reciclaje de humabono es fácil y simple, podría estar totalmente petrificado con la idea de intentar una tarea *“extremadamente peligrosa”* después de haber leído ese libro. Lo último que alguien quisiera hacer es involucrar a las autoridades de salud locales. Si hay alguien que no sabe nada del compostaje de humabono, sería probablemente la autoridad local de salud, quien no recibe tal entrenamiento.

El movimiento agrícola *“Bio-dinámico”*, fundado por el Dr. Rudolf Steiner, provee otro ejemplo de fecofobia. El Dr. Steiner es bastante seguido alrededor del mundo y muchas de sus enseñanzas son practicadas casi religiosamente por sus discípulos. El científico y líder religioso austriaco tenía sus propias opiniones acerca del reciclaje de humabono, basado en la intuición más que en la experiencia o en la ciencia. Insistía en que el humabono sólo debería ser utilizado como fertilizante en la tierra para crecer plantas como alimento de animales, *no* de humanos. El abono de *esos* animales podría entonces ser utilizado como fertilizante para crecer plantas para consumo humano. De acuerdo con Steiner, los humanos *nunca* deberían acercarse más que eso a un ciclo de nutrientes del ser humano. De otra forma, sufrirían de *“daño cerebral y desórdenes nerviosos.”* Steiner procede a advertir sobre el uso de *“fluidos del inodoro”*, incluyendo la orina humana, los cuales *“nunca deberían ser utilizados como fertilizante, sin importar cuán bien procesados o añejados estén.”*<sup>3</sup> Steiner, siendo franco, estaba mal informado, incorrecto y era fecofóbico, y esa fecofobia sin duda se ha esparcido hacia algunos de sus seguidores.

La historia está llena de concepciones equívocas en cuanto al humabono. En algún punto, los doctores insistían en que el excremento humano debía ser una parte importante y necesaria del ambiente personal. Argumentaban que, *“Padecimientos fatales pueden resultar si no se permite cierta cantidad de suciedad en las alcantarillas [de las calles] para atraer a las putrefactas partículas de enfermedad que están siempre presentes en el aire.”* En aquel entonces, los contenidos de los inodoros simplemente se desechaban en las calles. Los doctores creían que los gérmenes en el aire serían atraídos hacia la suciedad de las calles y por lo tanto lejos de la gente. Esta línea de razonamiento influyó a la población de tal manera que muchos propietarios de viviendas construyeron sus privados junto a la cocina de la casa para mantener su comida libre de gérmenes y saludable.<sup>4</sup> Los resultados fueron justamente los opuestos – las moscas hacían viajes frecuentes entre los contenidos del inodoro y la comida de la mesa.

Para principios de los 1900s, el gobierno de los EUA condenaba el uso del humabono para fines agrícolas, advirtiendo de las consecuencias espantosas, incluyendo la muerte, a aquellos que se atrevieran a hacer lo contrario. Un boletín de 1928 del departamento de Agricultura de los Estados Unidos exponía los riesgos tan claro como el agua: *“Cualquier escupidera, balde de agua sucia, drenaje de lavadero, urinal, privado, fosa séptica, tanque de desagüe, o campo de distribución de aguas negras es un peligro potencial. Una cantidad de saliva, orina o heces del tamaño de una cabeza de alfiler puede contener cientos de gérmenes, todos invisibles a simple vista y cada uno capaz de producir enfermedades. Estos desechos deberían mantenerse alejados del alimento y la bebida de los [humanos] y los animales. De algunos gérmenes específicos que se pueden encontrar en el drenaje en cualquier momento, puede resultar fiebre tifoidea, tuberculosis, cólera, disentería, diarrea y otros peligrosos padecimientos y es probable que otros males puedan estar relacionados con los desperdicios humanos. Pueden resultar gusanos intestinales de ciertos parásitos animales o de sus huevos, que posiblemente sean acarreados por el drenaje; los más comunes son los anquilóstomos, las ascárides, los tricocéfalos, las anguílulas, las tenias o solitarias y los oxiuros.*

*Los gérmenes causantes de enfermedades son acarreados por muchos agentes y son recibidos insospechadamente por el cuerpo humano a través de varias rutas. Las infecciones pueden venir del polvo que vuela de las vías del tren, del contacto con los portadores transitorios o crónicos del padecimiento, de [vegetales] crecidos en jardines fertilizados con abono humano crudo o aguas negras, de alimentos preparados o tocados por manos sucias o visitados por moscas o gusanos, de la leche manejada por lecheros enfermos o descuidados, de latas de leche o utensilios lavados con agua contaminada, o de cisternas, pozos,*

*manantiales, reservorios, canales de irrigación, arroyos o lagos que reciban contaminación superficial o drenaje subterráneo de tierra contaminada por aguas negras.”*

El boletín continua, *“En septiembre y octubre de 1899, 63 casos de fiebre tifoidea, que provocaron cinco muertes, ocurrieron en el manicomio de Northampton (Mass.). Se rastreó la fuente de esta epidemia hasta concluir que provenía del apio, que se había comido libremente en agosto y que fue crecido y recogido en una parcela que había sido fertilizada al final del invierno o al principio de la primavera con los residuos sólidos de una cama de filtración de aguas negras situada en las tierras del hospital.”*

Y para llevar a casa el punto de que los desperdicios humanos son altamente peligrosos, el boletín agrega, *“Probablemente ninguna epidemia en la historia de América ilustra mejor los terribles resultados que pueden seguirle a un acto de descuido que la erupción de fiebre tifoidea en Plymouth, Pa., en 1885. En enero y febrero de ese año, las descargas de un paciente con fiebre tifoidea fueron arrojadas a la nieve cerca de su casa. Éstas, acarreadas por el deshielo de primavera hacia el suministro de agua público, causaron una epidemia que duró de abril a septiembre. En una población total de 8,000, 1,104 personas fueron atacadas por esta enfermedad y 114 murieron.”*

El boletín del gobierno de los Estados Unidos insistía en que el uso de excremento humano como fertilizante era tanto “peligroso” como “desagradable”. Advertía que *“bajo ninguna circunstancia se deberán usar tales desperdicios en la tierra destinada a la siembra de apio, lechuga, rábanos, pepinos, coles, tomates, melones, u otros vegetales, moras o frutas creciendo a baja altura y que se coman crudas. Los gérmenes causantes de enfermedades o las partículas de tierra que contienen dichos gérmenes pueden adherirse a la piel de los vegetales o frutas e infectar a quien las coma.”* El boletín resumía todo declarando, *“Nunca use los desperdicios [humanos] para fertilizar o irrigar jardines de verduras.”* El miedo hacia el excremento humano era tan severo que se recomendaba que los contenidos de los inodoros fueran quemados, hervidos o químicamente desinfectados, después enterrados en una zanja.<sup>5</sup>

Este grado de fecofobia, adoptado y difundido por las autoridades de gobierno y otros que no conocían ninguna alternativa constructiva al deshecho de desperdicios, aún mantiene sus garras firmes en la mentalidad occidental. Puede tomar largo tiempo para ser eliminado. Los científicos con un conocimiento más amplio en la materia de reciclaje de humabono para fines agrícolas demuestran una actitud más constructiva. Están conscientes de que los beneficios del reciclaje apropiado del humabono “pesan mucho más que cualquier desventaja desde el punto de vista de la salud.”<sup>6</sup>

## LOS HUNZAS

Se ha mencionado anteriormente que civilizaciones enteras han reciclado el humabono durante miles de años. Este hecho debería constituir un testimonio suficientemente convincente acerca de la utilidad del humabono como un recurso agrícola. Mucha gente ha escuchado acerca de los “Saludables Hunzas”, un pueblo localizado en lo que hoy se conoce como Paquistán, en la cordillera de los Himalayas y que viven normalmente hasta los 120 años. Los Hunzas adquirieron popularidad en los Estados Unidos durante la era de la comida saludable de los 1960’s, cuando se escribieron varios libros acerca de la fantástica longevidad de este antiguo pueblo. Su salud extraordinaria se ha atribuido a la calidad de su estilo de vida en general, incluyendo la calidad e los alimentos naturales que consumen y la tierra en la que los crecen. Poca gente, sin embargo, se da cuenta de que los Hunzas también compostan su humabono y lo utilizan para cultivar sus alimentos. Se dice que no tienen virtualmente ninguna enfermedad, ni cáncer, ni problemas intestinales o del corazón y regularmente viven más de cien años *“cantando, bailando y haciendo el amor hasta la tumba.”*

De acuerdo con Tompkins (1989), *“Mediante su abono, los Hunzakuts devuelven todo lo que pueden a la tierra: todos los restos de vegetales que no sirven más como alimento humano o animal, incluyendo las hojas caídas de los árboles que no fueran consumidas por el ganado, mezcladas con su propio excremento sazonado [yo hago énfasis], más el estiércol y la orina de sus establos. Como sus vecinos chinos, los Hunzakuts guardan su propio abono en tanques especiales bajo la tierra, lejos de arroyos que pudieran ser contaminados, en donde se sazona por unos buenos seis meses. Sus manos amorosas le dan nueva vida a todo aquello que alguna vez estuvo vivo.”*<sup>7</sup>

Sir Albert Howard escribió en 1947, *“Los Hunzas son descritos como superiores en salud y fuerza que los habitantes de la mayoría de los otros países; un Hunza puede caminar a través de las montañas de*

*Gilgit durante sesenta millas, hacer negocios y regresar a su pueblo sin sentirse demasiado fatigado.*” Sir Howard sostiene que esto ilustra la conexión entre una agricultura sana y la buena salud, insistiendo en que los Hunzas han evolucionado un sistema agrícola que resulta perfecto. Agrega, *“Para proveer del humus esencial, todo tipo de desperdicio [sic], vegetal, animal y humano, es mezclado y descompuesto junto e incorporado a la tierra por los cultivadores; se obedece la ley de la devolución, la parte escondida de la revolución de la gran Rueda se alcanza devotamente.”*<sup>8</sup> La visión de Sir Howard es que la fertilidad de la tierra es la verdadera base de la salud pública.

Un profesional médico asociado con los Hunzas declaró, *“Durante el periodo de mi asociación con esta gente nunca vi un caso de dispepsia asténica, de úlceras gástricas o duodenales, de apendicitis, de colitis mucosa, de cáncer... Entre esta gente la hipersensibilidad abdominal por impresiones nerviosas, fatiga, ansiedad o por frío era desconocida. De hecho, su boyante salud abdominal presentó un importante contraste, desde mi regreso al Occidente, con las lamentaciones dispépticas y del colon de nuestras comunidades altamente civilizadas”*.

Sir Howard agrega, *“La sobresaliente salud de este pueblo es una de las consecuencias de su agricultura, en la cual se obedece escrupulosamente la ley de la devolución. Todos sus desperdicios [sic] vegetales, animales y humanos son cuidadosamente devueltos a la tierra de las terrazas irrigadas que producen los granos, frutas y vegetales que los alimentan.”*<sup>9</sup>

Los Hunzas compostaban su material orgánico, reciclándolo de esa manera. Esto mejoraba su salud personal y la salud de su comunidad. El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA por sus siglas en inglés) aparentemente no estaba consciente de la efectividad del proceso natural de compostaje en 1928, cuando describieron el reciclaje de humabono como “peligroso y desagradable”. Sin duda la USDA habría confundido a los Hunzas, quienes habían practicado dicho reciclaje de manera segura y constructiva durante siglos.

## PATÓGENOS\*

Está claro que incluso el compostaje primitivo del humabono para fines agrícolas no representa necesariamente una amenaza hacia la salud humana, como lo evidencian los Hunzas. No obstante, la *contaminación* fecal del ambiente ciertamente *puede* presentar una amenaza hacia la salud humana. Las heces pueden albergar una multitud de organismos patógenos que podrían contaminar el ambiente e infectar a personas inocentes cuando el excremento humano es desechado como material de desperdicio. De hecho, incluso una persona aparentemente libre de enfermedades puede transmitir patógenos potencialmente peligrosos a través de sus heces fecales, simplemente actuando como portador. La Organización Mundial de la Salud estima que el 80% de todas las enfermedades están relacionadas con una salubridad inadecuada y con agua contaminada y que la mitad de las camas de hospital en todo el mundo están ocupadas por pacientes que sufren de padecimientos relacionados con el agua.<sup>11</sup> Por lo tanto, el reciclaje de humabono ciertamente parecería ser una empresa que valdría la pena a nivel mundial.

La siguiente información no pretende ser alarmante. Se incluye con propósito ahondar en el tema y para ilustrar la importancia del *compostaje* del humabono, en vez de su uso de forma cruda para fines agrícolas. Cuando se evita el proceso de compostaje y los desperdicios patogénicos se dispersan en el ambiente, varias enfermedades y gusanos pueden infectar a la población que habita en el área contaminada. Este hecho ha sido ampliamente documentado.

Por ejemplo, consideremos la siguiente cita de Jervis (1990): *“El uso de la tierra de noche [material fecal y orina en su forma cruda] como fertilizante no existe sin riesgos a la salud. La Hepatitis B prevalece en Dacaiyuan [China], así como en el resto de China. Se están llevando a cabo algunos esfuerzos para el tratamiento químico [del humabono] o al menos el mezclarlo con otros ingredientes antes de ser agregado a los campos. Pero lo químicos son costosos y los viejos hábitos son difíciles de eliminar. La tierra de noche es una razón por la cual los chinos urbanos son tan escrupulosos en pelar la fruta y por lo cual los vegetales*

---

\* Mucha de la información en esta sección fue adaptada de [Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation](#). Por Feachem et al., Banco Mundial, 1980.<sup>10</sup> Este trabajo de fácil entendimiento cita 394 referencias de alrededor del mundo y fue llevado a cabo como parte del proyecto de investigación del Banco Mundial en tecnologías apropiadas para el suministro y saneamiento del agua.

*crudos no son parte de la dieta. Dejando los aspectos negativos de lado, uno sólo debe observar las fotos satelitales del cinturón verde que rodea las ciudades chinas para entender el valor de la tierra de noche.”<sup>12</sup>*

Por otro lado, los “gusanos y enfermedades” no son propagados por medio de la composta adecuadamente preparada, ni por la gente saludable. No hay razón para creer que el abono de una persona sana sea peligroso al menos que se acumule, que contamine el agua con bacterias intestinales o crie moscas y/o ratas, todo esto resultando de negligencia o malos hábitos. Debe entenderse que el aliento que una persona exhala también puede ser portador de peligrosos patógenos, así como lo pueden ser la saliva y las flemas. El asunto se confunde con la noción de que si algo es potencialmente peligroso, entonces es siempre peligroso, lo cual no es cierto. Aunado a esto, generalmente no se comprende que el compostaje termófilo del humabono llevado a cabo de manera cuidadosa lo convierte en un recurso agrícola saneado. Ningún otro sistema de reciclaje o desecho de orina y heces puede lograr esto sin el uso de sustancias químicas peligrosas o un alto nivel de tecnología y consumo de energía.

Incluso la orina, usualmente considerada como estéril, puede contener gérmenes causantes de enfermedad (ver Tabla 7.1). La orina, como el humabono, es valiosa por sus nutrientes para la tierra. Se estima que la orina anual de una persona contiene suficientes nutrientes para el suelo como para crecer granos para alimentarla durante un año.<sup>13</sup> Por lo tanto, es tan importante el reciclar la orina como lo es el reciclaje del humabono y el compostaje presenta una excelente manera para hacerlo.

Los patógenos presentes en el humabono pueden dividirse en cuatro categorías generales: *virus, bacterias, protozoarios y gusanos (helminths)*.

## VIRUS

Descubiertos en los 1890's por un científico ruso, los virus están entre las formas de vida más simples y pequeñas. Muchos científicos ni siquiera los consideran organismos. Son mucho más pequeños y simples que una bacteria (algunos virus incluso son parásitos de bacterias) y en su forma más simple pueden consistir simplemente de una molécula de ARN. Por definición, un virus es una entidad que contiene la información necesaria para su propia reproducción, mas no contiene los elementos físicos para llevarla a cabo— tienen el software, pero no el hardware. Para reproducirse, por lo tanto, los virus dependen del hardware de la célula huésped infectada la cual es reprogramada por el virus con el fin de replicar el ácido nucleico viral. Los virus no pueden reproducirse por sí mismos fuera de la célula huésped.<sup>14</sup>

Hay más de 140 tipos de virus en el mundo que pueden transmitirse a través de las heces humanas, incluyendo el poliovirus, coxsackievirus (causante de meningitis y miocarditis), echovirus (causante de meningitis y enteritis), reovirus (causante de enteritis), adenovirus (causante de enfermedades respiratorias), hepatitis infecciosa (causante de ictericia), entre otros (ver Tabla 7.3). Durante periodos de infección, entre cien millones y un billón de virus pueden ser excretados con cada gramo de material fecal.<sup>15</sup>

## BACTERIAS

De las bacterias patógenas, el género *Salmonella* es significativa porque contiene especies causantes de la fiebre tifoidea, paratifoidea y disturbios gastrointestinales. Otro género de bacteria, *Shigella*, causa disentería. Las miobacterias causan tuberculosis (ver Tabla 7.4). Sin embargo, de acuerdo con Goataas, las bacterias patógenas “son incapaces de sobrevivir temperaturas de 55-60°C por más de 30 minutos a una hora.”<sup>16</sup>

## PROTOZOARIOS

Los protozoarios patógenos incluyen a la *Entamoeba histolytica* (causante de disentería amebiana) y miembros del grupo Hartmanella-Naegleria (causantes de meningo-encefalitis – ver Tabla 7.5). La etapa de quiste en el ciclo de vida de los protozoarios es la principal forma de diseminación ya que las amibas mueren rápidamente una vez fuera del cuerpo humano. Los quistes se deben mantener húmedos para poder permanecer viables por un tiempo prolongado.<sup>17</sup>

## GUSANOS PARASITARIOS

Por último, varios gusanos parasitarios transmiten sus huevos mediante las heces, incluyendo a los anquilóstomos, las ascárides y los tricocéfalos (ver Tabla 7.6). Varios investigadores han reportado 59 a 80 huevos de gusanos en muestras de un litro de aguas negras. Esto sugiere que millones de huevos de gusanos patógenos pueden llegar a la planta de tratamiento de aguas negras promedio a diario. Estos huevos tienden a ser resistentes a diferentes condiciones ambientales debido a su gruesa cobertura exterior<sup>18</sup> y son extremadamente resistentes a los procesos de digestión de aguas residuales comunes en las plantas de tratamiento. Una exposición de tres meses al proceso de digestión anaeróbica de las aguas residuales parece tener muy poco efecto en la viabilidad de los huevos de *Ascaris*; después de seis meses, 10% de los huevos pueden seguir viables. Incluso después de un año en las aguas residuales, aun pueden encontrarse algunos huevos viables.<sup>19</sup> En 1949, una epidemia de ascárides en Alemania fue directamente rastreada al uso de aguas negras de forma cruda para fertilizar jardines. El agua negra contenía 540 huevos de *Ascaris* por cada 100 ml y más del 90% de la población resultó infectada.<sup>20</sup>

Si hay entre 59 y 80 huevos de gusano en una muestra de un litro de aguas negras, entonces podríamos estimar razonablemente que hay 70 huevos por litro o 280 huevos por galón, para tener un promedio aproximado. Esto significa que aproximadamente 280 huevos de gusano por galón de agua residual podrían entrar a las plantas de tratamiento. Mi planta de tratamiento de aguas residuales local sirve a una población de ocho mil personas y colecta alrededor de 5.7 millones de litros (1.5 millones de galones) a diario. Esto significa que podría haber 420 millones de huevos de gusano entrando a la planta diariamente y asentándose en el lodo residual. En el transcurso de un año, más de 153 mil millones de huevos parásitos pueden pasar por mi planta de tratamiento local sirviendo a un pueblo pequeño. Observemos el peor escenario: todos los huevos sobreviven en el lodo residual debido a su resistencia a las condiciones ambientales de la planta de tratamiento. A lo largo del año, 30 cargamentos de lodo residual son extraídos de las instalaciones de la planta. Cada camión lleno de lodo teóricamente podría contener más de 5 mil millones de huevos de gusanos patógenos, en camino probablemente a las tierras de un agricultor, pero quizás a un relleno sanitario.

Es interesante notar que las ascárides coevolucionaron durante milenios como parásitos de la especie humana aprovechándose del antiguo hábito humano de defecar en la tierra. Ya que las ascárides viven en los intestinos humanos pero requieren de un periodo en la tierra para su desarrollo, su especie se ve perpetuada por nuestros malos hábitos. Si no permitiéramos que nuestro excremento entrara en contacto con la tierra y en vez de eso hiciéramos composta con él, la especie parasítica conocida como *Ascaris lumbricoides*, la cual nos ha plagado probablemente por cientos de miles de años, se extinguiría en poco tiempo. La especie humana finalmente está evolucionando al punto en que estamos empezando a entender la composta y su habilidad para destruir parásitos. Tenemos que llevar esto un paso adelante y prevenir por completo que nuestro excremento contamine el ambiente. De otra forma, seguiremos siendo superados por la astucia de los gusanos parásitos que dependen de nuestra ignorancia y descuido para su propia supervivencia.

## PATÓGENOS INDICADORES

Los *patógenos indicadores* son patógenos cuya presencia en el agua o la tierra sirve como evidencia de que existe contaminación fecal. El lector astuto habrá notado que muchos de los gusanos patógenos listados en la tabla 7.6 no se encuentran en los Estados Unidos. De aquellos que sí, el *Ascaris lumbricoides* (ascárides) es el más persistente y puede servir como indicador de la presencia de helmintos patógenos en el ambiente. Una sola hembra de ascárides puede producir hasta 27 millones de huevos durante su vida.<sup>21</sup> Estos huevos están protegidos por una cubierta exterior resistente a los químicos que les permite permanecer viables en la tierra durante largos periodos de tiempo. El cascarón del huevo está compuesto por cinco capas diferentes: una membrana exterior y una interior con tres resistentes capas entre ellas. La membrana exterior puede endurecerse parcialmente debido a influencias ambientales hostiles.<sup>22</sup> La

viabilidad reportada de los huevos de ascárides (huevo de *Ascaris*) en la tierra varía entre un par de semanas bajo condiciones soleadas y arenosas,<sup>23</sup> hasta dos y medio años,<sup>24</sup> cuatro años,<sup>25</sup> cinco años y medio,<sup>26</sup> o incluso diez años<sup>27</sup>, dependiendo de la fuente de información. En consecuencia, los *huevos* de ascárides parecen ser el mejor indicador para determinar si hay gusanos parásitos patógenos presentes en la composta. En China, los estándares actuales para la reutilización agrícola del humabono requieren una mortalidad de las *Ascaris* mayor al 95%.

Los huevos de *Ascaris* se desarrollan a temperaturas entre los 15.5°C (59.90°F) y 35°C (100.40 °F).<sup>28</sup> Las temperaturas generadas durante el compostaje termófilo pueden exceder fácilmente los niveles necesarios para destruir a los huevos de ascárides.

Una forma de determinar si la composta que estás utilizando está contaminada con huevos viables de ascárides es llevando a cabo un análisis coprológico en un hospital local. Si tu composta está contaminada y estás usándola para crecer tu propia comida, entonces habrá una probabilidad de que tú mismo estés contaminado. Un análisis coprológico revelará si éste es el caso o no. Un análisis como éste resulta relativamente barato.

Yo mismo me sometí a tres análisis coprológicos durante un periodo de doce años como parte de la investigación para este libro. Había compostado humabono durante catorce años cuando llevé a cabo la primera prueba y durante 26 años para la tercera. Había usado toda la composta en mis jardines de comida. Cientos de personas también habían utilizado mi inodoro durante estos años, pudiendo haberlo contaminado con *Ascaris*. Sin embargo, todos los análisis coprológicos resultaron completamente negativos. Al tiempo que escribo estas líneas, casi tres décadas han pasado desde que empecé a cultivar alimentos con composta de humabono. Durante este tiempo, he criado varios niños sanos. Nuestro inodoro ha sido utilizado por innumerables personas, incluyendo a varios extraños. Todo el material de nuestros inodoros ha sido compostado y usado para crecer alimentos en el jardín de nuestra casa.

Hay indicadores diferentes a los huevos de ascárides que pueden ser utilizados para determinar la contaminación del agua, la tierra o la composta. Las *bacterias indicadoras* incluyen a los coliformes fecales, los cuales se reproducen en los sistemas intestinales de los animales de sangre caliente (ver Tabla 7.7). Si se quiere examinar un suministro de agua en busca de contaminación fecal, se buscan los coliformes fecales, usualmente *Escherichia coli*. *E. coli* es una de las bacterias intestinales más abundantes en los humanos; existen más de 200 tipos específicos. Aun cuando algunos de ellos pueden causar enfermedades, la mayoría no son peligrosos.<sup>29</sup> La ausencia de *E. coli* en el agua indica que ésta está libre de contaminación fecal.

Los exámenes de agua a menudo determinan los niveles de *coliformes totales* en el agua, reportado como el número de coliformes en 100 ml. Un examen como éste mide *todas* las especies del grupo de los coliformes y no se limita a aquellas especies que se originan en animales de sangre caliente. Ya que algunas especies de coliformes vienen de la tierra, los resultados de estos exámenes no siempre son indicativos de contaminación fecal en un análisis de agua. Sin embargo, esta prueba se puede utilizar para analizar muestras de agua subterránea, ya que ningún coliforme debería estar presente en el agua subterránea al menos que haya sido contaminada por un animal de sangre caliente.

Los coliformes *fecales* no se multiplican fuera de los intestinos de los animales de sangre caliente y su presencia en el agua es poco probable al menos que exista contaminación fecal. Sobreviven menos tiempo en el agua que el grupo de los coliformes en general, por lo tanto su presencia indica contaminación relativamente reciente. En las aguas residuales domésticas, la cuenta de coliformes fecales es normalmente de 90% o más de la cuenta total de coliformes, pero en arroyos naturales, los coliformes fecales pueden contribuir entre 10-30% de la densidad total de coliformes. Casi todos los suministros naturales de agua tienen presencia de coliformes fecales, ya que todos los animales de sangre caliente los excretan. La mayoría de los estados en EUA limitan las concentraciones de coliformes fecales permitidas en las aguas utilizadas para recreación a 200 coliformes por 100 ml.

Los análisis bacterianos para los suministros de agua potable son provistos rutinariamente a bajo costo por compañías de productos agrícolas, compañías de tratamiento de aguas o laboratorios privados.

## PERSISTENCIA DE PATÓGENOS EN LA TIERRA, CULTIVOS, ABONO Y LODOS RESIDUALES

De acuerdo con Feachem et al. (1980), la persistencia de patógenos fecales en el ambiente puede resumirse de la siguiente forma:

### EN LA TIERRA

Los tiempos de supervivencia de los patógenos en la tierra se ven afectados por la humedad, pH, tipo de tierra, temperatura, luz solar y materia orgánica. A pesar de que los coliformes fecales pueden sobrevivir por varios años bajo condiciones óptimas, una reducción del 99% es probable después de 25 días en climas calientes (ver Figura 7.1). La bacteria de la *Salmonella* puede sobrevivir por un año en tierra orgánica, rica y húmeda, pero 50 días sería su tiempo típico de supervivencia. Los virus pueden sobrevivir hasta tres meses en clima caliente y hasta seis meses en climas fríos. Los quistes de los protozoarios tienen pocas probabilidades de sobrevivir por más de diez días. Los huevos de las ascárides pueden sobrevivir por varios años.

Los virus, bacterias, protozoarios y gusanos que pueden ser excretados en el humabono tienen un tiempo limitado de supervivencia fuera del cuerpo humano. Las Tablas 7.8 a 7.12 muestran sus tiempos de supervivencia en la tierra.

### SUPERVIVENCIA DE PATÓGENOS EN CULTIVOS

Es poco probable que las bacterias y virus penetren la piel de los vegetales si ésta no está dañada. Además, los patógenos normalmente no son absorbidos por las raíces de las plantas ni transportados a otras porciones de éstas,<sup>30</sup> a pesar de que un estudio publicado en 2002 indica que al menos un tipo de *E. coli* puede entrar en las plantas de lechuga a través de los sistemas de raíces y viajar a través de las porciones comestibles de la planta.<sup>AA</sup>

Algunos patógenos pueden sobrevivir en la superficie de los vegetales, en especial en los tubérculos, sin embargo la luz solar y una baja humedad del aire promoverán su muerte. Los virus pueden sobrevivir hasta dos meses en los cultivos pero normalmente viven menos de un mes. Las bacterias indicadoras pueden persistir por varios meses, pero usualmente menos de un mes. Los quistes de los protozoarios usualmente sobreviven menos de dos días y los huevos de gusanos normalmente menos de un mes. En estudios de la supervivencia de huevos de *Ascaris* en lechugas y tomates durante un verano caliente y seco, todos los huevos se degradaron lo suficiente después de 27 a 35 días hasta ser incapaces de infección.<sup>31</sup>

Las lechugas y rábanos que fueron rociadas con aguas residuales inoculadas con Poliovirus I en Ohio mostraron una reducción del 99% de patógenos después de seis días; el 100% fueron eliminados después de 36 días. En los rábanos crecidos al exterior en tierra fertilizada con heces frescas contaminadas con tifoidea después de cuatro días de haber sido plantadas, los patógenos mostraron un periodo de supervivencia de menos de 24 días. Los tomates y lechugas contaminados con una suspensión de huevos de ascárides mostraron una reducción del 99% de los huevos tras 19 días y una reducción del 100% en cuatro semanas. Estas pruebas indican que si existe cualquier duda sobre la contaminación de la composta por patógenos, ésta debería ser aplicada a cultivos de temporadas largas al plantarlos para que pase el tiempo suficiente y se asegure la muerte de los patógenos antes de la cosecha.

### SUPERVIVENCIA DE PATÓGENOS EN LODOS RESIDUALES Y HECHES/ORINA

Los virus pueden sobrevivir hasta cinco meses, pero usualmente menos de tres meses en lodos residuales y tierra de noche. Las bacterias indicadoras pueden sobrevivir hasta cinco meses, pero usualmente menos de cuatro meses. La *Salmonella* sobrevive hasta cinco meses, pero normalmente menos

de un mes. Las bacterias de la tuberculosis sobreviven hasta dos años, pero usualmente menos de cinco meses. Los quistes de los protozoarios sobreviven hasta un mes, pero normalmente menos de diez días. Los huevos de gusanos varían dependiendo de la especie, pero los huevos de ascárides pueden sobrevivir por varios meses.

## TRANSMISIÓN DE PATÓGENOS A TRAVEZ DE VARIOS SISTEMAS DE INODOROS

Es evidente que el excremento humano posee la capacidad de transmitir varias enfermedades. Por esta razón, también debería resultar evidente que el compostaje de humabono es una empresa seria y que no debería de llevarse a cabo de forma frívola, descuidada o desordenada. Los patógenos que pueden estar presentes en el humabono tienen periodos de supervivencia variados afuera del cuerpo humano y conservan la capacidad de reinfectar a la gente. Es por esto que el *manejo cuidadoso* de un sistema de composta termófila es importante. No obstante, no existe ningún método probado, natural y de baja tecnología para destruir a los patógenos humanos presentes en los residuos orgánicos que sea tan exitoso y accesible al humano promedio como el compostaje termófilo bien manejado.

¿Pero qué pasa cuando la composta no se maneja bien? ¿Qué tan peligrosa es la empresa cuando aquellos que la llevan a cabo no hacen un esfuerzo por asegurarse de que la composta mantenga temperaturas termófilas? De hecho, esto es lo que sucede normalmente con los inodoros de compostaje contruidos por el usuario y los comerciales. La composta termófila no ocurre en los inodoros de compostaje contruidos por el usuario ya que aquellos responsables a menudo no hacen un esfuerzo para crear la mezcla orgánica de ingredientes y el ambiente necesarios para dicha respuesta microbiana. En el caso de la mayoría de los inodoros de compostaje comerciales, la composta termófila ni siquiera es la intención, ya que estos inodoros están diseñados para ser deshidratadores más que composteros termófilos.

En varias ocasiones he visto sistemas simples de recolección de humabono (inodoros de humabono) en los cuales la composta simplemente era arrojada en una pila exterior, no en un contenedor, sin orina (y por lo tanto sin humedad) y sin el uso de capas de materiales orgánicos gruesos para asegurar que el aire quede atrapado. A pesar de que estas pilas de composta no despedían malos olores (la mayoría de la gente tiene el suficiente sentido común para instintivamente tapar el material orgánico apestoso en la pila de composta), tampoco se volvían termófilas necesariamente (nunca se revisaba su temperatura). La gente que no está muy interesada en manejar y trabajar con su composta, usualmente está dispuesta a dejarla reposando por años antes de utilizarla, si es que la usan en lo absoluto. La gente que trata su composta de forma casual tiende a ser aquella que está cómoda con su estado de salud y por lo tanto no le tiene miedo a su propio excremento. Mientras estén mezclando su humabono con materiales carbonosos y dejándolo compostar, de forma termófila o mesófila, por al menos un año (se recomienda un año adicional de añejamiento), hay pocas probabilidades de que estén creando cualquier problema para la salud. ¿Qué pasa con estas pilas de composta contruidas casualmente? Increíblemente, después de un par de años, se convierten en humus y si se dejan totalmente solas, simplemente se cubrirán de vegetación y desaparecerán de regreso a la tierra. Lo he visto con mis propios ojos.

Una situación diferente se presenta cuando se composta humabono procedente de una población con un alto índice de patógenos. Un ejemplo de tal población serían los residentes de un hospital en un país poco desarrollado, o cualquier residente en una comunidad de donde ciertas enfermedades o parásitos son endémicos. En tal situación, el compostador deberá hacer cualquier esfuerzo necesario para asegurar el compostaje termófilo, el tiempo adecuado de añejamiento y de destrucción de los patógenos.

La información presentada a continuación ilustra varios de los métodos de manejo de desechos y de composta comúnmente utilizados en la actualidad y demuestra la transmisión de patógenos a través de los sistemas individuales.

## PRIVADOS EXTERIORES Y LETRINAS

Los inodoros exteriores producen malos olores, son criaderos de moscas y posiblemente mosquitos y contaminan las aguas subterráneas. Sin embargo, si los contenidos de la letrina son cubiertos y se dejan reposar por un mínimo de un año, no habrá patógenos sobrevivientes, a excepción posiblemente de huevos

de ascárides, según Feachem. Este riesgo es suficientemente bajo para poder usar los contenidos de la letrina para fines agrícolas, después de un periodo de doce meses bajo tierra. Franceys et al. exponen, “Los sólidos de las letrinas son inocuos si éstas no se han utilizado por aproximadamente dos años, como sucede en las letrinas alternantes de doble cámara.”<sup>32</sup>

## TANQUES SÉPTICOS

Resulta seguro el asumir que los efluentes de los tanques sépticos y los lodos residuales son altamente patogénicos (ver Figura 7.3). Los sistemas de tanques sépticos pueden emitir virus, huevos de gusanos parasíticos, bacterias y protozoarios en condiciones viables.

## PLANTAS CONVENCIONALES DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

El único proceso de digestión de aguas negras que produce lodos residuales libres de patógenos de forma garantizada es la digestión termófila por lotes, en la cual el lodo se mantiene a 50°C (122°F) durante 13 días. Otros procesos de digestión de aguas negras permitirán la supervivencia de huevos de gusanos y posiblemente bacterias patógenas. Las plantas de tratamiento de drenaje típicas utilizan un proceso continuo en el cual el agua de desecho se agrega diariamente o con mayor frecuencia, garantizando así la supervivencia de patógenos (ver Figura 7.2).

Empecé a interesarme en mi planta de tratamiento de aguas residuales local al descubrir que bajo el punto de descarga de agua tratada en nuestro arroyo local, el agua contenía diez veces más nitratos que el agua limpia y tres veces más nitratos que los niveles aceptados para el agua potable.<sup>33</sup> En otras palabras, el agua que estaba siendo descargada de la planta de tratamiento estaba contaminada. Examinamos el agua en busca de nitratos pero no hicimos exámenes de patógenos o niveles de cloro. A pesar de la contaminación, los niveles de nitratos estaban *dentro de los límites legales* para descargas de aguas tratadas.

## ESTANQUES DE ESTABILIZACIÓN DE DESPERDICIOS

Los estanques de estabilización de desperdicios o lagunas, grandes cuerpos de agua de poca profundidad usados ampliamente en Norte América, Latinoamérica, África y Asia, involucran el uso tanto de bacterias benéficas como de algas en la descomposición de materiales de desperdicio orgánicos. A pesar de su capacidad de criar mosquitos, pueden ser diseñados y manejados de una forma lo suficientemente adecuada para producir aguas tratadas libres de patógenos. Sin embargo, típicamente aportan agua con bajas concentraciones tanto de virus como de bacterias patógenas (ver Figura 7.4).

## INODOROS DE COMPOSTAJE E INODOROS DE DESCOMPOSICIÓN

La mayoría de los inodoros de descomposición e inodoros de compostaje comerciales son relativamente anaeróbicos y compostan a baja temperatura. De acuerdo con Feachem et al., un tiempo de retención mínimo de tres meses produce una composta libre de cualquier patógeno excepto posiblemente por algunos huevos de gusanos intestinales. La composta que se obtiene de este tipo de inodoros podría teóricamente compostarse otra vez en una pila termófila y considerarse adecuada para su uso en jardines de comida (ver Figura 7.5 y Tabla 7.14). De otra forma, la composta puede colocarse en un contenedor de composta exterior, capearse y cubrirse con paja (u otro material orgánico voluminoso como hierbas u hojas descompuestas), humectarse y dejarse madurar por uno o dos años adicionales con el fin de destruir cualquier patógeno que permanezca en ella. La actividad microbiana y los gusanos de tierra ayudarán al saneamiento de la composta con el tiempo.

## SISTEMA CE COMPOSTA TERMÓFILA BIEN MANEJADO

Se garantiza la destrucción completa de los patógenos al alcanzar una temperatura de 62°C (143.6°F) durante una hora, 50°C (122°F) durante un día, 46°C (114.8°F) por una semana o 43°C (109.4°F) por un mes. Al parecer ningún patógeno excretado puede sobrevivir a temperaturas de 65°C (149°F) por más de algunos minutos. Una pila de composta que contenga oxígeno atrapado dentro puede alcanzar rápidamente una temperatura de 55°C (131°F) o mayor, o mantendrá una temperatura lo suficientemente caliente durante un periodo de tiempo lo suficientemente largo para destruir a los patógenos humanos hasta un nivel detectable (ver Figura 7.6). Debido a que la destrucción de los patógenos es apoyada por la diversidad microbiana, como se discutió en el Capítulo 3, el calentamiento excesivo de una pila de composta, como el que se produciría al forzar la entrada de aire en ella, podría ser contraproducente.

La Tabla 7.14 indica los tiempos de supervivencia de los patógenos en a) tierra, b) condiciones de descomposición anaeróbica, c) inodoros de compostaje y d) pilas de composta termófilas.

## MÁS SOBRE GUSANOS PARASITARIOS

Éste es un buen tema para discutir con mayor detalle ya que raramente se habla de ello en los círculos sociales, pero es importante para quienes se preocupan por la presencia de potenciales patógenos en la composta. Echemos un vistazo a los más comunes gusanos parasitarios de los humanos: oxiuros, anquilóstomos, tricocéfalos y ascárides.

### OXIUROS

Dos de mis hijos tuvieron oxiuros alguna vez durante su infancia. Yo sé exactamente de donde los obtuvieron (otro niño) y el deshacerse de ellos fue una cuestión simple. Sin embargo, circuló el rumor de que los habían adquirido de nuestra composta. También se nos aconsejó desparasitar a nuestros gatos para prevenir a nuestros hijos de los oxiuros (estos rumores supuestamente surgieron en el consultorio de un doctor). Pero, el ciclo de vida de los oxiuros no incluye una etapa en la tierra, composta, abono o en los gatos. Estos desagradables parásitos se transmiten de humano a humano por contacto directo y por inhalación de sus huevos.

Los oxiuros (*Enterobius vermicularis*) ponen sus huevos microscópicos en el ano del ser humano, su único anfitrión conocido. Esto causa comezón en el ano, lo cual constituye el primer síntoma de infestación por oxiuros. Los huevos pueden ser contraídos casi en cualquier lugar. Una vez en el sistema digestivo humano, se convierten en pequeños gusanos. Algunos estiman que los oxiuros han infestado a 75% de todos los niños de la ciudad de Nueva York en el rango de tres a cinco años y que existen cifras parecidas para otras ciudades.<sup>34</sup>

Estos gusanos tienen la mayor distribución geográfica de todos los gusanos parasitarios y se estima que infectan a 208.8 millones de personas en todo el mundo (18 millones en Canadá y EUA). En un poblado de esquimales se encontró una tasa de infección del 66%; se ha encontrado una tasa del 60% en Brasil y entre 12% y 41% en Washington D.C.

La infección se propaga por la transmisión de los huevos entre las manos y la boca tras haberse rascado el ano, así como por la inhalación de huevos presentes en el aire. En hogares con varios miembros infectados con oxiuros, el 92% de las muestras de polvo contenían los huevos. Las muestras de polvo se obtuvieron de mesas, sillas, rodapiés, pisos, sillones, guardarropas, repisas, marcos de ventanas, marcos de fotos, tasas de escusado, colchones, tinas, tinajas y sábanas. Los huevos de oxiuros también se han encontrado en el polvo de los salones y cafeterías escolares. A pesar de que los perros y gatos no albergan oxiuros, los huevos pueden llegar a su pelo y regresar así a sus huéspedes humanos. Se pueden encontrar huevos bajo las uñas de aproximadamente un tercio de los niños infectados.

Los oxiuros femeninos embarazados pueden contener de 11,000 a 15,000 huevos. Por suerte, los huevos de los oxiuros no sobreviven por mucho tiempo fuera de sus huéspedes. La temperatura ambiente con una humedad relativa de entre 30% y 54% mataría a más del 90% de los huevos en dos días. A temperaturas mayores en verano, el 90% de los huevos morirán en un lapso de 3 horas. Los huevos

sobreviven mejor (de dos a seis días) bajo condiciones húmedas y frías; en condiciones de aire seco, ninguno sobrevivirá por más de 16 horas.

El ciclo de vida de un gusano es de 37-53 días; una infección terminaría en este lapso, sin tratamiento, de no haber reinfección. El lapso de tiempo que transcurre desde la ingestión de los huevos hasta los nuevos huevos puestos en el ano varía de cuatro a seis semanas.<sup>35</sup>

*No se encuentran oxiuros en el 95% de las heces de personas infectadas.* La transmisión de huevos hacia las heces y a la tierra no es parte del ciclo de vida de los oxiuros, por lo tanto no es probable que los huevos terminen en las heces o en la composta. Incluso si lo hicieran, morirían rápidamente fuera del huésped humano.

Una de las peores consecuencias de la infestación por oxiuros en los niños es el trauma de los padres, cuyos sentimientos de culpa, sin importar cuán limpios y concienzudos sean, son entendibles. Sin embargo, si compostas tu abono, puedes estar seguro de que no estarás criando ni esparciendo oxiuros de esta forma. Por lo contrario, cualquier oxiuro o sus huevos que lleguen a tu composta serán destruidos.<sup>36</sup>

## ANQUILÓSTOMOS

Las especies de anquilóstomos que afectan a los humanos incluyen los *Necator americanus*, *Ancylostoma duodenale*, *A. braziliense*, *A. caninum* y *A. ceylancium*.

Estos pequeños gusanos miden alrededor de un centímetro y los humanos son prácticamente los huéspedes exclusivos de *A. duodenale* y *N. americanus*. Un anquilóstomo de los perros y gatos, *A. caninum*, es extremadamente raro como parásito intestinal de los humanos.

Los huevos se transmiten mediante las heces y maduran hasta convertirse en larvas fuera del cuerpo humano en condiciones favorables. Estas larvas se adhieren a la planta del pie del huésped humano cuando son pisadas y después entran a través de poros, folículos pilosos e incluso a través de piel sin aperturas. Tienden a migrar a la parte superior del intestino delgado, donde succionan la sangre de su huésped. En un periodo de cinco a seis semanas, maduran lo suficiente para producir hasta 20,000 huevos diarios.

Se estima que los anquilóstomos infectan a 500 millones de personas alrededor del mundo, causando una pérdida de sangre diaria de más de 1 millón de litros, lo cual sería toda la sangre que puede encontrarse en la población entera de la ciudad de Erie, PA o Austin, TX. La infección puede durar entre dos y catorce años. Una infección leve puede no producir ningún síntoma reconocible, mientras que una infección moderada a grave puede causar una deficiencia de hierro anémica. Se puede determinar la infección a través de un análisis de coprológico.

Estos gusanos suelen encontrarse en áreas tropicales y semitropicales y se esparcen al defecar en la tierra. Tanto las altas temperaturas de la composta como las heladas temperaturas del invierno matarán a los huevos y larvas (ver Tabla 7.16). El secado también resulta destructivo.<sup>37</sup>

## TRICOCÉFALOS

Los tricocéfalos (*Trichuris trichiura*) se encuentran usualmente en humanos, pero también pueden encontrarse en simios y cerdos. Normalmente miden menos de 5 centímetros (2 pulgadas) de largo; las hembras pueden producir de 3,000 a 10,000 huevos diarios. El crecimiento de las larvas ocurre afuera del huésped y en un ambiente favorable (tierra cálida, húmeda y sombreada) los huevos producirán larvas en su primera etapa en tres semanas. Usualmente se considera que el tiempo de vida de los gusanos es de cuatro a seis años.

Cientos de miles de personas alrededor del mundo, tanto como el 80% de la población de ciertos países tropicales, resultan infectados por tricocéfalos. En los Estados Unidos, los tricocéfalos se pueden encontrar en el sur donde las fuertes lluvias, el clima subtropical y la tierra contaminada con heces pueden proveer un hábitat adecuado.

La gente que maneja tierra en la cual una persona infectada ha defecado, corre el riesgo de contraer la infección por medio de la transmisión de las manos a la boca. La infección resulta de la ingestión

de los huevos. Las infecciones leves pueden no mostrar ningún síntoma. Las infecciones severas pueden causar anemia e incluso la muerte. Se puede determinar la infección a través de un análisis coprológico.

Las temperaturas invernales de -8°C a -12°C (17.6°F a 10.4°F) resultan fatales para los huevos, al igual que las altas temperaturas del compostaje termófilo.<sup>38</sup>

## ASCÁRIDES

Las ascárides (*Ascaris lumbricoides*) son gusanos bastante largos (alrededor de 25 centímetros de longitud) los cuales parasitan al huésped humano al consumir alimentos semidigeridos en el intestino delgado. Las hembras pueden producir alrededor de 200,000 huevos diarios de por vida, es decir algo así como 26 millones en total. Las larvas se desarrollan de los huevos *en la tierra* en condiciones favorables (21°C a 30°C/69.8°F a 86°F). Arriba de los 37°C (98.6°F) no pueden desarrollarse completamente.

Aproximadamente 900 millones de personas alrededor del mundo son infectadas por ascárides, un millón de ellas en EUA. Los huevos usualmente se transmiten de las manos a la boca de la gente, generalmente niños, que entran en contacto con los huevos en su ambiente. Las personas infectadas usualmente se quejan de un vago dolor abdominal. El diagnóstico se hace a través de análisis coprológico.<sup>39</sup> Un análisis de 400,000 muestras de excremento, conducido en los Estados Unidos por el Centro de Control de Enfermedades encontró *Ascaris* en 2.3% de las muestras, con una alta fluctuación de resultados dependiendo de la locación geográfica de la persona analizada. Puerto Rico tuvo la frecuencia más elevada de muestras positivas (9.3%), mientras las muestras de Wyoming, Arizona y Nevada no mostraron incidencia alguna de *Ascaris*.<sup>40</sup> En climas tropicales húmedos, la infección por ascárides puede afectar al 50% de la población.<sup>41</sup>

Los huevos son destruidos por la luz solar directa después de 15 horas y son eliminados a temperaturas mayores de 40°C (104°F), muriendo en una hora a 50°C (122°F). Los huevos de ascárides son resistentes a las temperaturas heladas, a los desinfectantes químicos y otros químicos fuertes, pero el compostaje termófilo los matará.

Las ascárides, así como los tricocéfalos y los anquilóstomos, se esparcen a través de la contaminación fecal de la tierra. La mayoría de dicha contaminación es ocasionada por niños que defecan al exterior dentro de su área habitacional. Una forma de erradicar a los patógenos fecales es el recolectar concienzudamente y compostar termófilamente *todo* el material fecal. Por lo tanto, es muy importante al compostar humabono el cerciorarse que *todos* los niños utilicen el inodoro y no defequen en ninguna otra parte. Al cambiar pañales sucios, separar el material fecal dentro del inodoro de humabono con la ayuda de papel de baño u otro material biodegradable. Es tarea de los adultos el cuidar a los niños y el cerciorarse de que entiendan la importancia de *siempre utilizar los inodoros*.

La contaminación fecal del ambiente también puede ser causada por el uso de material fecal en su forma cruda para propósitos agrícolas. *El compostaje termófilo de todo el material fecal es esencial para la erradicación de todos los patógenos fecales.*

¡Y no olvides lavarte las manos antes de comer!

## TEMPERATURA Y TIEMPO

Hay dos factores primarios que conducen a la muerte de los patógenos en el humabono. El primero es la *temperatura*. Una pila de composta bien manejada destruirá a los patógenos con el calor y la actividad biológica que genera.

El segundo factor es el *tiempo*. Entre menor sea la temperatura de la composta, mayor será el tiempo de retención necesario para la destrucción de patógenos. Si se le da suficiente tiempo, la amplia biodiversidad de microorganismos en la composta destruirá a los patógenos a través del antagonismo, la competencia, el consumo y la inhibición antibiótica provista por los microorganismos benéficos. Feachem et al. establecen que un tiempo de retención de tres meses destruirá a todos los patógenos en un inodoro de compostaje de baja temperatura, a excepción de los huevos de gusanos, sin embargo la Tabla 7.14 (también obtenida de Feachem) indica que puede ocurrir cierta supervivencia adicional de patógenos.

Una composta termófila destruirá a los patógenos, incluyendo a los huevos de gusano, rápidamente, posiblemente en cuestión de minutos. Temperaturas menores requieren periodos de tiempo más largos, posiblemente horas, días o meses para destruir efectivamente a los patógenos. No es necesario esforzarse para conseguir temperaturas extremadamente altas de hasta 65°C (150°F) en la pila de composta para poder sentirse seguros sobre la destrucción de los patógenos. Puede resultar más realista el mantener temperaturas menores por periodos de tiempo más largos como 50°C (122°F) por 24 horas, o 46°C (115°F) por una semana. De acuerdo a una fuente, *“Todos los microorganismos fecales, incluyendo a los virus entéricos y los huevos de ascárides, morirán si la temperatura excede los 46°C (114.8°F) durante una semana.”*<sup>42</sup> Otros investigadores han llegado a conclusiones similares, demostrando la destrucción de los patógenos a los 50°C (122°F), lo cual produjo composta “completamente aceptable desde el punto de vista de la higiene general.”<sup>43</sup>

Un acercamiento seguro a la destrucción de patógenos cuando se composta el humabono es el compostaje termófilo del material procedente del inodoro, seguido por su añejamiento, sin alteraciones, por un largo periodo de tiempo después de que la fase de calentamiento termófilo haya terminado. La biodiversidad ayudará a la destrucción de patógenos conforme la composta se añeja. Si se quiere ser particularmente precavido, se puede permitir que la composta añeje por dos años después de haber completado la pila, a diferencia del tiempo de un año que se recomienda normalmente.

En las palabras de Feachem et al., *“la efectividad de los métodos de tratamiento de excreta depende mayormente de sus características de tiempo-temperatura. Los procesos efectivos son aquellos que mantienen las excretas calientes (55°C/131°F), las retienen por un periodo largo (un año) o propician una combinación efectiva de tiempo y temperatura.”* El factor tiempo/temperatura para la destrucción de patógenos se ilustra en la Figura 7.7.

En breve, la combinación de factores entre la temperatura y el tiempo harán el trabajo de convertir tus heces en tomates – para que puedas comértelos.

## CONCLUSIONES

El humabono es un valioso recurso adecuado para propósitos agrícolas y ha sido reciclado para dichos propósitos por grandes segmentos de la población mundial por miles de años.

Sin embargo, el humabono tiene el potencial de albergar patógenos del ser humano, incluyendo bacterias, virus, protozoarios y gusanos parásitos o sus huevos, y por lo tanto puede contribuir al esparcimiento de enfermedades al ser manejado inadecuadamente o cuando se desecha como material de desperdicio. Cuando se aplica humabono patogénico en su forma cruda a la tierra, las bacterias patógenas pueden sobrevivir en la tierra por más de un año y los huevos de ascárides pueden sobrevivir por varios años, manteniendo de esta forma la posibilidad de reinfección del ser humano por largos periodos de tiempo.

No obstante, al compostar el humabono, los patógenos del ser humano son destruidos y así se convierte en una forma higiénicamente segura de humabono, apropiada para aplicaciones a la tierra para propósitos de producción de alimentos para el hombre.

El compostaje termófilo no requiere de electricidad y por lo tanto tampoco causa combustión de carbón ni lluvia ácida, no requiere de plantas nucleares ni crea desechos nucleares, no utiliza petroquímicos ni consume combustibles fósiles. El proceso de composta no produce desperdicios, ni contaminantes y tampoco subproductos tóxicos. El compostaje termófilo del humabono se puede llevar a cabo siglo tras siglo, milenio tras milenio sin ejercer presiones sobre nuestros ecosistemas, sin consumo innecesario de recursos y sin producir basura o lodo residual para enterrar en los rellenos sanitarios. Y sin embargo producirá un recurso valioso para nuestra supervivencia mientras previene la acumulación de desperdicios peligrosos y patogénicos.

# EL TAO DE LA COMPOSTA

El material orgánico debería ser reciclado por cada una de las personas del planeta y el reciclaje debería ser tan normal como lavarse los dientes o bañarse. Los materiales orgánicos pueden ser recogidos por los municipios y compostados en plantas centrales de compostaje. Esto ya se hace en varias partes del mundo, donde los restos de comida se compostan para las comunidades urbanas. Los materiales del inodoro aun no se recolectan ni se compostan centralmente en la gran mayoría de los lugares, aunque dicha recolección sin duda aumentará con el paso del tiempo.

Podemos compostar nuestro propio material orgánico, en nuestros propios composteros, en nuestro propio jardín. Esto ya se está volviendo una práctica común y los composteros están apareciendo en los jardines de todos lados como los hongos después de la lluvia. El compostaje no es necesariamente costoso y puede ser practicado por cualquier persona en el mundo en prácticamente cualquier lugar en el que las plantas puedan crecer. Por lo tanto, es importante que aprendamos lo que es la composta y como puede hacerse.

También es importante que aprendamos a compostar el material de nuestros inodoros de forma segura y simple. Un sistema de inodoro de compostaje de bajo costo puede resultar muy útil como inodoro de reserva en caso de emergencia, cuando la electricidad o el agua se vean interrumpidas o cuando disminuya el suministro de agua, por ejemplo en una sequía, cuando el desechar agua potable por el escusado resulta especialmente ridículo. También puede ser muy útil en áreas donde el agua o la electricidad escasean o no son accesibles, así como en países en vías de desarrollo, en donde puede haber personas que no cuenten con los recursos para comprar un inodoro de compostaje comercial. Por último, un sistema de inodoro de compostaje de bajo costo es atractivo para cualquiera que busque llevar un estilo de vida de bajo impacto ambiental y que esté dispuesto a hacer un esfuerzo mínimo para compostar sus residuos orgánicos. Este capítulo ilustra a detalle la forma de compostar materiales del inodoro mediante un método simple, sencillo y de bajo o nulo costo llamado el inodoro de humabono.

Los materiales orgánicos excretados por nuestros cuerpos se pueden compostar igual que cualquier cáscara de papa o manzana – siendo agregados a una pila de composta. Esencialmente, existen dos maneras de hacer esto. La primera es construir o comprar un inodoro de compostaje que deposita los desechos directamente en una cámara de compostaje. Esta opción se discute e ilustra en el Capítulo 6. Dichos inodoros deben ser administrados de manera adecuada si se desea conseguir condiciones termófilas; la mayoría de los inodoros de compostaje comerciales no alcanzan dichas condiciones porque no están hechos para ello.

El segundo método, menos costoso y más sencillo es usar el inodoro como un dispositivo de recolección, como se usaría cualquier recipiente de composta, y después compostar los contenidos en una pila por separado. Esta simple técnica puede llevarse a cabo sin olores desagradables y el inodoro puede estar cómodamente localizado dentro de la casa del propietario. Transportar los materiales del inodoro hacia un compostero, sin embargo, es una actividad en la que muchos individuos no están interesados, no porque sea una tarea molesta – para una familia de cuatro debería involucrar un viaje de veinte minutos al compostero cada semana – sino porque se trata de *mierda*, por el amor de dios.

El problema no es práctico, sino psicológico. Mucha gente puede considerar que la idea del compostaje de su propio excremento va más allá de sus límites. En la India, dicha tarea estaba reservada a los “intocables”, la casta más baja de la sociedad. El acto de llevar un contenedor lleno de nuestro propio excremento es una muestra de humildad y la humildad muchas veces es escasa. Eventualmente, los inodoros en general serán rediseñados como dispositivos de recolección y sus contenidos serán recogidos y compostados como servicio municipal. Hasta entonces, sin embargo, aquellos de nosotros que queramos hacer composta en vez de producir aguas negras tendremos que hacerlo por nuestra propia humilde cuenta.

## COMPOSTA PRIMITIVA

Trata de imaginarte a ti mismo en un escenario extremadamente primitivo, probablemente alrededor del año 10,000 a.C. Imagina que eres un poco más iluminado que tus brutos compañeros y se te ocurre un día que deberías desechar tus heces de una manera diferente. Todos los demás están defecando en el fondo de la cueva, creando un desorden maloliente y lleno de moscas y a ti eso no te gusta.

Tu primera revelación es que los residuos apuestosos deberían ser depositados en un solo lugar, no embarrados por todos lados para que la gente los pise y además deberían ser depositados lejos del área de habitación. Observas a los gatos salvajes y te das cuenta de que cada uno de ellos acude a un lugar especial para defecar. Pero los gatos están aun un paso más adelante que los humanos, como pronto te podrás dar cuenta, ya que ellos cubren su excremento.

Después de haber evacuado en la tierra afuera de la cueva varias veces, te das cuenta de que aun has creado un desastre maloliente e infestado de moscas. Tu segunda revelación es que los desechos que estás depositando en la tierra deberían ser cubiertos después de cada depósito. Así que acumulas algunas hojas cada vez que defecas y las arrojas sobre las heces. O arrancas un poco de pastos largos de la tierra y los usas como cobertura.

Pronto tus compañeros están defecando en el mismo lugar y también cubriendo su material fecal. Se vieron alentados a seguir tu ejemplo cuando se dieron cuenta de que habías colocado el área para defecar convenientemente entre dos grandes rocas y posicionaste troncos atravesando las rocas para crear una agradable posadera, permitiéndoles defecar sin preocupaciones.

Una pila de hojas secas se mantiene a un lado del área del inodoro para facilitar la tarea de cobertura. Como resultado, los olores ofensivos de las heces humanas y la orina ya no contaminan el aire. En vez, son ahora los restos de comida los que generan olores y atraen a las moscas. Es entonces cuando tienes tu tercera revelación: los restos de comida deberían depositarse en el mismo lugar y también deberían cubrirse. Cada desecho creado ahora termina en el mismo lugar y está siendo cubierto con materiales naturales para eliminar olores. Esto no ha sido difícil de descifrar, hace sentido y es fácil de hacer.

Haz solucionado con éxito tres problemas de una vez: no más desechos humanos esparcidos en el área en la que vives, no más basura de comida y no más olores ofensivos asaltando tu fino sentido del olfato y arruinando tu día en general. Eventualmente, también empiezas a darte cuenta de que las enfermedades que comúnmente se esparcían a través del grupo han descendido, un hecho que no entiendes, pero sospechas que puede deberse a las recién descubiertas prácticas higiénicas del grupo.

Por accidente, haz logrado exitosamente una cosa: *has creado una pila de composta*. Empiezas a preguntarte qué es lo que pasa cuando la pila se calienta tanto que suelta vapor. Lo que no sabes es que has hecho exactamente lo que la naturaleza esperaba que hicieras al apilar todos tus desechos orgánicos juntos, capeados con materiales naturales y biodegradables. De hecho, la naturaleza ha “sembrado” criaturas microscópicas en tu excremento que proliferan y digieren la pila que creaste. En el proceso, calientan la composta a tal grado que los patógenos causantes de enfermedades que residen en el humabono han sido destruidos. Las criaturas microscópicas no se hubieran multiplicado tan rápido de no haberse creado la pila y así mismo las condiciones que favorecen a su proliferación.

Finalmente, tienes una revelación más, una muy grande. Ves que la pila, con el paso del tiempo, germina todo tipo de plantas. Sumas dos más dos y te das cuenta de que los desechos apuestosos de los cuales te deshiciste cuidadosamente se han transformado en tierra rica en nutrientes y por último en comida. Gracias a ti, la especie humana acaba de subir un paso más en la escalera de la evolución.

Hay un problema fundamental con este escenario: no sucedió hace 12,000 años – está sucediendo ahora mismo. Los microorganismos de la composta aparentemente son muy pacientes. Para ellos no mucho ha cambiado desde el año 10,000 a.C. A las criaturas invisibles que convierten el humabono en humus no les importa que técnicas de compostaje se usen hoy en día al igual que no les importaba que técnicas se utilizaran hace milenios, siempre y cuando sus necesidades se cumplan. Y dichas necesidades no han cambiado desde que el hombre tiene memoria, ni se espera que cambien mientras el hombre camine en la tierra. Estas necesidades incluyen: 1) *temperatura* (los microorganismos de la composta no trabajarán si están congelados); 2) *humedad* (no trabajaran en ambientes muy mojados o muy secos); 3) *oxígeno* (no trabajarán sin él); y 4) *una dieta balanceada* (conocida también como balance de carbono/nitrógeno). En este sentido, los microorganismos son muy parecidos a las personas. Con un poco de imaginación podemos

verlos como un ejército trabajador de personas microscópicas que requieren de la comida correcta, agua, aire y calor.

El arte del compostaje, por lo tanto, sigue siendo el simple y sin embargo profundo arte de proveer las necesidades de los trabajadores invisibles para que trabajen tan vigorosamente como sea posible, estación tras estación. Y a pesar de que dichas necesidades sean las mismas a lo largo y ancho del mundo, las técnicas para alcanzarlas pueden variar era con era y lugar con lugar.

El compostaje cambia en los diferentes lugares porque se trata de un fenómeno bioregional. Existen miles de áreas geográficas en la Tierra con poblaciones humanas, condiciones climáticas y disponibilidad de materiales orgánicos particulares y únicas, y potencialmente debe haber miles de métodos, estilos y técnicas de compostaje individuales. Lo que funciona para un grupo de personas en una parte del mundo puede no funcionar para otro grupo en una región geográfica diferente. Por ejemplo, en Pennsylvania tenemos mucho aserrín de maderas duras, mas no tenemos cáscaras de arroz. La composta se debería de hacer para eliminar los desperdicios locales así como para recuperar recursos y un agente de composta se esforzará para utilizar cualquier recurso orgánico local que tenga disponible, de forma sabia y eficiente.

### EXCREMENTOS CERCANOS DEL TERCER TIPO

Los métodos simples de recolección y compostaje de humabono a veces son llamados sistemas de acarreo o sistemas de almacenamiento, ya que el abono se transporta a un cajón de composta, a menudo en contenedores o vasijas impermeables. La gente que utiliza estas sencillas técnicas para compostar el humabono simplemente da por hecho que su reciclaje es una de las responsabilidades regulares y necesarias para la vida sostenible del ser humano en este planeta.

Su funcionamiento es un modelo de simplicidad. Uno comienza por depositar sus propios desechos orgánicos (heces y orina) en un recipiente designado para tal propósito, con una capacidad de alrededor de veinte litros (cinco galones). Los restos de comida deberían ser recolectados en un contenedor por separado, pero pueden ser depositados de igual forma en el recipiente del inodoro, de ser necesario. Se recomienda usar un contenedor con una capacidad de veinte litros porque un tamaño mayor resultaría demasiado pesado para cargarlo al llenarse. Si un contenedor de veinte litros sigue siendo demasiado pesado para ser cargado por una persona, puede ser vaciado al llenarse sólo hasta la mitad.

Los contenidos del inodoro *siempre* se mantienen cubiertos con un *material de cobertura* limpio y orgánico como puede ser el aserrín podrido, turba de musgo, hojas en descomposición, cascara de arroz o pasto cortado, para evitar olores, absorber la orina y evitar a las molestas moscas. La orina se deposita en el mismo contenedor y a medida que se eleva la superficie del líquido, se agrega más material orgánico para que una capa limpia cubra los contenidos del inodoro *todo el tiempo*.

El contenedor del inodoro se mantiene cerrado con una tapa mientras no se utiliza. No es necesario que la tapa sea hermética; una tapa de escusado normal resulta bastante adecuada. La tapa no necesariamente previene *que* los olores se escapen y tampoco previene particularmente el acceso de las moscas al contenido del inodoro. El *material de cobertura*, por su parte, *si lo hace*. El material de cobertura actúa como una cubierta orgánica o un *biofiltro*; la tapa o asiento de escusado es utilizada principalmente por comodidad y estética. Por lo tanto, la elección de un material de cobertura orgánico es muy importante y un material que posea cierto contenido de humedad, como el aserrín podrido, funciona bien. No se trata del aserrín secado en hornos que se consigue en un taller de carpintería. Debe usarse aserrín de aserradero, donde los árboles son cortados para hacer tablas. Dicho aserrín está tanto húmedo como biológicamente activo y funciona como un biofiltro muy efectivo. El aserrín secado en horno es demasiado ligero y volátil para ser 100% efectivo como biofiltro, al menos que se rehidrate parcialmente. Además, éste último, que se obtiene en talleres de carpintería, puede contener químicos peligrosos si proviene de madera "tratada a presión".

Durante un invierno frío, una pila de aserrín al exterior se congelará, por lo que deberá ser cubierta o aislada térmicamente de alguna forma. De otro modo, contenedores de aserrín guardados en el sótano funcionarían como alternativa, así como la turba de musgo y otros materiales guardados al interior.

El sistema en el que se usa un material de cobertura orgánico en el contenedor del inodoro previene olores lo suficientemente bien para poder tener el inodoro al interior, durante todo el año. De hecho, un contenedor lleno, con un material de cobertura apropiado y adecuado, sin tapa, podría dejarse sobre la mesa de la cocina sin emitir ningún olor desagradable (les doy mi palabra). Un inodoro de humabono al interior debe ser diseñado para ser tan caliente, acogedor, placentero y cómodo como sea posible. Un cuarto privado con la iluminación suficiente, un asiento de escusado regular, un contenedor de material de cobertura y buen material de lectura será suficiente.

Los recipientes llenos serán cargados hacia el área de composta y depositados sobre la pila (sabrán que el contenedor está lo suficientemente lleno cuando tengan que defecar parados). Debido a que el material tiene que moverse del cuarto del inodoro a la pila de composta exterior, el cuarto del inodoro debe tener una puerta cercana que dé al exterior. Si estas diseñando un inodoro de humabono en una casa nueva, coloca el cuarto del inodoro cerca de una puerta que permita el paso directo al exterior.

Es mejor escarbar una ligera depresión en la pila de composta en el centro del compostero exterior, para luego depositar ahí el material fresco del inodoro, de modo que el humabono entrante permanezca en contacto con el centro caliente de la pila. Esto se logra fácilmente retirando con un rastrillo el material de cobertura que se encuentra encima de la pila, depositando el contenido del inodoro en la depresión resultante y luego volviendo a cubrir los depósitos frescos con el material de cobertura usando el rastrillo. El área se cubre inmediatamente con material orgánico adicional limpio y voluminoso como paja, hojas o hierbas, para eliminar olores y atrapar aire a medida que se forma la pila.

A continuación el contenedor se cepilla a fondo con poca agua, la cual puede provenir de la lluvia o de aguas grises, y usando jabón biodegradable, de estar disponible. Un cepillo de mango largo para baño funciona bien para tal propósito. A menudo, un enjuague simple pero profundo será adecuado. El agua de lluvia o el agua de desecho es ideal para este propósito ya que su recolección no requiere de electricidad ni tecnología. El agua sucia puede vaciarse sobre la pila de composta.

Es imperativo no permitir que el agua de enjuague contamine el ambiente. La mejor forma de evitarlo es poniendo el agua de enjuague sobre la pila de composta, como mencioné anteriormente. Sin embargo, también puede vaciarse en un drenaje o sistema séptico, o ser drenada hacia un humedal artificial. Así mismo se puede vaciar en la base de un árbol o arbusto designado para este propósito. Dicho árbol o arbusto debe tener una capa gruesa de material orgánico – una *esponja biológica* – en la base y debe estar enrejado para evitar el acceso de niños o mascotas. Bajo ninguna circunstancia debe arrojarse el agua de enjuague sin cuidado alguno. Esto puede ser un eslabón débil en esta simple cadena de reciclaje de humabono y provee una oportunidad muy probable de contaminación ambiental. Dicha contaminación es fácil de evitar a través de una administración considerada y responsable del sistema. Por último, nunca uses cloro para enjuagar un recipiente de composta. El cloro es un veneno químico que resulta nocivo para el ambiente y su uso es completamente innecesario en cualquier sistema de reciclaje de humabono. Usar jabón simple y agua resulta adecuado.

Después de enjuagarlo o lavarlo, el recipiente del inodoro se vuelve a colocar en el área del privado. El interior del recipiente debe espolvorearse con aserrín, el fondo se debe cubrir con dos a cinco centímetros de material de cobertura y el inodoro está listo para volver a ser usado. Después de alrededor de diez años, el contenedor puede empezar a desarrollar un olor desagradable, aun después de un lavado a fondo. Reemplaza los contenedores malolientes por contenedores nuevos para mantener un sistema libre de olores. Los contenedores malolientes perderán su aroma si se dejan remojar con agua limpia y jabonosa por largos periodos (probablemente semanas), se enjuagan, se secan al sol y quizá se remojan de nuevo, después de lo cual pueden reutilizarse (si realmente tienes escasos de recipientes, puedes volver a utilizarlos en el inodoro).

He aquí un consejo útil: al establecer un sistema de inodoro tal por primera vez, es una buena idea adquirir por lo menos *cuatro* contenedores de veinte litros con tapas, que sean *exactamente iguales* e incluso más si pretendes compostar para un gran número de personas. Usa uno bajo el asiento del inodoro y los otros tres, con sus tapas, a un lado dentro del privado, vacíos y esperando. Cuando el primero se llene, sácalo del privado, ponle su tapa, ponlo a un lado y replázalo con otro vacío. Cuando se llene el segundo, sácalo, pole una tapa, ponlo a un lado y replázalo con el siguiente contenedor vacío. Ahora tienes dos contenedores de composta llenos, los cuales puedes vaciar a tu antojo, mientras el tercero está en su lugar y listo para ser usado. De esta forma, el tiempo de vaciado de los contenedores se reduce a la mitad, ya que

es tan fácil cargar dos contenedores hasta la pila de composta como lo es con uno. Además, tienes la capacidad potencial de 80 litros (20 galones) para el inodoro en cualquier momento, en vez de sólo veinte litros (cinco galones). Puedes encontrar esa capacidad extra bastante conveniente cuando te veas inundado con visitas.

¿Por qué todos los recipientes deben ser exactamente iguales? Si construyes un mueble de inodoro permanente, la parte superior del recipiente debe sobresalir a través del mueble para entrar en contacto con un asiento de escusado regular. Esto asegura que todo el material orgánico caiga dentro del contenedor y no se salga por las orillas. A pesar de no ser un problema usual, lo puede ser con niños pequeños que pueden orinar fuera del recipiente al sentarse en el inodoro. Un buen diseño permitirá que el contenedor embone justamente a través del mueble del inodoro como se muestra en la figura 8.1. Ya que todos los contenedores de plástico son ligeramente diferentes en diámetro y altura, debes construir tu mueble del inodoro para embonar con un solo tamaño. Debes tener más contenedores idénticos cuando necesites capacidad de respaldo para recibir a mucha gente.

Con suficientes contenedores, un sistema de inodoro de humabono puede ser utilizado por cualquier cantidad de personas. Si utilizas uno en tu casa y recibes la visita de treinta personas en una sola ocasión, estarás feliz de tener contenedores vacíos listos para remplazar aquellos que se llenen. También estarás feliz de no tener que vaciar ningún contenedor hasta que tus visitas hayan partido, ya que puedes simplemente ponerlos a un lado, con una tapa, en el privado conforme se vayan llenando y después vaciarlos al día siguiente.

La experiencia me ha demostrado que 150 personas requieren cuatro contenedores de veinte litros durante una verdadera fiesta. Por lo tanto, siempre hay que estar preparados para lo inesperado y mantener una capacidad de reserva en tu privado teniendo contenedores de inodoro extra disponibles, así como suficiente material de cobertura. Casualmente, por cada contenedor de material de composta lleno que se extraiga del privado, uno lleno de material de cobertura se tendrá que ingresar. No se puede utilizar con éxito este tipo de inodoro sin un suministro adecuado de material de cobertura apropiado.

¿Esperas quinientas personas para una gran reunión en el bosque? Los inodoros de humabono funcionaran de maravilla, siempre y cuando mantengas suficientes recipientes a la mano, así como material de cobertura adecuado. Con un sistema instalado para compostar el material y algunos voluntarios para administrarlo, recolectarás muchos nutrientes valiosos para la tierra.

Las ventajas de un sistema de inodoro de humabono incluyen bajos costos iniciales en la creación de las instalaciones y bajo o nulo consumo de energía en su operación. Además, un sistema tan sencillo, cuando los residuos se compostan termófilamente, tiene un bajo costo ambiental ya que se requiere poca o nula tecnología para la operación del sistema y la composta terminada es un material tan agradable y benigno como jamás podría esperar llegar a ser el humabono. No se requieren instalaciones de compostaje dentro o cerca de las áreas de habitación, pero el inodoro puede y debería estar adentro del hogar y puede ser diseñado de manera que resulte cómodo y totalmente libre de olores.

No se necesita electricidad y no se requiere agua excepto una pequeña cantidad para la limpieza. Cuatro litros de agua (un galón) pueden lavar dos recipientes de veinte litros (cinco galones). A un adulto le toma dos semanas llenar dos recipientes de veinte litros con humabono y orina, incluyendo el material de cobertura. Se requieren cuatro litros de agua para limpieza para cada dos semanas de uso de un inodoro de humabono a diferencia de los 115 litros (30 galones) por persona cada día que utilizan los escusados convencionales.

La composta, si se administra de manera apropiada, se calentará lo suficiente para que ocurra el saneamiento, haciéndola así útil para su uso en jardines. El proceso de composta es rápido, es decir, el humabono se transforma en poco tiempo – en algunos días, si no está congelado – en una sustancia inofensiva que no atrae a las moscas. En los meses fríos de invierno la composta puede simplemente congelarse hasta el deshielo de primavera y luego calentarse. Si la composta no se administra y no se vuelve termófila, puede dejarse añejar por un par de años antes de su uso en horticultura. En cualquiera de los casos, se mantiene un ciclo natural completo, intacto.

## LOS COMPOSTEROS

Un inodoro de humabono requiere de tres componentes: 1) el recipiente del inodoro; 2) materiales de cobertura; y 3) un sistema de contención de composta. El sistema *no funcionará* sin todos estos componentes. El inodoro es tan sólo la etapa de recolección del proceso. Debido a que el compostaje se lleva a cabo *lejos* del inodoro, el sistema de contención de composta o compostero es importante.

1) *Utiliza por lo menos un compostero de doble cámara, sobre la tierra.* Se recomienda un compostero de tres cámaras. Agrega residuos a una cámara por un periodo de tiempo (por ejemplo un año), después cambia al otro por el mismo periodo de tiempo.

2) *Deposita una buena mezcla de material orgánico en la pila de composta,* incluyendo residuos de la cocina. Es una buena idea poner todos tus materiales orgánicos en el mismo compostero. No hagas caso a la gente que insiste en que la composta de humabono debe ser segregada de la demás compostas. Se trata de personas que no compostan humabono y no saben de lo que hablan.

3) *Siempre cubre los depósitos de humabono del inodoro con un material de cobertura orgánico* como aserrín, hojas podridas, turba de musgo, cascaras de arroz, periódico triturado, papel finamente cortado o cualquiera que tengas a la mano. *Siempre cubre los depósitos frescos de humabono en la pila de composta con materiales de cobertura gruesos* como paja, hierbas, heno, pasto cortado, hojas o lo que esté disponible. Asegúrate de que se esté agregando suficiente material de cobertura para que no haya acumulación excesiva de líquido en el inodoro ni olores ofensivos escapando tanto del inodoro como de la pila de composta. El truco para el uso del material de cobertura es simple: *si huele mal o se ve mal, cúbrelo hasta que no haga ninguna de las anteriores.*

4) *Mantén el fácil acceso a la pila* de forma que puedas aplanar la parte superior con un rastrillo de jardinería para poder agregar material de cobertura grueso cuando sea necesario, permitir el acceso de aire hacia la pila y poder monitorear la temperatura de la misma. La ventaja de la composta aeróbica, como sucede típicamente con las compostas colocadas sobre la superficie, a comparación de la composta relativamente anaeróbica, como sucede con los inodoros de composta encerrados, es que la composta aeróbica generara temperaturas más elevadas, asegurando así la destrucción más rápida y completa de potenciales patógenos para el ser humano.

Las desventajas de un sistema de recolección que requiere el transporte regular del humabono hacia una pila de composta son obvias. Incluyen inconvenientes como: 1) llevar el material hasta la pila de composta; 2) mantener un suministro de material orgánico de cobertura disponible y a la mano en el inodoro; 3) mantener y administrar la pila de composta en sí. Si podemos llevar a cabo estas simples tareas, entonces nunca deberemos preocuparnos por tener un inodoro funcional y amigable con el ambiente.

## SECUENCIA NORMAL DE LOS COMPARTIMENTOS DEL COMPOSTERO

Es muy importante que comprendamos que existen *dos* factores involucrados en la destrucción de patógenos potenciales en el humabono. Aunado al calor, el factor *tiempo* es importante. Una vez que el material orgánico en la pila de composta ha sido calentado por los microorganismos termófilos, debe dejarse añejar o "sazonar". Ésta es la parte del proceso que permite que suceda la última descomposición, la cual puede estar dominada por hongos y macroorganismos como las lombrices y las cochinillas. Por lo tanto, un buen sistema de compostaje utilizará por lo menos dos compartimentos, uno para llenarlo y dejarlo añejar y otro para llenar mientras el primero añeja. Un sistema de compostaje de tres compartimentos es aun mejor, ya que el tercero provee un lugar para almacenar el material de cobertura y separa los dos compartimentos activos para evitar posibles transferencias de material fresco hacia un compartimento en proceso de añejamiento.

Al compostar humabono, llena un compartimento primero. Haz que el piso del contenedor sea ligeramente cóncavo. Comienza la pila de composta depositando una capa gruesa de material orgánico voluminoso y absorbente en el fondo cóncavo. A esto se le llama "esponja biológica". Su propósito es actuar como una barrera para la absorción de filtraciones. La esponja puede ser una capa de 50 centímetros (18 pulgadas) o más de heno o paja, recortes de pasto, hojas y/o hierbas. Coloca el primer contenedor de la mezcla de humabono/aserrín del inodoro directamente sobre el centro de la esponja. Cúbrelo

inmediatamente con más paja, heno, hierbas u hojas – esta cobertura actúa como un “biofiltro” natural para prevenir olores y ayuda a mantener aire atrapado en la pila de composta en desarrollo, haciendo innecesario el volteo físico de la pila para la aireación. El tamaño regular de un compartimento del compostero es de 1.6 metros cuadrados por 1.2 metros de altura (5 pies cuadrados y 4 pies de altura).

Continúa de esta manera hasta que se llene este compartimento, que muy probablemente tomara un año, asegurándote de agregarle tanto material orgánico producido como resulte práctico. No hay necesidad de tener ninguna otra pila de composta – una es suficiente para todo lo que producen los humanos en un hogar. Si tienes animales pequeños como pollos o conejos, su abono puede ir dentro de la misma pila de composta. También se pueden agregar a la pila pequeños animales muertos.

No necesitas hacer nada especial para preparar el material que añadirás a la pila de composta. Por ejemplo, no es necesario cortar los vegetales en trozos. La mayoría de las cosas que los educadores de la composta te indican que no agregues, *pueden* compostarse en tu pila de composta de humabono (tales como carne, grasas, aceites, frutas cítricas, cadáveres de animales, etc.). Agrégalo todo a la misma pila de composta. Cualquier cosa olorosa que pueda atraer moscas deberá ser enterrada en la parte superior central de la pila. Maten una pala o un trinche cerca para este propósito y utiliza dicha herramienta *sólo* para la composta. Mantén material de cobertura limpio sobre la pila en todo momento y no permitas que adquiera la forma del Monte Cervino – manténla aplanada para evitar que el material se deslave.

Cuando tengas una cantidad repentina de material de cobertura a tu disposición, como sería un influjo de recortes de pasto cuando se poda el jardín, hierbas del mismo o las hojas de otoño, colócalos en el compartimento central para almacenarlos y úsalos para cubrir los depósitos de humabono a medida que sea necesario. Se asume que no utilizas ningún químico venenoso en tu jardín. De hacerlo, recolecta los recortes de pasto en una bolsa, llévalos a un tiradero de material tóxico y de camino piensa en la locura que implica tal comportamiento. No pongas pasto envenenado en tu pila de composta.

Llenar el primer compartimento debería tomar un año – eso es lo que nos toma a nosotros, un familia normalmente de cuatro, con varias visitas. Hemos usado este sistema durante 30 años continuos al tiempo que redacto estas líneas y cada año en el solsticio de verano (alrededor del 20 de junio) comenzamos una nueva pila de composta. Durante marzo, abril y mayo, la pila ya *parece* estar llena y no poder aceptar más material, pero siempre lo hace. Esto se debe al encogimiento constante de la pila de composta que sucede conforme se acerca el verano. Cuando la pila finalmente está completa, se cubre con una capa gruesa de paja, hojas, pasto u otro material limpio (sin semillas de hierbas) que actuará como aislante y biofiltro; después se deja a añejar (ver foto, pagina 175).

En este punto, se comienza a llenar el segundo contenedor, siguiendo el mismo procedimiento que con el primero – comenzando con la esponja biológica y el fondo cóncavo. Cuando la segunda cámara esta casi llena (un año después), la primera puede empezar a ser vaciada hacia el jardín, las moras, el huerto o las jardineras de flores. Si por cualquier razón no te sientes cómodo usando tu composta para fines de producción de alimentos, úsala para crecer flores, árboles o arbustos.

Una pila de composta puede aceptar una gran cantidad de residuos y aun cuando parezca estar llena, tan pronto como le des la espalda, se encogerá y dejará espacio para más material. Una preocupación común entre los compostadores neófitos de humabono es que la pila parece estarse llenando demasiado rápido. Muy probablemente, la pila de composta seguirá aceptando material conforme lo agregues ya que se encoge constantemente. Si, por alguna razón, la pila se llega a llenar repentinamente y no tienes donde depositar el material de composta, entonces simplemente tendrás que comenzar a llenar un nuevo compartimento de composta. Cuatro paletas de carga de madera unidas por las orillas formarán un rápido compostero en caso de emergencias.

El sistema anteriormente descrito no producirá composta terminada sino hasta transcurridos dos años después del inicio del proceso (un año para construir la primera pila y un año adicional para su añejamiento). Sin embargo, después del periodo inicial de dos años, una gran cantidad de composta estará disponible cada año.

¿Qué pasa con las filtraciones o líquidos nocivos que puedan drenarse de la pila hacia el ambiente? Para empezar, la composta *requiere* mucha humedad; la evaporación de humedad es una de las principales razones por la cual la composta se encoge tanto. Las pilas de composta no tienden a *drenar* líquidos al menos que se encuentren sometidas a cantidades excesivas de lluvia. La mayoría del agua de lluvia es absorbida por la composta, pero en áreas de alta precipitación puede colocarse un techo o tapa sobre la

composta durante los tiempos apropiados para prevenir filtraciones. Este techo puede ser tan sencillo como un pedazo de plástico o una lona. En segundo lugar, se debe colocar una esponja biológica gruesa bajo la composta antes de comenzar a formar la pila. Ésta actuará como barrera para las filtraciones.

Si estos dos factores no resultan lo suficientemente efectivos, sería cuestión de simplemente colocar una capa de plástico debajo de la pila de composta, bajo la esponja biológica, antes de comenzar a formar la pila. Dobla el plástico de forma que recolecte las filtraciones y las drene hacia una cubeta de cinco litros enterrada al ras del suelo. Si se llena la cubeta con filtraciones, vuelve a vaciar el líquido sobre la pila de composta. El contacto entre la pila de composta y la tierra actúa como un corredor para que los organismos de la tierra entren a la composta y el plástico evitará esta migración natural. No obstante, el plástico *puede* prevenir la filtración de manera simple y efectiva, de ser necesario.

## POBLACIONES PATÓGENAS Y EL PERIODO DE RETENCIÓN DE 2 AÑOS

Los fecofóbicos, como lo hemos observado a través de estas páginas, creen que todo el excremento humano es extremadamente peligroso y que causará el fin del mundo como lo conocemos de no ser inmediatamente desechado por el escusado. Algunos insisten que las pilas de composta de humabono deben ser volteadas constantemente – para asegurar que todas las partes de la pila se sometan a las altas temperaturas internas.

El único problema que tiene esta idea es que la mayoría de la gente produce residuos orgánicos en pequeñas cantidades a la vez. Por ejemplo, la mayoría de la gente defeca una vez al día. Por lo tanto, la persona promedio no tiene a su disposición grandes cantidades de material orgánico apropiado para el compostaje termófilo. Siendo así, aquellos que hacemos el compostaje una parte normal de nuestro día a día tendemos a ser “compostadores continuos”. Agregamos material orgánico continuamente a nuestra pila de composta y casi nunca tenemos un gran “lote” que pueda ser volteado y girado de una vez. De hecho, una pila de composta continua tendrá una *capa* termófila, que se encontrará normalmente alrededor de los cincuenta centímetros (dos pies) superiores de la pila. Si se torna la pila bajo estas condiciones, esta capa se asfixiará con el fondo de la pila, cuya fase termófila ya ha terminado y toda actividad termófila se verá detenida.

En poblaciones humanas sanas, por consiguiente, no se recomienda tornar una pila de composta continua. En cambio, todo el humabono debe ser depositado en el centro de la parte superior de la pila para alimentar así a la parte caliente de la composta y se debe mantener una capa gruesa de material aislante (paja, por ejemplo) sobre la masa en proceso de compostaje. Las personas que tengan dudas sobre la seguridad higiénica de su composta de humabono terminada deberán utilizarla en huertos o jardines que no estén destinados a la producción de alimentos o hacerle pruebas de laboratorio antes de utilizarla en cultivos alimentarios.

Por otro lado, uno puede tener la necesidad de compostar el humabono proveniente de poblaciones en las que se sabe que existen problemas de salud. Si el material orgánico está disponible en *lotes*, entonces se puede voltear frecuentemente durante la etapa termófila, si se desea, para potenciar la muerte de patógenos. Después de la etapa termófila, la composta se puede dejar madurar por lo menos durante un año. Para mayor información sobre el volteado de la composta, referirse al Capítulo 3.

Si el material orgánico proveniente de poblaciones enfermas está disponible únicamente de manera continua y el volteado de la composta resultaría, por ende, contraproducente, se recomienda un tiempo de añejamiento *adicional* de un año completo. Esto requerirá un compartimento de composta adicional a los dos que ya están en uso. Después de haber llenado el primero (durante un año aproximadamente), se deja reposar *durante dos años*. El segundo se llena durante el segundo año, después se deja reposar por dos años. Se llena el tercero durante el tercer año. Cuando se haya llenado el tercero, el primero habrá madurado durante dos años y deberá estar libre de patógenos y listo para su uso para fines agrícolas. Este sistema tiene un tiempo de espera de tres años antes de que la composta esté disponible para su uso en agricultura (un año para construir la primera pila y dos años más de retención), pero los años adicionales de retención proveerán seguridad adicional contra los patógenos persistentes. Después del tercer año, la composta terminada estará disponible anualmente. De nuevo, si existen dudas, manda

examinar la composta en un laboratorio en busca de patógenos o úsala para fines agrícolas donde no entre en contacto con cultivos de alimentos.

## ANÁLISIS

Tras 14 años de compostaje, analicé la tierra de mi jardín, la tierra de mi patio (para fines de comparación) y mi composta, para determinar la fertilidad y el pH de cada una, usando kits de análisis LaMotte de la universidad local.<sup>1</sup> También envié muestras de mis heces a un hospital local para que fueran analizadas en busca de hueva parasítica o gusanos. Esto fue en 1993.

La composta de humabono probó tener niveles adecuados de nitrógeno (N), ser rica en fósforo (P) y potasio (K) y tener concentraciones más elevadas de estos elementos así como de otros minerales benéficos que la tierra del jardín y la del patio. El pH de la composta fue de 7.4 (ligeramente alcalino), pero no se agregó cal ni cenizas durante el proceso de compostaje. Ésta es una razón por la cual no recomiendo agregar cal (que eleva el pH) a la pila de composta. Una composta terminada idealmente tendrá un pH de alrededor de 7 (neutro) o ligeramente más alto.

La tierra del jardín tenía un contenido ligeramente menor de nutrientes (N, P, K) que la composta y su pH también fue ligeramente menor (7.2). Había agregado cal y cenizas de madera a la tierra de mi jardín por años, lo cual puede explicar por qué era ligeramente alcalina. Sin embargo, la tierra del jardín tenía un contenido de nutrientes y pH significativamente superior al de la tierra del patio (pH de 6.2), la cual permaneció generalmente empobrecida.

Las muestras de mis heces estaban libres de hueva patogénica y de parásitos. Usé mis propias heces para los análisis porque yo había estado expuesto al sistema de composta y a la tierra del jardín durante más años que el resto de mi familia. Había manejado la composta libremente, con las manos descubiertas, año tras año, sin reservas. Volví a hacer los análisis de mis heces un año después, tras 15 años de exposición, después 11 años más tarde, tras 26 años de exposición, una vez más con un resultado negativo. Cientos de personas habían usado mi inodoro de composta durante los años anteriores a estas pruebas.

Estos resultados indican que la composta de humabono es un buen enriquecedor para la tierra y que no hubo transmisión de parásitos intestinales de la composta hacia el encargado de su manejo tras 26 años de uso continuo y sin restricciones, en los Estados Unidos.

A través del periodo completo de 26 años, la mayoría de la composta de humabono que mi familia ha producido ha sido utilizada en nuestro jardín de comida. Hemos crecido muchos alimentos con esa composta y con ella también un cultivo de niños adorables y sanos.

Algunos podrían argumentar que los análisis de laboratorio que llevé a cabo en busca de hueva y parásitos no tenían punto alguno. No probaron nada porque, en primera instancia, pudo no haber ninguna contaminación por parásitos intestinales en la composta. El hecho de que después de 26 años y literalmente cientos de usuarios no llegaran tales contaminantes hasta mi composta resulta información importante. Esto sugiere que los miedos hacia el humabono son sumamente exagerados. El punto es que mi composta no ha creado ningún problema de salud ni para mí ni para mi familia y éste es un punto importante, del cual los fecofóbicos deberían tomar nota.

## MONITOREO DE LA TEMPERATURA DE LA COMPOSTA

En 1993 grafiqué la temperatura de mi pila de composta descongelándose en primavera durante dos años seguidos. Durante el invierno, la composta se congeló, tan sólida como una paleta helada de caca, y quise ver qué sucedería después de que las pilas se descongelaran. La composta consistía principalmente en depósitos provenientes del inodoro de composta, el cual contenía aserrín de madera dura, humabono con orina y papel de baño. Además de este material, se agregaron restos de comida de la cocina esporádicamente a lo largo del invierno y se usó heno para cubrir los depósitos del inodoro en la pila. Algunas hierbas y hojas también fueron agregadas.

El material fue recolectado continuamente por una familia de cuatro. No se hizo nada en especial con la pila en ningún momento. No se agregaron materiales inusuales, ningún compuesto para comenzar composta, ni agua, ni abono de animales que no fueran humanos (aunque un poco de abono de pollo fue

agregado a la pila graficada en la derecha, lo cual podría explicar las temperaturas de compostaje más elevadas). No se volteó la composta en lo absoluto. Las pilas de composta estaban situadas en un compostero de madera de tres lados, sin tapa, sobre la tierra, al exterior. El único material importado fue el aserrín crudo, un recurso local abundante y heno de una granja vecina (usamos menos de dos pacas durante todo el invierno).

Se utilizaron dos termómetros para monitorear la temperatura de esta composta, uno con una sonda de 20 cm (8 pulgadas) y el otro con una sonda de 51 cm (20 pulgadas). La parte exterior de la pila (20 cm de profundidad) que se muestra en la gráfica de la izquierda fue calentada por la actividad termófila antes que el interior (51 cm de profundidad). El exterior se descongeló primero, por lo que comenzó a calentarse primero. Pronto, el interior se descongeló y también se calentó. Para el 8 de abril, la parte exterior de la pila había alcanzado los 50°C (122°F) y la temperatura se mantuvo a ese nivel o mayor hasta el 22 de abril (un periodo de dos semanas). El interior de la pila alcanzó los 50°C el 16 de abril, más de una semana después que la parte exterior y permaneció así o más caliente hasta el 23 de abril. La pila que se muestra en la gráfica de la derecha estuvo a 50°C durante 25 días.

Desde 1993, he monitoreado la temperatura de mi composta de humabono continuamente, durante todo el año. La composta típicamente alcanza los 49°C (120°F), a una profundidad de 51 cm, a principios de primavera y se mantiene así durante todo el verano y el otoño. En invierno, la temperatura desciende, pero las pilas de composta no se han congelado desde 1997. De hecho, los termófilos de la composta parecen estar adaptando a los fríos inviernos de Pensilvania y no es raro que mi composta alcance temperaturas de 37.8°C (100°F) durante todo el invierno, aun cuando la temperatura ambiental alcance las dos cifras negativas. La temperatura máxima que he registrado es de 65°C (149°F), pero las temperaturas más típicas varían entre los 44°C (110°F) y los 54°C (130°F). Por alguna razón, la composta parece permanecer alrededor de los 49°C (120°C) la mayoría de los meses de verano (a una profundidad de 51 cm).

De acuerdo con el Dr. T. Gibson, Cabeza del Departamento de Biología agrícola de la Universidad de Agricultura de Edimburgo y Escocia del Este, *“Toda la evidencia demuestra que algunas horas a 120 grados Fahrenheit [49°C] eliminarían por completo a los [microorganismos patógenos]. Debería haber un amplio margen de seguridad si se mantuviera dicha temperatura durante 24 horas.”*<sup>2</sup>

A propósito, estoy escribiendo este párrafo el 24 de febrero de 2005. Vacíe cuatro contenedores de composta de humabono esta mañana antes de empezar a escribir. La temperatura exterior era de -5.5°C (22°F). La temperatura de la composta a una profundidad de 51 cm estaba justo arriba de los 37.8°C (100°F). Me fijé en el reloj antes de empezar a vaciar la composta y una vez más después de haber terminado y haberme lavado las manos. Pasaron exactamente quince minutos. Esta es una tarea semanal y en invierno toma más tiempo porque se tiene que sacar un garrafón de cinco litros de agua con la composta para enjuagar los contenedores (el barril de almacenamiento de agua de lluvia de la hacienda de Humabono se vacía durante los meses de invierno y no hay agua disponible ahí). Nunca he puesto mucha atención en que tan tardado (o no) es el compostaje de humabono, por lo que me sorprendió que tomara sólo quince minutos el vaciar cuatro contenedores a un paso relajado durante la peor época del año.

No debería sorprenderme, sin embargo, ya que hemos desarrollado un sistema eficiente con el paso de los años – usamos un sistema de cuatro contenedores, porque es más fácil cargar dos contenedores que uno y cuatro recipientes durarán aproximadamente una semana para una familia de cuatro, lo que se resume en sólo vaciar la composta de manera semanal. En invierno, se requieren cinco litros de agua para enjuagar dos recipientes. Esto significa que cuatro personas necesitarán 2.5 litros de agua cada uno por semana para el inodoro, requiriendo cuatro minutos por persona por semana para el vaciado de la composta.

Concedido, se requiere tiempo adicional para adquirir y guardar los materiales de cobertura – un trabajo que usualmente se hace en verano u otoño (utilizamos alrededor de diez pacas de heno o paja cada año, más una carga de aserrín en una camioneta pickup). También se requieren algunos minutos para rellenar los contenedores de material de cobertura en el cuarto del inodoro (en nuestra casa éste es usualmente un trabajo reservado para los niños). La tarea más ardua es el transportar la composta hacia el jardín cada primavera. Pero aun así, ese es el punto – hacer composta.

## LA MALDITA FECOFOBIA

Parece ser un miedo irracional entre los fecofóbicos que si no mueres instantáneamente a causa de la composta de humabono, tendrás una muerte lenta y miserable, o seguramente causarás una epidemia y todos aquellos que estén a 300 kilómetros de ti caerán como moscas o te verás tan infestado de gusanos parasíticos que tu cabeza parecerá espagueti.

Estos miedos existen probablemente porque la mayoría de la información impresa que concierne al compostaje de humabono es confusa, errónea o incompleta. Por ejemplo, mientras investigaba la literatura para la preparación de este libro, me pareció sorprendente que casi no se hace mención del compostaje termófilo de humabono como una alternativa viable para otras formas de saneamiento local. Cuando se mencionan sistemas de “cubeta”, también llamados sistemas de “acarreo”, son universalmente menospreciados como la alternativa de saneamiento menos deseable.

Por ejemplo, en *A Guide to the Development of On-Site Sanitation (Una Guía para el Desarrollo de Saneamiento Local)* por Franceys et al., publicado por la Organización Mundial de la Salud en 1992, las “letrinas de cubeta” son descritas como “malolientes, creadoras de molestias por moscas, un peligro para aquellos que recolectan o utilizan la tierra de la noche y su recolección es ambiental y físicamente indeseable.” A este sentimiento se le hace eco en el trabajo de Rybczynski et al., sobre opciones de saneamiento de bajo costo, financiado por el Banco Mundial, donde se establece que “las limitaciones de la letrina de cubeta incluyen las visitas de recolección constantes que se requieren para vaciar el pequeño contenedor de [humabono], así como la dificultad de restringir el paso de moscas y olores provenientes de la cubeta.”

Personalmente, yo he utilizado un inodoro de humabono durante 30 años y nunca ha causado problemas de olores, problemas de moscas, problemas de salud o problemas ambientales. Muy por lo contrario, he *incrementado* mi salud, la salud de mi familia y la salud del ambiente al producir alimentos sanos y orgánicos en mi jardín y manteniendo los desechos humanos fuera de los suministros de agua. No obstante, Franceys et al. agregan que “la recolección de [humabono] nunca debería ser una opción a considerar en programas de mejora del saneamiento y todas las letrinas de cubeta existentes deberían ser reemplazadas a la brevedad posible.”

Obviamente Franceys et al. se refieren a la práctica de recolectar el humabono en cubetas sin material de cobertura (lo cual seguramente apestaría hasta el cielo y atraería moscas) y sin ninguna intención de compostarlo. Tales cubetas llenas de orina y heces supuestamente se desearían de forma cruda hacia el ambiente. Naturalmente, prácticas como ésta deberían ser fuertemente desalentadas, e incluso ser penadas por la ley.

No obstante, más allá de forzar a las personas que usan tales métodos rudimentarios de manejo de desechos a cambiar a métodos más prohibitivamente costosos, probablemente sería mejor educar a esta gente sobre *recuperación de recursos*, el *ciclo de nutrientes del ser humano* y sobre *compostaje*. Resultaría más constructivo el ayudarlos a obtener materiales de cobertura adecuados y apropiados para sus inodoros, brindarles asistencia para construir sus *composteros* y así eliminar los desechos, contaminación, olores, moscas y peligros para la salud al mismo tiempo. Encuentro inconcebible que científicos inteligentes y educados que observan las letrinas de cubeta y los olores y las moscas asociados a estos no vean que la simple adición de material de cobertura limpio y orgánico al sistema resolvería los antes mencionados problemas y balancearía el nitrógeno del humabono con carbono.

Franceys et al., sin embargo, plantean en su libro, que “*aparte del almacenamiento en letrinas de doble poso, el tratamiento más adecuado para el saneamiento local es el compostaje.*” Estoy de acuerdo que el compostaje, al hacerse correctamente, es el método más apropiado para el saneamiento local disponible para el ser humano. No estaría de acuerdo en que las letrinas de almacenamiento de doble poso sean más apropiadas que el compostaje termófilo al menos que se pudiera probar que usando tal sistema de doble poso se puede destruir adecuadamente a los patógenos de los humanos y dicho sistema fuera cómodo y conveniente, no produjera olores desagradables y no requiriera segregar la orina de las heces. De acuerdo con Rybczynski, la letrina de doble poso muestra una reducción de hueva de *Ascaris* de un 85% después de dos meses, una estadística que no me impresiona. Cuando mi composta está lista, no quiero *ninguna* amenaza patógena merodeando en ella.

Irónicamente, el trabajo de Franceys et al. procede ilustrando un “árbol de decisiones para la selección del saneamiento” que indica que el uso de una “letrina composta” como uno de los métodos de saneamiento menos deseables y que sólo puede usarse si el operador está dispuesto a recolectar la orina por separado. Desafortunadamente, la literatura profesional contemporánea está plagada con este tipo de información inconsistente, incompleta e incorrecta, la cual seguramente llevaría al lector a creer que el compostaje de humabono simplemente no vale la pena.

Por otro lado, Hugh Flatt, quien, según me parece, es un practicante y no un científico, habla del sistema de inodoro de humabono que usó por décadas en su obra *Practical Self-Sufficiency (Autosuficiencia Práctica)*. Vivió durante más de 30 años en una granja que utilizaba “inodoros de cubeta”. Los inodoros daban servicio a varios visitantes cada año y regularmente dos familias en la casa de la granja, sin hacer uso de químicos. Usaban aserrín, mismo que el Sr. Flatt describe como “absorbente y con olor dulce”. El aserrín se agregaba después de cada uso del inodoro y éste último era vaciado sobre la pila de composta a diario. El montón de composta estaba situado sobre una base de tierra, los depósitos se cubrían cada vez que se agregaban al montón y se le agregaban residuos de los pollos, así como paja. El resultado era “una composta de olor fresco, suave y biológicamente activa que estaba lista para ser agregada al jardín.”<sup>3</sup>

Quizás los “expertos” algún día entenderán, aceptarán y promoverán técnicas simples de compostaje de humabono como el inodoro de humabono. Sin embargo, probablemente tengamos que esperar hasta que se enseñe la materia de Compostaje en las universidades, lo cual puede ocurrir poco tiempo después de que el infierno se congele. Por ahora, aquellos que utilizamos métodos simples de compostaje de humabono debemos observar los comentarios de los llamados expertos con una mezcla de humor y desagrado. Consideremos, por ejemplo, los siguientes comentarios subidos a internet por otro “experto”. Un lector escribió una duda en el foro de inodoros composta de una página de internet preguntándose si alguien tenía críticas científicas acerca del antes mencionado sistema de inodoro de humabono. El experto respondió que estaba a punto de publicar un libro sobre inodoros composta y ofreció el siguiente extracto:

“Precaución: A pesar de su poderoso atractivo por su lógica y simplicidad, yo esperaré que este sistema presentara una separación especialmente grande entre su efectividad teórica y práctica. Si no tienes un registro de seguimiento consistente de haber mantenido altas temperaturas en pilas rápidas de composta, yo abogaré en contra del uso de este sistema. Incluso entre los jardineros, solamente una pequeña minoría arma pilas de composta que consistentemente alcancen las altas temperaturas necesarias. Los problemas de salud que me preocuparían son 1) insectos y pequeñas criaturas que se escapan de las partes con altas temperaturas de la pila, acarreado con ellos una capa de heces llenas de patógenos; 2) criaturas grandes (perros, mapaches, ratas...) invadiendo la pila en busca de alimento y esparciendo rastros de desperdicios; y 3) la exposición directa inevitable al cargar, vaciar y lavar las cubetas.

Algunas personas astutas y de mente abierta han dado con la inspiración de compostar heces... ¡al añadirlas a sus pilas de composta! ¡Qué concepto tan revolucionario!... ¿Suenan demasiado bueno para ser verdad? Bueno, en teoría es verdad, pero en la práctica yo creo que poca gente pasaría por todas las pequeñas molestias que se interponen en el camino para obtener estos beneficios. No porque cualquiera de las partes sea muy difícil, sino que, si nunca comes azúcar y te cepillas y usas hilo dental después de cada comida, tampoco tendrás caries.”<sup>4</sup>

¿Suenan un poco cínicos? Los comentarios anteriores muestran una falta total de mérito científico y exponen a un “experto” que no tiene ninguna experiencia en la materia acerca de la cual comenta. El autor da en el blanco en ciertos puntos débiles del miedo de los fecofóbicos. Su comentario sobre los insectos y criaturas escapando de la pila de composta cubiertos con heces cargadas de patógenos resulta un perfecto ejemplo. Seguramente sería una mala idea el informar a este sujeto que el material fecal es un producto de su cuerpo y que si está cargado de patógenos, es él quien está en muy mala forma. Además, probablemente hay material fecal dentro de él en todo momento. Imagínense – material fecal infestado de patógenos, rebosante de organismos portadores de enfermedades, de hecho se encuentra reposando en los intestinos del hombre. ¿Cómo puede sobrevivir?

Cuando se vive cerca de un sistema de compostaje de humabono por un largo periodo de tiempo, se llega a entender que el material fecal viene de nuestro propio cuerpo y existe dentro de nosotros mismos en todo momento. Entendiendo esto, sería difícil temerle a nuestro propio humabono e imposible verlo como una sustancia rebosante de organismos causantes de enfermedades, al menos claro, que el portador mismo esté rebosante de enfermedades.

El autor atina a otro miedo irracional – los animales grandes, incluyendo a las ratas, invadiendo la pila de composta y esparciendo enfermedades por toda la creación. Los composteros pueden construirse fácilmente para ser a prueba de animales. Si pequeños animales como las ratas resultan un problema, el compostero puede rodearse con malla de gallinero en cada lado y por abajo. Los composteros deberían tener paredes laterales como paletas de carga, pacas de paja, tablas de madera o barreras similares para mantener fuera a los perros. Un simple tramo de enrejado de alambre cortado para embonar con la parte expuesta de la pila de composta activa evitará que cualquier animal escarbe en ella mientras permite que la lluvia mantenga la pila húmeda.

El autor advierte que la mayoría de los jardineros no tienen compostas termófilas. La mayoría de los jardineros también mantienen materiales críticos fuera de sus compostas, gracias a la propagación del miedo de los mal informados. Dichos ingredientes son la orina y las heces, los cuales muy probablemente harían a la composta termófila. Los inodoros de compostaje comerciales casi nunca se tornan termófilos. Como hemos observado, no es sólo la temperatura de la composta que destruye a los patógenos, también es el tiempo de retención. La composta de un inodoro de humabono requiere un tiempo de construcción de un año y otro año de retención sin alteraciones. Cuando se añade una fase termófila al proceso, yo retaría a cualquiera a inventar un sistema para la destrucción de patógenos que fuera más efectivo, amigable con la tierra, simple y de bajo costo.

Por último, el autor nos previene de “la inevitable exposición directa que resulta de cargar, vaciar y lavar las cubetas.” No estoy seguro a dónde quiere llegar con esto, ya que yo he cargado, vaciado y lavado recipientes del inodoro durante décadas y nunca he tenido un problema. Limpiarse el trasero después de defecar requiere más “exposición directa” que vaciar la composta, pero no desalentaría a la gente de hacerlo. Resulta bastante simple el lavarse las manos después de defecar y después de encargarse de la composta y como pueden ver, es muy fácil dejarse llevar por el frenesí rabioso de los fecofóbicos.

Otros expertos recientemente han aportado su grano de arena sobre los inodoros de humabono. Un libro acerca de inodoros de compostaje menciona al sistema de inodoro de humabono.<sup>5</sup> A pesar de que no todos los comentarios son cínicos y pretenden ser informativos, se alcanza a colar un poco de desinformación. Por ejemplo, la sugerencia de usar “guantes de hule y quizá una mascarilla cubre boca transparente para evitar ser salpicados” al vaciar los contenedores hacia una pila de composta, causó gruñidos y varias miradas de desaprobación cuando fue leído en voz alta frente a compostadores de humabono experimentados. ¿Por qué no usar un traje lunar aprobado por la EPA y cargar el recipiente de composta al final de un poste de tres metros? ¿Cómo puede ser que aquello que acaba de salir del nuestro cuerpo pueda ser considerado tan absolutamente tóxico? ¿No podemos vaciar los contenedores hacia la pila de composta sin salpicar los contenidos sobre nuestra cara? Existen más exageraciones y desinformación en el libro cuando éste trata los niveles de temperatura y las técnicas de elaboración de composteros. Una advertencia de “enterrar la composta terminada en un hoyo poco profundo o zanja alrededor de las raíces de plantas no comestibles”, denota una clásica fecofobia. Aparentemente, se tiene que vetar la composta de humabono de la producción de alimentos para humanos. Los autores recomiendan que la composta de humabono *se vuelva* a compostar en una pila de composta sin humabono, o que se trate con microondas para su pasteurización, ambas sugerencias siendo bastante bizarras. Agregan, “Tu agente de salubridad y vecinos pueden no estar interesados en este método [compostaje con inodoros de humabono].”

He tenido que rascarme la cabeza preguntándome por qué los “expertos” dirían este tipo de cosas. Aparentemente, la acción de *compostar* nuestro propio humabono es tan radical e incluso revolucionaria para la gente que ha pasado su vida tratando de *deshacerse* de esta sustancia, que no pueden apegarse a la idea. Irónicamente, un inodoro de humabono muy simple usado por un físico y su familia en Oregon se muestra e ilustra en el libro anteriormente mencionado. El físico expone, “*No hay malos olores. Nunca hemos tenido quejas de los vecinos*”. Su sistema de inodoro de humabono también está ilustrado en internet, donde una breve descripción lo resume: “*Este simple sistema de inodoro de compostaje es poco costoso tanto en su construcción como en su operación y al mantenerse adecuadamente, resulta estético e*

*higiénico. Es un complemento perfecto para la jardinería orgánica. En varios sentidos, tiene un mejor desempeño que otros sistemas complicados que cuestan cientos de veces más.*” A menudo, el conocimiento derivado de la experiencia en la vida real puede ser diametralmente opuesto a las especulaciones de los “expertos”. Los usuarios de inodoros de humabono encuentran, a través de la *experiencia*, que un sistema tan simple puede funcionar excepcionalmente bien.

¿Qué sucede con los “agentes de salubridad”? Las autoridades de salubridad pueden dejarse llevar por la desinformación, como aquella expuesta en las afirmaciones precedentes. Las autoridades de salubridad, en mi experiencia, generalmente saben poco, si es que saben algo en lo absoluto, acerca del compostaje termófilo. Muchos de ellos ni siquiera han escuchado hablar de él. Las autoridades de salubridad que me han contactado están muy interesadas en obtener más información y parecen estar bastante abiertas a la idea de un sistema de reciclaje de humabono natural, de bajo costo y efectivo. Saben que las aguas negras producidas por el ser humano son contaminantes peligrosos así como un serio problema ambiental y parecen estar sorprendidas e impresionadas al enterarse que dichas aguas residuales pueden ser evitadas por completo. La mayoría de las personas inteligentes están dispuestas y son capaces de expandir su conciencia y cambiar sus actitudes basándose en información nueva. Por lo tanto, si estas usando un inodoro de humabono y estas teniendo problemas con cualquier autoridad, por favor dales una copia de este libro. Mantengo la oferta de donar, sin cargo alguno, una copia del *Manual del Humabono* a todo agente permisivo o autoridad de salubridad, sin hacer preguntas, a cualquiera que lo pida – sólo manda un nombre y dirección a la editorial que se encuentra al principio de este libro.

Los profesionales de la salud y autoridades ambientales bien informadas están conscientes que los “desperdicios humanos” presentan un dilema ambiental que no llega a ninguna parte. El problema, por lo contrario, es cada vez peor. Se está contaminando demasiada agua a causa de las aguas residuales y descargas de tanques sépticos y debe haber una alternativa constructiva. Probablemente ésta es la razón por la cual cuando las autoridades en salud se enteran del compostaje termófilo del humabono, se dan cuenta que quizás no existe mejor solución que ésta para el problema de los desperdicios humanos. También puede ser por esto que recibiera una carta del Departamento de Salud y Servicios Humanos de los Estados Unidos expresando su apreciación por este libro y queriendo saber más sobre el compostaje de humabono, o por lo cual la Agencia de Protección Ambiental de EUA me escribió elogiando el *Manual del Humabono* y ordenando copias, o por qué el Departamento de Protección Ambiental de Pensilvania nominara el *Manual del Humabono* para un premio de medio ambiente en 1998. Los fecofóbicos pueden pensar que el compostaje de humabono es peligroso. Esperaré pacientemente mientras encuentran una mejor solución al problema de los “desperdicios humanos”, pero no aguantaré la respiración mientras lo hago.

## IMPLICACIONES LEGALES

Éste es un tema interesante. Los cínicos creerán que el compostaje de humabono definitivamente debe ser ilegal. Después de todo, el humabono es un peligroso contaminante y debe desecharse inmediatamente de forma profesional y aprobada. El reciclaje es tonto y peligroso para tu salud y la salud de tu comunidad y el ambiente. Por lo menos esto es lo que los fecofóbicos piensan. Por lo tanto, el reciclaje de humabono no puede ser una actividad que figure dentro de la ley ¿o sí? Bueno, de hecho si, el compostaje de humabono en el patio trasero probablemente está bastante apegado a las leyes a las cual estás sujeto.

El desecho de desperdicios está regulado y debería estarlo, ya que es potencialmente peligroso para el ambiente. El desecho de aguas residuales y su reciclaje también están regulados y deben serlo. Las aguas residuales albergan sustancias peligrosas depositadas en un canal de desechos con flujo de líquido. Las personas que compostan su humabono no desechan desperdicios ni producen aguas residuales – están reciclando. Además, respecto a las regulaciones de la propia composta, tanto el compostaje de jardín como el compostaje en granjas generalmente están exentas de regulaciones a menos que la composta se venda o si las operaciones de composta de la granja son inusualmente grandes.

Citando una fuente, *“El Departamento de Protección Ambiental de los Estados Unidos (DEP, por sus siglas en inglés) ha establecido regulaciones detalladas para la producción y el uso de composta creada a partir de [material orgánico]. Estas regulaciones excluyen a la composta obtenida del compostaje en el patio*

*trasero y las operaciones normales en las granjas. La composta proveniente de dichas actividades está exenta de cualquier regulación únicamente al ser utilizada en la misma propiedad en la que fue compstada, como parte de las operaciones de la granja. Cualquier composta para venta debe cumplir con los requisitos de las regulaciones.*<sup>6</sup>

Los inodoros de compostaje también están regulados en algunos estados. Sin embargo, los inodoros de compostaje se definen típicamente como inodoros *dentro de los cuales sucede el compostaje*. Un inodoro de humabono, por definición, *no* es un inodoro de compostaje porque el compostaje no sucede dentro del mismo. El compostaje sucede en el “patio trasero” y por lo tanto no está regulado por las leyes de los *inodoros* de compostaje. En vez de éstas, las leyes de inodoros portables pueden aplicar, pero la excepción del compostaje en el patio trasero probablemente les permitirá a los usuarios de inodoros de humabono continuar con su compostaje sin ser molestados.

Una revisión a las leyes de los inodoros de compostaje resulta interesante y desconcertante al mismo tiempo. Por ejemplo, en Maine, aparentemente es ilegal desechar restos de comida de la cocina a través del hoyo del inodoro en un inodoro de compostaje comercial, aun si los restos de comida y los materiales del inodoro deben ir exactamente en el mismo lugar en la cámara de compostaje. Una regulación como ésta no hace ningún sentido. En Massachusetts, la composta terminada proveniente de inodoros de compostaje debe ser enterrada bajo 25 centímetros (6 pulgadas) de tierra o recogida y desecheda por un operador de tanques sépticos.

Idealmente, las leyes están hechas para proteger a la sociedad. Las leyes que requieren sistemas de desecho de material séptico, de desperdicios y aguas residuales supuestamente están diseñadas para proteger el ambiente, la salud de los ciudadanos y los suministros de agua. Todo esto se debe encomendar y debería ser concienzudamente llevado a cabo por aquellos que producen *aguas residuales*, un material de desperdicio. Si tú no produces aguas negras, no tienes necesidad de un sistema de desecho de aguas residuales. El número de personas que producen composta en su patio trasero en vez de aguas negras es tan reducido, que se han promulgado muy pocas, o ninguna, leyes que regulen esta práctica.

Si estás preocupado por las leyes locales, acude a la biblioteca y ve que puedes encontrar acerca de las regulaciones que conciernen al compostaje en el patio trasero. O pregunta al condado o agencia estatal ya que los estatutos, órdenes y regulaciones varían de una localidad a otra. Si no quieres desechar tu abono sino que en vez quieres compostarlo (lo cual seguramente hará que se levanten algunas cejas en la oficina municipal de tu localidad), puede que tengas que levantarte y defender tus derechos.

Un lector me llamó desde un pequeño estado en Nueva Inglaterra para contarme su historia. El hombre tenía un inodoro de humabono en su casa, pero las autoridades municipales locales decidieron que sólo podía utilizar un inodoro sin agua “autorizado”, es decir, en este caso, un inodoro de incineración. El hombre no quería un inodoro de incineración porque el inodoro de humabono le funcionaba bien y le gustaba hacer y usar su composta. Así que se quejó con las autoridades, asistió a las reuniones de la localidad e hizo un escándalo. Todo en vano. Tras meses de “pelear en contra del ayuntamiento”, se dio por vencido y compró un inodoro de incineración muy costoso y “aprobado”. Cuando le fue entregado en su casa, pidió a quien lo llevó que lo colocara en el cuarto de almacén – y ahí es donde permaneció, aún en su empaque, jamás abierto. El hombre continuó usando su inodoro de humabono durante años después de esto. Las autoridades sabían que él había comprado el inodoro “aprobado” y a partir de entonces lo dejaron en paz. Nunca lo utilizó, pero a las autoridades no les importó. *Compró* el maldito aparato y lo tenía en su casa y eso es lo que querían. Evidentemente estas autoridades locales no eran ningunos científicos espaciales.

Otra historia interesante viene de un hombre en Tennessee. Parece que compró una casa que tenía un sistema de drenaje bastante rudimentario – el escusado despedía los contenidos directamente hacia un arrollo detrás de la casa. El tipo fue lo suficientemente inteligente para saber que esto no era nada bueno, así que instaló un inodoro de humabono. Sin embargo, un vecino poco amigable asumió que aún estaba usando el sistema de desecho directo de desperdicios y reportó al hombre a las autoridades. Pero dejemos que les cuente en sus propias palabras:

Nuestro primitivo privado exterior emplea la rotación de recipientes de veinte litros (cinco galones) que sirven como cagaderos con aserrín, ubicados bajo un “trono”. Nuestro sistema es sencillo y basado principalmente en su libro. Transportamos la popó hacia una pila de composta donde mezclamos el desastre con paja y otros

materiales orgánicos. La persona que residía en nuestra cabaña antes de que compráramos la granja usaba un escusado de agua que mandaba todas las aguas negras directamente hacia un arrollo. Un vecino mal informado se quejó con el estado, asumiendo que usábamos el mismo sistema. La gente del estado nos ha visitado varias veces. Fuimos forzados a presentar una aplicación de \$100 para obtener un sistema séptico, pero los expertos están de acuerdo con que el terreno montañoso y rocoso donde se sitúa nuestra casa no es apropiado para un sistema séptico convencional, aun si quisiéramos uno. Estaban preocupados por nuestras aguas grises así como por nuestro privado exterior de compostaje. Mi entendimiento rudimentario de la ley es que el estado aprueba varios sistemas alternativos que son muy complicados y por lo menos tan caros como un sistema séptico tradicional. El simple inodoro de humabono no está incluido y el estado no parece querer que ningún civil transporte su propia mierda desde el área de evacuación hasta un área de descomposición diferente. Los burócratas aprobaron tentativamente un sistema experimental en el cual nuestras aguas residuales alimentarían una especie de humedales hechos por el hombre y accedieron a ayudarnos a diseñar e implementar dicho sistema. Actualmente, no tenemos los recursos para hacer esto por nuestra cuenta y seguimos utilizando nuestra letrina de humabono. Los oficiales parecen querer dejarnos en paz siempre y cuando los vecinos no se quejen de nuevo. Así que, ese es un resumen de nuestra situación aquí en Tennessee. He leído la mayoría de las leyes estatales en esta materia y como la mayoría de los textos legales, son virtualmente ilegibles. Hasta donde entiendo, nuestro sistema no está explícitamente vetado pero tampoco está incluido en la lista de sistemas “aprobados” que componen la gama de dispositivos de alta tecnología, bajo volumen, producidos en fábricas, alternativos a la letrina de pozo a la vieja usanza. Ya llevo tiempo queriendo escribir un artículo sobre nuestra experiencia y tu libro. Desafortunadamente, mis estudios de postgrado en Inglés han mermado el ritmo de mi escritura independiente.”

En Pensilvania, la legislatura estatal ha promulgado una ley *“alentando el desarrollo de recuperación de recursos como medio para el manejo de desperdicios sólidos, conservación de recursos y suministro de energía.”* Bajo tal legislación, el término “desecho” se define como *“la incineración, tirado, derrame, filtración o depósito de desperdicios sólidos hacia o en la tierra o agua de manera que el desperdicio sólido o un constituyente del desperdicio sólido entre en el ambiente, se emita hacia el aire o se descargue hacia las aguas de la Mancomunidad.”*<sup>7</sup> Legislaciones adicionales han sido promulgadas en Pensilvania estableciendo que *“la reducción y reciclaje de desperdicios son preferibles al procesamiento o desecho de desperdicios municipales,”* y añade *“la polución es la contaminación del aire, agua, tierra u otros recursos naturales de esta Mancomunidad que cree o pueda crear una molestia pública o tornar el aire, agua, tierra u otros recursos naturales nocivos, perjudiciales o injuriosos para la salud pública, la seguridad o el bienestar...”*<sup>8</sup> Notando el hecho de que el compostaje termófilo de humabono involucra la recuperación de un recurso, no requiere desecho de desperdicio alguno y no crea ninguna polución ambiental obvia, resultaría poco probable que alguien que se involucra *concienzudamente* en dicha actividad fuera molestado excesivamente por cualquiera. No se sorprendan si la mayoría de la gente encuentra tal actividad digna de elogio, porque, de hecho, lo es.

Si no existen regulaciones que conciernen al compostaje en el patio trasero en tu localidad, entonces puedes estar seguro que cuando estés haciendo tu composta, estarás haciendo un buen trabajo. No es difícil hacerlo bien. El problema más probable que puedes tener serían los malos olores y simplemente se debería al hecho de no estar cubriendo adecuadamente los depósitos con un material de “biofiltro” limpio, no demasiado ligero y orgánico. Si los mantienes cubiertos, no despedirán olores ofensivos. Es así de simple. Probablemente la mierda apesta para que la gente se vea naturalmente obligada a cubrirla con algo. Esto hace sentido cuando te pones a pensar que las bacterias termófilas ya están esperando dentro de las heces a que el abono se deposite en capas en una pila de composta para que puedan ponerse a trabajar. A veces los simples métodos de la naturaleza son verdaderamente profundos.

¿Qué pasa con las moscas – podrían crear una molestia pública o amenaza sanitaria? Yo nunca he tenido problemas con moscas en mi composta. Por supuesto, se mantiene material de cobertura limpio sobre la pila de composta en todo momento.

En lo que concierne a las moscas, F. H. King, quien viajó por China, Corea y Japón a principios de los 1900's, cuando el material orgánico, en especial el humabono, era la única fuente de fertilizante, plantea, *“Un hecho que no comprendemos en su totalidad es que, a donde quiera que fuésemos, las moscas caseras escaseaban. Nunca habíamos pasado un verano con tan pocas molestias de su parte como el que pasamos en China, Corea y Japón. Si la recolección escrupulosa de los residuos [orgánicos], tan practicada en estos países, reduce la molestia de las moscas y ésta amenaza a la salud a tal grado como nuestra experiencia lo sugiere, tenemos aquí una gran ganancia”.* Agrega, *“Hemos advertido de la muy pequeña cantidad de*

*moscas observadas durante el curso de nuestro viaje, pero no nos dimos cuenta de su significado hasta que se acercó el fin de nuestra estancia. De hecho, por alguna razón, las moscas fueron más evidentes durante los primeros dos días a bordo del barco de vapor de Yokohama en nuestro viaje de regreso a América, que en cualquier punto anterior en nuestro recorrido.”<sup>9</sup>*

Si un país entero del tamaño de los Estados Unidos, pero con el doble de población en aquel momento, pudo reciclar todos sus residuos orgánicos sin el beneficio de la electricidad o los automóviles y sin tener problemas de moscas, seguramente nosotros en EUA podríamos reciclar una porción mayor de nuestros propios residuos orgánicos con un éxito similar hoy en día.

## CURSO DE ENTRENAMIENTO AMBIENTAL PARA USAR EL INODORO

Los sistemas de compostaje simples y de baja tecnología no sólo tienen un impacto positivo en los ecosistemas de la Tierra, sino que también han probado ser sostenibles. Los occidentales podemos pensar que cualquier sistema que no requiera de la tecnología es demasiado primitivo para ser digno de respeto. Sin embargo, cuando la cultura occidental no sea más que un lejano y difuso recuerdo en la mente colectiva de la humanidad a miles (¿o cientos?) de años de ahora, los humanos que van a haber aprendido a sobrevivir en este planeta a largo plazo serán aquellos que hayan aprendido cómo vivir en armonía con él. Esto requerirá mucho más que inteligencia y tecnología – requerirá un entendimiento sensible de nuestro lugar como humanos en la red de la vida. Ésta autorrealización puede estar más allá del alcance de nuestros intelectos egocéntricos. Probablemente lo que se requiere de nosotros para adquirir tal conciencia es un sentido de humildad y un renovado respeto por aquello que se mantiene simple.

Algunos argumentarían que un sistema simple de compostaje de humabono también puede ser el sistema más avanzado conocido por la humanidad. Puede ser considerado el más avanzado porque funciona bien mientras que consume pocos o ningún recurso no renovable, sin producir contaminación alguna y de hecho creando un recurso esencial para la vida.

Otros podrían argumentar que para poder considerar a un sistema como “avanzado”, debe desplegar todos los aditamentos, dispositivos y tecnología que están normalmente asociados al desarrollo. El argumento sostiene que algo es avanzado si ha sido creado por la comunidad científica, por humanos, no por la naturaleza. Es como decir que el método más avanzado para secarse el pelo es el uso de una reacción química en una planta de energía nuclear para producir calor con el fin de convertir el agua en vapor. El vapor es usado a continuación para encender un generador eléctrico que producirá electricidad. La electricidad se utiliza para encender una pistola plástica secadora de pelo para soplar aire caliente en la cabeza mojada. A eso se llama avance *tecnológico*. Refleja el progreso *intelectual* de la humanidad... (esta idea es debatible).

El verdadero avance, otros argumentarían, requiere en vez de esto el desarrollo *balanceado* del intelecto de la humanidad con el desarrollo físico y espiritual. Debemos ligar nuestro conocimiento intelectual con los efectos físicos de nuestro comportamiento resultante y con nuestro entendimiento de nosotros mismos como formas de vida pequeñas, interdependientes e interrelacionadas, relativas a una esfera de existencia mayor. De otra forma, creamos tecnología que consume excesivamente los recursos no renovables y crea desperdicios tóxicos y contaminación con el objeto de hacer una tarea simple como sería secarse el pelo, lo cual se puede hacer fácilmente a mano con una toalla. Si eso es avanzar, estamos en problemas.

Probablemente nos estamos superando a nosotros mismos realmente cuando podemos funcionar saludablemente, de manera pacífica y sostenible sin despilfarrar recursos y sin crear contaminación. Esto no es una cuestión de alcanzar la maestría del intelecto o la maestría del ambiente mediante la tecnología, sino que es cuestión de llegar a la maestría de nosotros mismos, una misión mucho más difícil, pero ciertamente una meta valiosa.

Por último, no entiendo a los humanos. Enlistamos y hacemos mucho ruido acerca de los grandes problemas ambientales como son los incineradores, tiraderos de basura, lluvia ácida, calentamiento global y contaminación. Pero lo que no entendemos es que cuando sumamos todos los pequeños problemas ambientales que cada uno crea, terminamos con aquellos grandes dilemas ambientales. Los humanos nos conformamos con culpar a alguien más, como los gobiernos y las corporaciones, de los desastres que

nosotros mismos creamos y aun así cada uno continua haciendo las mismas cosas que han creado dichos problemas, día a día. Ciertamente, las corporaciones contaminan. Si lo hacen, no compres sus productos. Si tienes que comprar sus productos (por ejemplo la gasolina), reduce tu consumo al mínimo. Seguro, los incineradores municipales de desperdicios contaminan el aire. Deja de tirar basura. Minimiza tu producción de desperdicios. Simplifica. Apaga la TV. Crece tu propia comida. Haz composta. Siembra un jardín. Se parte de la solución, no parte del problema. Si no lo haces tú, ¿quién lo hará por ti?

# SISTEMAS PARA AGUAS GRISES

Son dos los conceptos que resumen este libro: 1) las excreciones de un organismo son el alimento de otro organismo y 2) no existen desperdicios en la naturaleza. Los humanos tenemos que entender cuáles organismos consumirán nuestras excreciones si queremos vivir en una armonía mayor con el mundo natural. Nuestras excreciones incluyen el humabono, orina y *otros* materiales orgánicos que despedimos hacia el ambiente, como son las “aguas grises”, es decir el agua que resulta cuando lavamos o nos bañamos. Se debe distinguir las aguas grises de las “aguas negras”, el agua que proviene de los escusados. Las aguas grises contienen materiales orgánicos reciclables como nitrógeno, fósforo y potasio. Estos materiales se convierten en contaminantes cuando son desechados hacia el ambiente. Mas al ser responsablemente reciclados, pueden ser nutrientes benéficos.

Mi primer contacto con un sistema “alternativo” de aguas residuales fue en la Península de Yucatán, en México, en 1977. En aquel entonces, me quedaba en una tienda de campaña en una playa primitiva y aislada, llena de palmeras de cocos y con vista al agua turquesa y la arena blanca del Caribe. Mi anfitrión operaba un restaurante pequeño con un cuarto de baño rudimentario que contenía un inodoro, un lavabo y una regadera, reservado principalmente para los turistas que pagaban para usar las instalaciones. El agua residual de este cuarto se drenaba por un tubo, atravesaba la pared e iba directamente hacia la tierra arenosa afuera, donde se deslizaba por una pendiente fuera de la vista, detrás de la choza. Noté el drenaje por primera vez no a causa del olor (no había ninguno que yo recuerde), sino por el abundante crecimiento de tomates que parecían caer como cascada por la pendiente bajo el drenaje. Le pregunté al propietario por qué plantaría un jardín en tal lugar y me respondió que no fue él quien lo plantó – los tomates eran voluntarios; las semillas germinaron a partir de excreciones humanas. Admitió que cuando necesitaba un tomate para su restaurante, no tenía que ir demasiado lejos para encontrarlo. Éste no es un ejemplo de saneamiento de aguas residuales, pero es un ejemplo de cómo se puede dar un uso constructivo a las aguas residuales, incluso por accidente.

De ahí, viajé a Guatemala, donde encontré un sistema similar, una vez más en un restaurante rudimentario, en una región aislada de la selva del Peten. El drenaje de aguas residuales del restaurante irrigaba una pequeña porción de la propiedad separada de los campamentos y otras actividades humanas, pero totalmente visible. Esta sección tenía el crecimiento de plátanos más lujoso que jamás haya visto. Una vez más, el agua probó ser un recurso útil en la producción de alimentos y en este caso, el lujoso crecimiento le añadía un atractivo estético a la propiedad, pareciendo un exuberante jardín tropical. Al dueño del restaurante le gustaba presumir su “jardín”, admitiendo que había crecido por sí solo y su perpetuación también era autónoma. “Ése es el valor del agua del drenaje”, apuntaba rápidamente y dicho valor era inmediatamente aparente para cualquiera que lo viera.

Todas las aguas residuales contienen materiales orgánicos, como son restos de alimentos y jabón. Algunos microorganismos, plantas y macroorganismos consumen estos materiales orgánicos y los convierten en nutrientes benéficos. Es un sistema sostenible, donde las aguas residuales se hacen accesibles a organismos de la naturaleza para su beneficio. El reciclaje de materiales orgánicos a través de organismos vivos purifica naturalmente el agua.

En EUA, la situación es bastante diferente. Las aguas residuales de los hogares típicamente contienen toda el agua proveniente de los excusados (aguas negras), así como la proveniente de los lavabos, tinas y los drenajes de las lavadoras (aguas grises). Para complicar las cosas, muchas casas tienen dispositivos de desecho de desperdicios integrados a los lavabos. Estos artefactos muelen todos los restos de comida que de otra forma podrían ser compostados y después los expulsan hacia el sistema de drenaje. Los reguladores del gobierno asumen el peor de los casos para el agua residual de los hogares (muchas descargas del escusado, muchos pañales lavados y mucha basura en la unidad de desecho), después promulgan regulaciones que se adapten a este escenario. El agua residual, por lo tanto, es considerada una amenaza a la salud pública que debe mantenerse en cuarentena, lejos del contacto humano. Típicamente, se requiere que el agua residual vaya directamente hacia el sistema de drenaje, o en las áreas suburbanas y rurales, hacia un sistema séptico.

Un sistema séptico normalmente consiste en una caja de concreto enterrada, dentro de la cual se descarga el agua residual de los hogares. Cuando la caja se llena y desborda, el efluente se drena hacia tubos perforados que permiten que el agua se filtre hacia la tierra. Los campos de drenaje normalmente se localizan a suficiente profundidad en la tierra para que las plantas en la superficie no tengan acceso a dicho suministro de agua.

En resumen, los sistemas de drenaje convencionales aíslan las aguas residuales de los sistemas naturales, haciendo que los materiales orgánicos en el agua no estén disponibles para su reciclaje. En las plantas de tratamiento de aguas residuales, el material orgánico del agua residual es retirado usando métodos complicados y costosos. A pesar del alto costo de dichos procesos de separación, el material orgánico retirado normalmente es enterrado en un relleno sanitario.

Las alternativas deben ser obvias. Albert Einstein comentó alguna vez que la raza humana requerirá una forma de pensar completamente diferente para poder sobrevivir. Yo estoy de acuerdo. Tenemos que repensar nuestros sistemas de “desecho de desperdicios”. Como alternativa a nuestra mentalidad actual del tiradero, podemos entender que el material orgánico es un recurso, más que un desperdicio, que puede ser reciclado benéficamente usando procedimientos naturales.

Apegándonos a esta alternativa, el primer paso es *reciclar* tanto material orgánico como sea posible, manteniéndolo totalmente *alejado* de los sistemas de desecho. Podemos eliminar todas las aguas negras de nuestro drenaje compostando todo el abono y la orina humanos. También podemos eliminar casi todo el material orgánico de nuestro drenaje al compostar los restos de comida. Por lo tanto, se debería evitar el uso de los sistemas de desecho de basura dentro de los lavabos. Como indicador de cuanto material orgánico normalmente se emite del drenaje de un hogar, consideremos las palabras de un fabricante de inodoros de compostaje, *“Las nuevas regulaciones pronto requerirán que los tanques sépticos que reciban descargas del escusado y desechos de desperdicios se bombeen hacia afuera y sean documentados por un operador de sistemas sépticos certificado cada tres años. Cuando el agua asociada a los escusados y la basura sólida sean retirados del sistema séptico y el tanque reciba sólo aguas grises, éste necesitará ser bombeado únicamente cada veinte años.”*<sup>1</sup> De acuerdo con la EPA de los Estados Unidos, las unidades de desecho de desperdicios dentro de los lavabos contribuyen con 850% más de materia orgánica y 777% más sólidos suspendidos a las aguas residuales que los escusados.<sup>2</sup>

El segundo paso es darse cuenta que un drenaje no es un sitio de desecho de desperdicios; nunca debería ser usado para tirar algo para “deshacerse de ello”. Desafortunadamente, esto se ha convertido en un mal hábito de muchos americanos. Como ejemplo, un amigo me estaba ayudando a procesar mi vino hecho en casa. El proceso creaba veinte litros (cinco galones) de vino inservible como subproducto. Cuando le di la espalda, el hombre tiró el líquido por el drenaje del lavabo. Encontré el contenedor vacío y le pregunté lo que había pasado con el líquido que tenía dentro. “Lo tiré por el drenaje”, dijo. Me quedé sin habla. ¿Por qué alguien tiraría cinco litros de líquido derivado de alimentos por el drenaje del lavabo? Pero pude ver el por qué. Mi amigo consideraba el lavabo como un sitio de desecho de desperdicios, como la mayoría de los americanos. A esto agregé el hecho de que *no tenía idea* de qué hacer con el líquido de otra forma. El afluente de mi hogar drena directamente hacia un humedal construido que consiste en un estanque de aguas grises. Debido a que cualquier cosa que pasa por ahí alimenta un sistema acuático natural, soy bastante selectivo con lo que entra en el sistema. Mantengo todo el material orgánico fuera de este, excepto por la pequeña cantidad que proviene inevitablemente del lavado de platos y la regadera. Todos los restos de comida son compostados, así como las grasas, los aceites y cada pequeña parte de material orgánico que se produce en nuestra casa. Dicho reciclaje de material orgánico permite que el agua gris esté relativamente limpia para poder ser fácilmente remediada por un humedal construido, una cama de tierra o una zanja de irrigación. La idea de tirar algo por mi drenaje sólo para deshacerse de ello simplemente no cabe en mi manera de pensar. Así que instruí a mi amigo a verter cualquier otro líquido orgánico restante dentro de la pila de composta. Y así lo hizo. Debo añadir que esto fue a mediados de enero, cuando las cosas estaban bastante congeladas, pero la pila de composta un así absorbió el líquido. De hecho, aquel invierno fue el primero en que la composta activa no se congeló. Aparentemente, los 115 litros (30 galones) de líquido con los que la bañamos la mantuvieron lo suficientemente activa para generar calor durante todo el invierno.

El tercer paso consiste en eliminar el uso de todo químico tóxico y jabones no biodegradables de nuestras casas. Los químicos se harán paso por el drenaje y hacia el ambiente como contaminantes. La

cantidad y variedad de químicos tóxicos que se desechan por el drenaje habitualmente en los Estados Unidos es tanto increíble como perturbadora. Podemos eliminar muchos de nuestros problemas de aguas residuales simplemente siendo cuidadosos con lo que le agregamos a nuestra agua. Muchos americanos no se dan cuenta de que la mayoría de los químicos que utilizan en sus vidas diarias y creen necesarios no lo son en lo absoluto. Pueden ser simplemente eliminados. Éste es un hecho que no será promovido por la televisión ni por el gobierno (tampoco por las escuelas), porque la industria de los químicos puede oponerse. Por lo tanto, tenemos que voluntariamente hacer el pequeño esfuerzo necesario para encontrar agentes de limpieza ambientalmente amigables para el uso en el hogar.

Los productos de limpieza que contienen boro no deben utilizarse en los sistemas de reciclaje de aguas grises porque se ha reportado que el boro es tóxico para la mayoría de las plantas. Los detergentes líquidos son mejores que los detergentes en polvo porque aportan menos sales a los sistemas.<sup>3</sup> Los suavizantes de agua pueden no ser buenos para los sistemas de reciclaje de aguas grises porque el agua suavizada contiene más sodio que el agua natural y el sodio puede acumularse en la tierra, para su detrimento. El blanqueador a base de cloro o los detergentes que contienen cloro se deben evitar, ya que el cloro es un veneno potente. Los limpiadores de cañerías y los productos para limpiar porcelana sin tallar no deberían drenarse hacia los sistemas de reciclaje de aguas grises.

El cuarto paso es reducir el consumo total de agua, reduciendo así la cantidad de agua que se va por nuestros drenajes. A esto se le puede sumar la colecta y el uso de agua de lluvia, así como el reciclaje de aguas grises a través de sistemas naturales y benéficos.

El tratamiento de aguas residuales de la “vieja escuela”, aun acogido por la mayoría de los legisladores gubernamentales y muchos académicos, considera el agua como un vehículo normal para transferir desperdicios de un lugar a otro. También considera que el material orgánico que la acompaña tiene poco o ningún valor. La “nueva escuela”, por su lado, considera el agua como un recurso menguante y precioso que no debería ser contaminado con desperdicios; los materiales orgánicos son vistos como recursos que deberían ser constructivamente reciclados. Mi investigación para este capítulo incluyó la revisión de cientos de documentos sobre sistemas de aguas residuales alternativos. Me impresionó la increíble cantidad de tiempo y dinero que se ha invertido en estudiar como limpiar el agua que hemos contaminado con excremento humano. En todos los documentos, sin excepción, la idea de que simplemente deberíamos de dejar de defecar en el agua nunca fue sugerida.

## AGUAS GRISES

Se estima que entre 49 y 79% de las aguas grises provienen de la tina y la regadera, 5 a 23% de las instalaciones de lavado de ropa, 10 a 17% del lavabo de la cocina o lavaplatos y 5 a 6% del lavabo del baño. En comparación, las aguas negras expulsadas por los escusados constituyen entre 38 y 45% de toda el agua interior usada en EUA, tratándose del mayor consumo de agua al interior. En promedio, una persona le jala al escusado seis veces diarias.<sup>4</sup>

Varios estudios han indicado que la cantidad de aguas grises generadas por persona por día varían entre 96 y 172 litros diarios (25 a 45 galones), o 2,688 a 4,816 litros (719 a 1,272 galones) semanales para una familia típica de cuatro.<sup>5</sup> En California, una familia de cuatro puede producir 4,921 litros (1,300 galones) de aguas grises a diario.<sup>6</sup> Esto equivale a un tambo de 208 litros (55 galones) lleno de agua del lavabo y la ducha por persona cada día, la cual después se desecha hacia un sistema séptico o de drenaje. Este estimado no incluye el agua proveniente de los escusados. Es irónico que las aguas grises que desechamos podrían ser utilizadas para propósitos como la irrigación de jardines, patios e invernaderos. En cambio, las tiramos por el drenaje y usamos agua potable para regar el pasto.

La reutilización de las aguas grises para la irrigación de paisajes puede reducir dramáticamente la cantidad de agua potable que se utiliza para irrigación durante los meses de verano, cuando el agua para dicho propósito constituye entre 50 y 80% del agua utilizada en el hogar promedio. Incluso en un área árida, un hogar de tres personas puede generar el agua gris suficiente para afrontar todas sus necesidades de irrigación.<sup>7</sup> En el seco Tucson, Arizona, por ejemplo, una familia típica de tres personas utiliza 467,120 litros (123,400 galones) de agua municipal por año.<sup>8</sup> Se estima que se pueden recolectar 117 litros (31 galones) de aguas grises por persona, a diario, sumando casi 128,704 litros (34,000 galones) por año para la misma

familia.<sup>9</sup> Una casa experimental en Tucson, conocida como Casa del Agua, redujo su consumo de agua municipal en un 60% mediante el reciclaje de aguas grises y la recolección de agua de lluvia. El reciclaje de aguas grises ahí alcanzaba los 106,749 litros (28,200 galones) anuales y el agua de lluvias recolectada llegó a los 28,012 litros (7,400 galones) anuales.<sup>10</sup> En efecto, las aguas grises recicladas constituyen un “nuevo” suministro de agua al permitir que aquella que antes se gastaba, se use benéficamente. La reutilización de agua también reduce el consumo de energía y de combustibles fósiles al requerir menos purificación y bombeo, ayudando así a reducir la producción de gases que contribuyen al calentamiento global, como el dióxido de carbono.

Debido a que las aguas grises pueden estar contaminadas con bacterias fecales y químicos, su reutilización está prohibida o altamente restringida en muchos estados. Ya que las agencias legislativas gubernamentales a menudo no tienen información completa acerca del reciclaje de aguas grises, pueden asumir el peor de los escenarios y simplemente prohibir su reutilización. Esto es sumamente injusto para aquellos que son conscientes de lo que tiran por el drenaje y quienes están determinados a conservar y reciclar el agua. Los expertos en aguas grises sostienen que las amenazas a la salud que presentan las aguas grises son insignificantes. Uno de ellos expone, *“No sé de ninguna instancia documentada en la cual una persona se haya enfermado a causa de las aguas grises en los Estados Unidos.”*<sup>11</sup> Otro agrega, *“Nótese que a pesar de que las aguas grises se han utilizado en California por alrededor de 20 años sin permisos, no ha habido ni un caso documentado de transmisión de enfermedades.”*<sup>12</sup> Los riesgos para la salud de la reutilización de aguas grises se pueden reducir, primero, manteniendo la mayor cantidad posible de material orgánico y químicos tóxicos fuera del drenaje y, segundo, mediante el filtrado del agua a través de un humedal construido, una cama de tierra o bajo la superficie de la tierra, para que las aguas grises no entren en contacto directo con el ser humano o con las porciones comestibles de las frutas y vegetales.

En noviembre de 1994, se promulgó una legislación en California que permitía el uso de aguas grises en los hogares de una sola familia para la irrigación superficial de paisajes. Muchos otros estados aun no tienen ninguna legislación que regule el uso de aguas grises. Sin embargo, muchos estados se están percatando del valor que tienen los sistemas alternativos de aguas grises y están llevando a cabo investigación y desarrollo de dichos sistemas. La EPA de los Estados Unidos considera el uso de humedales como una alternativa emergente a los procesos de tratamiento convencionales.

## PATÓGENOS

Las aguas grises pueden contener organismos causantes de enfermedades provenientes del material fecal o la orina que entra en el agua de la ducha, el lavabo o la lavandería. Los potenciales patógenos en el material fecal y la orina, así como las dosis de infección, se enlistan en el Capítulo 7.

Los coliformes fecales son un indicador de contaminación. Bacterias como la *E. coli* revelan contaminación fecal del agua y la posible presencia de otros organismos causantes de enfermedades intestinales. Un conteo alto es indeseable e indica mayores posibilidades de enfermedades para los humanos resultando del contacto con aguas grises. Las plantas, tierra y los restos de alimentos contribuyen a la población total de coliformes, pero los coliformes fecales indican que el material fecal también está entrando en el sistema de agua. Estos pueden provenir de los pañales de bebé o simplemente de las tinas o regaderas.

Puede haber más microorganismos provenientes de las aguas grises de la tina y la regadera que de otras fuentes. Los estudios han demostrado que los coliformes totales y coliformes fecales fueron aproximadamente diez veces mayores en el agua proveniente del baño que del agua proveniente de la lavandería (ver Figura 9.2)

Un estudio demostró un promedio de 215 coliformes totales por cada 100 ml y 107 coliformes fecales por 100 ml en el agua de lavandería; 1,810 coliformes totales y 1,210 coliformes fecales por 100 ml de agua de la tina; y 18,800,000 unidades formadoras de colonias de coliformes totales por 100 ml en las aguas grises de casa que contenían basura (como sucede cuando se utilizan sistemas de desecho de desperdicios).<sup>14</sup> Obviamente, moler y tirar la basura por el drenaje incrementa dramáticamente la población bacteriana de las aguas grises.

Debido a que la materia orgánica en las aguas grises no ha sido digerida, los microorganismos pueden crecer y reproducirse en ella durante su almacenamiento. Los números de bacterias de hecho pueden incrementar en las aguas grises en las primeras 48 horas de almacenamiento, después mantenerse estables durante 12 horas, a partir de lo cual lentamente descienden (ver Figura 9.1).<sup>15</sup>

Para asegurar la máxima seguridad higiénica, sigue estas simples reglas al usar un sistema de reciclaje de aguas grises: no bebas aguas grises; no entres en contacto físico con ellas (de hacerlo accidentalmente, lávate rápidamente); no permitas que las entren en contacto con las porciones comestibles de los cultivos alimenticios; no permitas que se acumulen en la superficie de la tierra; y no permitas que fluyan fuera de tu propiedad.

## SISTEMAS PRÁCTICOS DE AGUAS GRISES

El objetivo de reciclar las aguas grises es hacer disponibles los nutrientes en el agua para las plantas y microorganismos, preferentemente de manera continua. Los organismos consumirán el material orgánico, reciclándolo así a través de un sistema natural.

Se estima que un hogar en el que se ahorra el agua gastará 113 litros (30 galones) de agua por persona diariamente. Esta agua puede ser reciclada ya sea al interior de la casa o al exterior. Al interior, las aguas grises se pueden reciclar a través de camas de tierra profunda o camas de grava poco profundas, en un espacio en el que se puedan crecer plantas, como podría ser un invernadero.

Al exterior, en climas más fríos, las aguas grises se pueden drenar hacia zanjas de filtración que sean lo suficientemente profundas para resistir la congelación, pero lo suficientemente superficiales para mantener los nutrientes cerca de las raíces de las plantas de la superficie. Se puede prevenir el congelamiento aplicando material orgánico seco sobre las zanjas de filtrado. También se pueden circular las aguas grises a través de humedales construidos (Figuras 9.4, 9.5 y 9.6), cuencas de material orgánico (Figura 9.8) y camas de tierra (Figuras 9.8, 9.9, 9.10 y 9.11).

## EVAPOTRANSPIRACIÓN

Las plantas pueden absorber aguas grises a través de sus raíces y después transpirar la humedad hacia el aire. Un sistema para aguas residuales que se base en tal transpiración se llama Sistema de Evapotranspiración y puede consistir en un tanque para asentar los sólidos, cuyo efluente se drena o bombea hacia una cama de arena o grava poco profunda cubierta con vegetación. Los lirios de canna, iris, orejas de elefante, totoras, jengibre blanco y el árbol paraguas, entre otros, han sido utilizados con estos sistemas. Una casa promedio, de dos cuartos, necesitaría una zanja de evapotranspiración de un metro (3 pies) por 20 metros de largo (70 pies). Un estilo de sistema de evapotranspiración consiste en una zanja poco profunda con una base de barro u otro material impermeable (como plástico), con una capa superficial de grava estándar de dos a cinco centímetros (una o dos pulgadas) y quince centímetros de grava fina (del tamaño de chicharos). Las plantas se siembran en la grava y no se usa tierra. Un sistema de evapotranspiración “amigable para las suegras” es el de Watson Wick (Figura 9.3).

## HUMEDALES CONSTRUIDOS

El sistema que implica sembrar plantas acuáticas como juncos o eneas en un sustrato húmedo (a menudo grava) para el reciclaje de aguas grises se llama “humedal construido” o “humedal artificial”. Los primeros humedales artificiales fueron construidos en los años 1970s. Para principios de los años 1990s, había más de 150 humedales construidos tratando aguas municipales e industriales en los Estados Unidos.

De acuerdo con la Agencia de Protección Ambiental de los EUA, *“Los sistemas de humedales construidos pueden establecerse casi en cualquier parte, incluyendo las tierras con usos alternativos limitados. Esto se puede hacer con bastante simpleza cuando el tratamiento de aguas residuales es el único propósito. Pueden ser construidos en áreas naturales o pueden implicar el movimiento extensivo de tierra, la construcción de barreras impermeables o contenedores como tanques o zanjas. Se ha establecido y mantenido vegetación de humedales en sustratos que van desde grava o desechos mineros hasta barro o turba.... Algunos sistemas*

*están hechos para recargar al menos una parte del agua de desecho tratada hacia las aguas subterráneas. Otros actúan como sistemas de flujo, descargando el efluente final hacia cuerpos de agua superficiales. Los humedales construidos tienen diferentes aplicaciones y se pueden encontrar a lo largo y ancho del país así como en otras partes del mundo. A menudo pueden ser una opción de tratamiento ambientalmente aceptable y de costos efectivos, particularmente para pequeñas comunidades.”<sup>16</sup>*

Un humedal, por definición, debe mantener un nivel de agua cerca de la superficie de la tierra por el suficiente tiempo anual para sostener el crecimiento de vegetación acuática. Los pantanos, ciénagas y marismas son ejemplos de humedales de ocurrencia natural. Los humedales construidos están diseñados especialmente para el control de la contaminación y existen en lugares donde los humedales naturales no.

Hay dos tipos de humedales construidos de uso común hoy en día. Un tipo expone la superficie del agua (Humedal de Fluido Superficial, Figura 9.5) y el otro mantiene el nivel del agua abajo del nivel de la grava (Humedal de Fluido Subsuperficial, Figuras 9.4 y 9.6). Algunos diseños combinan elementos de los dos. Los humedales de flujo subsuperficial también son conocidos como Camas Sumergidas con Vegetación, Método de la Zona de Raíces, Filtro de Junco y Piedra, Filtro Microbiano con Piedra, Método Hidrobotánico, Zanja de Filtrado con Tierra, Cama de Pantano Biológico-Macrofítica y tratamiento por Cama de Junco.<sup>17</sup>

Los humedales de flujo subsuperficial tienen mayores ventajas comparados con los de flujo superficial y son más comúnmente utilizados en hogares individuales. Al mantener el agua bajo la superficie del medio de grava, existen menos posibilidades de que se despidan olores, menos contacto humano, menos probabilidades de reproducción de mosquitos y el “tratamiento” del agua es más rápido, ya que una mayor cantidad de agua está expuesta a la superficie de grava poblada de microbios y las raíces de las plantas. El agua subsuperficial también es menos propensa a congelarse en climas fríos.

Los humedales construidos generalmente consisten en una o más camas revestidas o células. El medio de grava en las células debería ser de un tamaño tan uniforme como sea posible y debe consistir en una capa de grava o piedra pequeña o mediana, de 30 a 90 cm (1 a 3 pies) de profundidad. Se puede utilizar una capa de arena ya sea sobre o debajo del medio de grava, o se puede aplicar una capa de turba o tierra sobre la grava. En algunos casos, la grava se utiliza sin arena, tierra o turba. Los lados de los humedales son bordeados y el fondo puede tener una ligera pendiente para facilitar el flujo de aguas grises a través del sistema. Un humedal construido para un hogar, una vez establecido, requiere de cierto mantenimiento, principalmente la cosecha anual de las plantas, que pueden ser compostadas.

En cualquier caso, las raíces de las plantas se esparcirán a través de la grava conforme las plantas crezcan. Las especies de plantas más utilizadas en los humedales son las totoras, los juncos, las ciperáceas y los carrizos. Las aguas grises se filtran a través de la grava, manteniendo mojado el ambiente en crecimiento y pequeñas partes de material orgánico de las aguas grises quedan atrapadas en el medio de filtración. Los tiempos de retención típicos en un humedal de flujo subsuperficial varían entre dos y seis días. Durante este tiempo, el material orgánico es degradado y utilizado por los microorganismos que viven en el medio y en las raíces de las plantas. Un amplio rango de materiales orgánicos puede ser absorbido por las mismas plantas.

Las bacterias, tanto aerobias como anaerobias, están entre los microorganismos más abundantes en los humedales y se cree que proveen la mayor parte del tratamiento de las aguas residuales. Los microorganismos y las plantas parecen trabajar juntos de manera simbiótica en los humedales construidos, ya que la población de microorganismos es mucho mayor en las áreas de las raíces de las plantas que en otras partes de la grava. Los materiales orgánicos disueltos son absorbidos por las raíces de las plantas, mientras que el mismo sistema de raíces provee de oxígeno y de alimento a los microorganismos subacuáticos.<sup>18</sup>

Se ha reportado que los microorganismos subacuáticos metabolizan un amplio rango de contaminantes orgánicos en las aguas residuales, incluyendo benceno, naftaleno, tolueno, aromáticos clorados, hidrocarburos del petróleo y pesticidas. Las plantas acuáticas pueden absorber y a veces metabolizar contaminantes del agua como insecticidas y benceno. Los jacintos de agua, por ejemplo, pueden absorber fenoles, algas, coliformes fecales, partículas suspendidas y metales pesados incluyendo plomo, mercurio, plata, níquel, cobalto y cadmio de las aguas contaminadas. En la ausencia de metales pesados o toxinas, los jacintos de agua pueden ser cosechados como un alimento para ganado alto en proteínas. También se pueden cosechar como insumo para la producción de metano. Los humedales de junco pueden remover un

amplio espectro de contaminantes orgánicos tóxicos.<sup>19</sup> Las lentejas de agua también retiran contaminantes orgánicos e inorgánicos del agua, especialmente nitrógeno y fósforo.<sup>20</sup>

Cuando la temperatura ambiente exterior desciende hasta cierto nivel durante los meses de invierno en climas fríos, las plantas del humedal morirán y la actividad microbiana cesará. Por lo tanto, los humedales construidos no proveerán el mismo nivel de tratamiento de aguas durante todo el año. Los sistemas de humedales artificiales constituyen un acercamiento relativamente nuevo a la purificación del agua y los efectos de las variables como las fluctuaciones de temperatura no se han entendido completamente. Sin embargo, se ha reportado que los humedales realizan efectivamente muchas funciones de tratamiento durante el invierno. Una fuente reporta que las tasas de remoción de varios contaminantes no se ven afectadas por la temperatura del agua, “*Los primeros dos años de operación de un sistema en Noruega mostraron un rendimiento en invierno casi al mismo nivel que el rendimiento durante el verano.*” Se han desarrollado algunas técnicas para aislar los sistemas de humedales durante los meses más fríos. Por ejemplo, en Canadá, los niveles de agua en los humedales son elevados durante los periodos de helada y después son reducidos tras haberse formado una capa de hielo. Las totoras mantienen el hielo en su lugar, creando un espacio de aire sobre el agua. La nieve se acumula sobre el hielo, aislando aun más el agua.<sup>21</sup>

Se estima que se requieren 0.03 m<sup>3</sup> (un pie cuadrado) por cada 4 litros (un galón) por día de aguas grises producidas. Para una casa promedio de una habitación, esto equivaldría a un sistema de 11.2 m<sup>2</sup> (120 pies cuadrados) y 30 cm (un pie) de profundidad. En algunas situaciones, los humedales construidos pueden no tener suficiente cantidad de drenaje de agua de la residencia para mantener el sistema lo suficientemente húmedo. En estos casos, se puede agregar más agua proveniente de la recolección de agua de lluvia u otras fuentes.

## PLANTAS PARA HUMEDALES

Las plantas acuáticas utilizadas en los sistemas de humedales construidos se pueden dividir en dos grupos generales: microscópicas y macroscópicas. La mayoría de las plantas microscópicas son algas, las cuales pueden ser unicelulares (como *Clorella* o *Euglena*) o filamentosas (como *Spirulina* o *Spyrogyra*).

Las plantas macroscópicas (más grandes) pueden crecer bajo el agua (sumergidas) o sobre el agua (emergentes). Algunas crecen parcialmente sumergidas y algunas parcialmente emergentes. Los juncos, las totoras, los jacintos de agua y las lentejas de agua son ejemplos de plantas acuáticas macroscópicas (ver figura 9.7). Las plantas sumergidas pueden remover nutrientes de las aguas residuales, pero se acomodan mejor en aguas con bastante oxígeno. El agua con altos niveles de material orgánico tiende a ser baja en oxígeno debido a la abundante actividad microbiana.

Los jacintos de agua y las lentejas de agua son ejemplos de plantas flotantes. Las lentejas de agua pueden absorber grandes cantidades de nutrientes. Los estanques pequeños que se encuentran sobrecargados con nutrientes como sucede con los derrames de fertilizante de las granjas se pueden ver atestados de lentejas de agua, pareciendo una alfombra verde sobre la superficie del estanque. En un estanque de una hectárea (dos y medio acres), la lenteja de agua puede absorber el nitrógeno, fósforo y potasio de las excreciones de 207 vacas lecheras. Eventualmente se pueden cosechar las lentejas de agua, secarse y volver a alimentar al ganado con ellas, siendo un alimento alto en proteínas. El ganado puede incluso alimentarse comiendo estas plantas directamente del agua.<sup>22</sup>

Las algas trabajan en conjunto con las bacterias en los sistemas acuáticos. Las bacterias degradan compuestos complejos de nitrógeno y lo hacen accesible para las algas. Las bacterias también producen dióxido de carbono que utilizan las algas.<sup>23</sup>

## CAJAS O CAMAS DE TIERRA

Una caja de tierra es un contenedor diseñado para filtrar aguas grises mientras que las plantas crecen sobre él (ver Figura 9.11). Tales cajas se han utilizado desde los años 1970s. Ya que la caja debe tener buen drenaje, primero se pone una capa de piedras, grava u otro material de drenaje. Esto se cubre con malla y se agrega una capa de arena gruesa, seguida por otra de arena fina; se agregan 60 cm (dos pies) de tierra para

terminar. Las cajas de tierra se pueden usar al interior o al exterior, ya sea en un invernadero o como parte de un sistema de jardín de cama elevada.<sup>24</sup>

Se ilustran las cajas de tierra localizadas al interior de un invernadero en las Figuras 9.8 y 9.10. Una cama de tierra exterior se ilustra en la Figura 9.9.

## PEEPERS

Un manantial ácido atestado de algas verdes, largas y resbalosas fluye a un lado de mi casa desde una mina de tiro abierto abandonada. Introduje patitos bebés al agua llena de algas y por mero accidente, me di cuenta que el alga desaparecía mientras hubieran patos nadando en ella. Ya sea que los patos se estuvieran comiendo el alga o la estuvieran rompiendo al patear, no lo sé. En cualquiera de los casos, el agua cambió de horrible a hermosa, casi de la noche a la mañana, gracias a la adicción de otra forma de vida al sistema de humedales. Esto me indicó que pueden suceder cambios profundos en los sistemas ecológicos – incluso por accidente – con un manejo adecuado. Desafortunadamente, los sistemas de humedales construidos aun son un concepto nuevo y no existe mucha información concreta sobre ellos que se pueda aplicar a los hogares de las familias. Por lo tanto, me vi forzado, como de costumbre, a experimentar.

Construí un estanque del tamaño de una alberca grande revestido con barro cerca de mi casa y después desvié una parte del agua ácida de la mina para llenarlo. Dirigí mis aguas grises hacia este sistema de tratamiento de aguas residuales o “laguna modificada” a través de un tubo de 15 cm (6 pulgadas) de diámetro que descargaba el agua bajo la superficie del estanque. Instalé un gran tubo de drenaje asumiendo que actuaría como cámara de predigestión, donde el material orgánico se acumularía y sería degradado por bacterias anaeróbicas en su camino hacia la laguna, como un pequeño tanque séptico. Agregó bacterias para tanque séptico cada año tirándolas por el drenaje de la casa.

Tengan en mente que usamos un inodoro de compostaje y que compostamos todos los materiales orgánicos. Lo que se va por los drenajes de la casa es agua de la regadera, del lavabo y de la lavandería. Usamos jabones biodegradables y no usamos un sistema de desecho de desperdicios en nuestro lavabo. Los estudios científicos demuestran que tales *aguas grises con separación de fuentes* tienen la misma o mejor calidad que las aguas residuales municipales *después de su purificación*. En otras palabras, se puede decir que las aguas grises de fuentes separadas son ambientalmente más limpias que aquello que descargan las plantas de tratamiento de aguas residuales.<sup>25</sup>

Asumí que las pequeñas cantidades de materia orgánica que entraban al estanque desde el drenaje de aguas grises serían consumidas por los organismos en el agua, ayudando así a remediar biológicamente el agua ácida ampliamente dañada proveniente de la mina. El material orgánico se asienta en el fondo del estanque, que tiene una profundidad máxima de 1.5 m (5 pies), siendo así retenida en el sistema construido por tiempo indefinido. También revestí el fondo del estanque con una capa de piedra caliza para ayudar a neutralizar el agua ácida entrante.

Los patos aman el nuevo estanque. Aun pasan muchas horas sumergiendo sus cabezas bajo el agua, buscando cosas para comer en el fondo. Nuestra casa se localiza entre el jardín y el estanque y el agua se puede ver claramente desde el lavabo de la cocina, así como desde el comedor en el lado este de la casa, mientras que el jardín adyacente se ve desde las ventanas del lado oeste. Poco tiempo después de construir el estanque, mi familia estaba trabajando en el jardín. De pronto escuchamos el sonido de unos gansos canadienses arriba en el cielo y vimos como una pareja de ellos bajaba hacia los árboles y aterrizaba en nuestro pequeño nuevo estanque. Esto fue bastante emocionante, ya que nos dimos cuenta que ahora teníamos un lugar para aves salvajes, algo que nunca anticipamos. Continuamos trabajando y nos sorprendimos al ver que los gansos salían del estanque y pasaban enfrente de nuestra casa en dirección al jardín en el que estábamos ocupados cavando. Después siguieron caminando, hasta pasar en frente de nosotros, a través del patio y hacia el final del jardín. Cuando llegaron al huerto, se dieron la vuelta y volvieron a pasar justo enfrente de nosotros, haciéndose camino de regreso hacia el estanque. Para nosotros, esta fue la iniciación de nuestro estanque, una forma en la que la naturaleza nos decía que habíamos contribuido con algo positivo al ambiente.

Por supuesto, la historia no acabó con los dos gansos salvajes canadienses. Pronto, una Garza Real Azul aterrizó en el estanque, merodeando en las orillas bajas con sus patas que parecían zancos. Fue localizada

por uno de los niños mientras desayunábamos, a penas a quince metros de la ventana del comedor. Después, un par de coloridos patos joyuyos pasaron una tarde jugando en el agua. Me di cuenta que los patos joyuyos pueden pararse en las ramas de los árboles como pajaritos cantores. Más tarde, conté 40 gansos canadienses en el pequeño estanque. Cubrían su superficie como una alfombra emplumada, para luego emprender el vuelo pareciendo una gran explosión de alas.

Aun crecemos algunos patos para controlar las algas, por sus huevos y ocasionalmente por su carne. En cierto punto criamos patos de la especie ánade real, sólo para darnos cuenta de que esta clase se va volando cuando alcanza la madurez. Una de las hembras de ánade se lastimo de alguna manera y quedó coja. Ciertamente se trataba de un pato lisiado, pero a los niños les gustaba y la cuidaban. Pero un día desapareció por completo. Creímos que un depredador había matado al pájaro indefenso y nunca pensamos volver a verla. Para el deleite de los niños, la siguiente primavera una pareja de ánades reales aterrizaron en nuestro pequeño estanque. Los vimos nadar por un buen rato, hasta que la hembra salió del agua y empezó a caminar hacia nosotros. O, debería decir, “cojeó” hacia nosotros. ¡Nuestro pato lisiado había volado por el invierno sólo para volver en primavera con un guapo novio! Nuestro estanque de aguas grises fue el punto de referencia para su migración.

Le dieron a mi hija más joven un ganso canadiense para criarlo. El pequeño gansito no tenía más de un día o dos de nacido cuando fue encontrado por un vecino merodeando perdido a un lado del camino. Phoebe llamó al ganso “Peepers” y a cualquier lugar que Phoebe fuera, Peepers la seguía. Los dos pasaron varios días en juntos en el estanque de aguas grises – Peepers chapoteaba en el agua mientras que Phoebe se sentaba en la orilla a mirarlo. Pronto Peepers ya era un ganso crecido y a cualquier lugar que él fuera lo seguían grandes cantidades de excremento de ganso. La situación del excremento se volvió tan insoportable que Papá le cambió el nombre al ganso a “Poopers”. Un día, cuando no había nadie más en casa, Papá y Poopers se fueron en un pequeño viaje hacia un lago lejano. Sólo Papá regresó. Phoebe tenía roto el corazón.

La siguiente primavera, un par de gansos canadienses volaron una vez más sobre nuestras cabezas. Pero esta vez, sólo la hembra aterrizó sobre nuestro pequeño estanque. Phoebe fue corriendo hacia el estanque al escuchar el graznido familiar, gritando “¡Peepers! ¡Peepers!” ¡Peepers había regresado a decirle hola a Phoebe! ¿Cómo sabía que se trataba de Peepers? No lo sabía. Pero de alguna forma Phoebe lo supo. Se quedó parada en la orilla del estanque por un buen rato hablando con el majestuoso ganso; y el ganso, parado en la orilla junto a ella, le hablaba de regreso. Tuvieron una conversación que raramente se atestigua. Finalmente, Peepers despegó y esta vez Phoebe estaba contenta.

# EL FIN ESTÁ CERCA

¡Damas y caballeros, permítanme presentarles un nuevo y revolucionario recurso literario conocido como la *auto-entrevista!* (Se escuchan aplausos en el fondo. Alguien grita.) Hoy me entrevistaré a mí mismo. De hecho, aquí estoy. (Entro yo mismo).

**Yo:** Buenos días señor. ¿No lo he visto en algún lado?

**Mi mismo:** Al grano. Es demasiado temprano por la mañana para esto. Me ves cada vez que te miras en el espejo, lo cual gracias a dios no es muy seguido. ¿Qué cosa, por todos los cielos, te poseyó para quererte entrevistar a ti mismo?

**Y:** Si no lo hago yo, ¿quién lo hará?

**MM:** Tienes un punto. De hecho, ese puede ser un asunto digno de contemplación.

**Y:** Bueno, no nos desviemos. La materia a discutir el día de hoy es una substancia cercana y querida por todos nosotros. ¿Deberíamos abordarla directamente?

**MM:** ¿De qué demonios estás hablando?

**Y:** Te daré una pista. A menudo se le puede ver con maíz o cacahuates en la espalda.

**MM:** ¿Elefantes?

**Y:** Cerca, pero no te llevas el premio. De hecho, un premio se hubiera acercado más. Vamos a hablar del humabono.

**MM:** ¿Me sacaste de la cama y me obligaste a sentarme aquí sólo para hablar de ¡MIERDA!?

**Y:** ¿Qué no escribiste un libro al respecto?

**MM:** ¿Y qué? Bien, bien. Prosigamos. Ya tuve suficiente de este teatro.

**Y:** Bueno, para empezar ¿esperas que alguien tome en serio tu Manual del Humabono?

**MM:** ¿Por qué no lo harían?

**Y:** Porque a nadie le interesa el humabono. En lo último que alguien quiere pensar es en un trozo, en especial uno propio. ¿No crees que te arriesgas al acercarle el tema a la gente?

**MM:** ¿Te refieres a un estreñimiento masivo? No precisamente. No voy a sacar del negocio a ningún productor de escusados. Podría estimar que una persona en un millón está interesada en lo absoluto en el tema de recuperación de recursos relacionado con el excremento humano. Nadie piensa en el abono humano como un recurso; el concepto es simplemente demasiado bizarro.

**Y:** Entonces, ¿cuál es el punto?

**MM:** El punto es que los prejuicios y fobias que prevalecen durante mucho tiempo tienen que ser puestos a prueba de vez en cuando por alguien, quien sea, o nunca cambiarán. La fecofobia es un miedo profundamente enraizado en la psique americana y probablemente en la de todo el mundo. Pero no puedes correr de aquello que te da miedo. Simplemente aparecerá en otro lugar cuando menos te lo esperes. Hemos adoptado la política de defecar en nuestra agua potable y después mandarla por un tubo hacia otra parte para dejar que alguien más se encargue de ella. Por eso ahora estamos encontrando que nuestros suministros de agua están escaseando y volviéndose cada vez más contaminados. Lo que siembras cosecharás.

**Y:** ¡Ay bájale! Yo tomo agua todos los días y nunca está contaminada. Nosotros los estadounidenses probablemente tenemos el suministro de agua potable y segura más abundante que cualquier país en el mundo.

**MM:** Sí y no. Cierto, tu agua puede no sufrir contaminación fecal, es decir bacterias intestinales en el agua. Pero ¿cuánto cloro tomas en vez? Después está la contaminación del agua del drenaje en general, como la contaminación de las playas. Pero no quiero volverme a meter en todo esto. Ya discutí acerca de la contaminación por desperdicios humanos en el Capítulo Dos.

**Y:** ¿Entonces admitirás que los suministros de agua potable en los Estados Unidos son bastante seguros?

**MM:** Libres de organismos causantes de enfermedades, si, generalmente lo están. Aunque defecamos en nuestra agua, llegamos lejos y a un alto precio para sacarle los contaminantes. Los químicos adicionados a nuestra agua, como el cloro, por otro lado, no son buenos para beber. Y no hay que olvidar que los suministros de agua potable están escaseando en todo el mundo, los mantos acuíferos se están

hundiendo y el consumo de agua está a la alza sin ningún fin a la vista. Estas parecen ser buenas razones para no contaminar el agua con el movimiento diario de nuestras tripas. Sin embargo, esto sólo es *la mitad* de la ecuación.

*Y: ¿A qué te refieres?*

**MM:** Bueno, aun desperdiciamos los recursos agrícolas que el humabono nos podría aportar. No estamos manteniendo un ciclo de los nutrientes humanos intacto. Al mandar por una tubería las aguas residuales hacia el mar, esencialmente estamos tirando grano al mar. Al enterrar el lodo residual, estamos enterrando una fuente de comida. Esta es una costumbre cultural que debería ser puesta a prueba. Es una práctica que no cambiará de la noche a la mañana, pero lo hará cada vez más si empezamos a hacernos conscientes de ella ahora.

*Y: Entonces, ¿qué estás diciendo? ¿Crees que todo el mundo debería defecar en una cubeta de cinco galones?*

**MM:** Dios nos libre. En ese caso *si* veríamos un estreñimiento en masa.

*Y: Bueno, entonces no entiendo. ¿A dónde estamos tratando de llegar?*

**MM:** No estoy sugiriendo un cambio cultural masivo en los hábitos del inodoro. Estoy sugiriendo que, para empezar, tenemos que cambiar la forma en que *entendemos* nuestros hábitos. La mayoría de la gente nunca ha oído hablar de tal cosa como un ciclo de los nutrientes del ser humano. Mucha gente ni siquiera sabe acerca de la composta. El reciclaje del humabono simplemente no es algo en que la gente piensa. Sólo estoy sugiriendo que empecemos a considerar nuevos acercamientos al antiguo problema de qué hacer con el excremento humano. También tenemos que empezar a pensar un poco más en la forma en que vivimos en este planeta, porque nuestra supervivencia como especie depende de nuestra relación con la Tierra.

*Y: Eso sería un inicio, pero probablemente sea lo único que veremos en nuestra vida ¿no lo crees? Algunas personas, como tú, por ejemplo, pensarán en estas cosas, probablemente escribirán al respecto e incluso les darán difusión. La mayoría de la gente, por su parte, preferiría tener una bolsa de frituras de queso en una mano, una cerveza en la otra y una TV enfrente.*

**MM:** No estés tan seguro de ello. Las cosas están cambiando. Hay más de un puñado de gente que apagaría la TV, se limpiaría las migajas naranjas de los dientes y se ocuparía de hacer de este mundo un mejor lugar. Puedo predecir, por ejemplo, que los inodoros de compostaje y los sistemas de inodoros seguirán siendo diseñados y rediseñados durante el lapso de nuestras vidas. Eventualmente, desarrollos habitacionales enteros o comunidades completas utilizarán sistemas de inodoros de compostaje. Algunos municipios eventualmente instalarán inodoros de compostaje en todas las casas nuevas.

*Y: ¿Así lo crees? ¿Y cómo sería esto?*

**MM:** Bueno, cada casa tendría un contenedor removible hecho de plástico reciclado que serviría tanto de receptáculo del inodoro como de depósito de basura.

*Y: ¿Qué tan grande sería el contenedor?*

**MM:** Necesitarías alrededor de veinte litros (cinco galones) por persona por semana. Un tambor de alrededor de 200 litros (50 galones) sería llenado en dos semanas por una familia promedio. Todos los hogares depositarían todo su material orgánico excepto las aguas grises dentro de este recipiente, incluyendo probablemente recortes de pasto y hojas del jardín. El municipio podría proveer material de cobertura para la prevención de olores, consistiendo en hojas molidas, aserrín podrido o papel periódico molido, propiamente empacado para cada casa y que posiblemente podría ser dispensado automáticamente dentro del inodoro después de cada uso. *Esto eliminaría la producción de toda basura orgánica y todas las aguas negras*, ya que todo sería recolectado sin usar agua y compostado en un depósito de compostaje municipal.

*Y: ¿Quién lo recolectaría?*

**MM:** Una vez cada dos semanas más o menos, tu municipio o un negocio bajo contrato de tu municipio se llevaría el recipiente de composta de tu casa. Un nuevo recipiente de composta reemplazaría al anterior. Esto ya se está haciendo en toda la provincia de Nueva Escocia, Canadá y en áreas de Europa en las que los materiales orgánicos de la cocina son recolectados y compostados.

Al agregarle el material del inodoro al sistema de recolección, tu abono, orina y basura, mezclado con hojas molidas y otros restantes orgánicos o residuos de cosechas, serían recolectados regularmente, tal y como se hace hoy con tu basura. Excepto que su destino no sería el relleno sanitario, sería el depósito de

composta donde el material orgánico sería convertido, a través del compostaje termófilo, en un recurso agrícola y vendido a los granjeros, jardineros y decoradores que lo usarían para crecer plantas. El ciclo natural se completaría, se ahorrarían cantidades enormes de espacio en los rellenos sanitarios, un recurso valioso se estaría recuperando, se reduciría drásticamente la contaminación o incluso se prevendría y se incrementaría la fertilidad de la tierra. Así mismo se vería incrementada nuestra supervivencia a largo plazo como seres humanos en este planeta.

*Y: No lo sé... ¿cuánto tiempo pasará hasta que la gente esté lista para esto?*

**MM:** En Japón, se usa un sistema similar, excepto que en vez de recoger el contenedor y reemplazarlo con uno limpio, el camión que recoge el humabono lo absorbe desde un tanque de reposo. Como lo hace un camión que saca el contenido de una fosa séptica.

Un sistema de recolección con camiones como éste implica una inversión de capital de alrededor de un tercio de lo que se invertiría en cañerías. Un estudio que compara el costo entre la recolección manual del humabono y el drenaje a base de agua en Taiwán estima que los costos de la recolección manual son menores que un quinto del costo del drenaje a base de agua con estanque de oxidación. Esto toma en cuenta la pasteurización del humabono, así como el valor de mercado de la composta resultante.<sup>1</sup>

*Y: Pero esto es en el lejano Oriente. Nosotros no hacemos ese tipo de cosas en Norte América.*

**MM:** Uno de los ejemplos más progresivos a gran escala que he visto es en Nueva Escocia, Canadá. El 30 de noviembre de 1998, Nueva Escocia prohibió la entrada de todo el material orgánico dentro de sus rellenos sanitarios. La provincia provee de contenedores gratuitos a todos los hogares para que se depositen dentro las sobras de comida. Así que cuando una cáscara de plátano o un pan quemado se tira a la basura, irá dentro del *carrito verde* junto con cáscaras de huevo, café molido e incluso cajas de cereal, papel encerado y portapapeles de cartón. Después, cada dos semanas, un camión va de casa en casa, justo como los camiones normales de basura que estamos acostumbrados a ver, y recoge el material orgánico. De ahí, puede ir a uno de los muchos depósitos de composta centrales, donde el material se pasa por un molino y se apila en un compostero gigante. En un lapso de entre 24 y 48 horas, los microorganismos termófilos en la basura han elevado la temperatura de la masa orgánica hasta 60-70°C (140-158°F). Y se trata de un proceso totalmente natural.

Holanda fue uno de los primeros países en ordenar la separación del material orgánico a gran escala para el compostaje, habiéndolo hecho desde 1994; en al menos cinco países de Europa tal separación es común.<sup>2</sup> Desde 1993, en Alemania, por ejemplo, el material de desperdicio desechado debe contener menos de 5% de materia orgánica, el resto del material debe ser reciclado, principalmente a través del compostaje.<sup>3</sup> En Inglaterra y Gales, se ha establecido el objetivo de compostar un millón de toneladas de material orgánico proveniente de los hogares para el año 2000.<sup>4</sup>

*Y: Pero esos no son baños.*

**MM:** ¿Qué no lo puedes ver? Esto sólo está a un pequeño paso de la recolección de material del inodoro y también su compostaje. Los inodoros serán rediseñados como dispositivos de *recolección*, no dispositivos de *desecho*. Hemos desarrollado el arte, la ciencia y la tecnología del compostaje lo suficiente para ser capaces de reciclar nuestro propio excremento de una forma constructiva y a gran escala.

*Y: ¿Y por qué no lo hacemos?*

**MM:** Porque el humabono no existe, hasta donde la mayoría de los expertos de la composta están enterados. Ni siquiera está en la pantalla del radar. El abono humano se ve como un *desperdicio* humano, algo para ser desechado, no reciclado. Cuando estaba visitando las operaciones de compostaje en Nueva Escocia, un educador de la composta me dijo que se producían 275,000 toneladas de abonos animales anualmente en su país, los cuales son adecuados para el compostaje. No incluyó el abono humano en su evaluación. Hasta donde él sabía, los humanos no somos animales y no producimos abono.

Para darte un ejemplo de lo despistados que son los estadounidenses acerca del compostaje de humabono, déjame contarte sobre algunos misioneros en Centroamérica.

*Y: ¿Misioneros?*

**MM:** Correcto. Un equipo de misioneros estaba visitando a un grupo indígena en El Salvador y los sorprendió la falta de salubridad. No había escusados en ninguna parte. Las instalaciones disponibles eran letrinas de poso rudimentarias, olorosas e infestadas de moscas. Cuando el grupo regresó a los Estados Unidos, estaban muy consternados acerca del problema de inodoros que habían presenciado y decidieron

que debían ayudar. Pero no sabían qué hacer. Así que enviaron por correo una docena de inodoros portátiles hacia ese lugar, con un alto costo.

*Y: ¿Inodoros portátiles?*

**MM:** Sí, ya sabes, esos privados de plástico grandes que ves en las paradas de descanso a lo largo de las carreteras, en zonas de construcción y festivales. Aquellos que huelen mal y están llenos de un líquido azul ahogado de troncos flotantes y papel de baño.

*Y: Ah, sí.*

**MM:** Bueno, el pueblo en El Salvador recibió los inodoros portátiles y la gente de ahí los instaló. Incluso los utilizaron – hasta que se llenaron. El año siguiente, los misioneros regresaron al pueblo para ver cómo habían funcionado sus nuevos inodoros.

*Y: ¿Y luego?*

**MM:** Pues nada. Los inodoros se habían llenado y los pobladores los habían dejado de utilizar. Regresaron a sus letrinas de pozo. Tenían una docena de inodoros ahí sentados llenos hasta el borde de caca y orina, apestando hasta los altos cielos y de hecho formando un paraíso de moscas. Los misioneros no habían pensado en qué hacer cuando se llenaran los inodoros. En EUA, los contenidos son bombeados y transportados hacia una planta de drenaje. En El Salvador, simplemente fueron abandonados.

*Y: Entonces, ¿cuál es tu punto?*

**MM:** El punto es que no tenemos ni idea sobre el reciclaje constructivo del humabono. La mayoría de la gente en EUA jamás ha tenido ni siquiera que pensarlo, mucho menos que hacerlo. Si los misioneros hubieran sabido sobre compostaje, podrían haber ayudado a la gente necesitada en Centroamérica de una forma significativa y sostenible. Pero no tenían ni idea de que el abono humano es tan reciclable como el abono de vaca.

*Y: Déjame entender esto. ¿Ahora estás diciendo que los seres humanos son iguales a las vacas?*

**MM:** Bueno, todos los animales defecan. Muchos occidentales simplemente no lo admiten. Pero estamos empezando a hacerlo. Nosotros los norteamericanos tenemos un largo camino por recorrer. El obstáculo más grande está en comprender y aceptar el humabono y otros materiales orgánicos como recursos, más que como materiales de desperdicio. Tenemos que dejar de pensar en el excremento humano y los residuos orgánicos como desperdicios. Cuando lo hagamos, dejaremos de defecar en nuestra agua potable y dejaremos de enviar nuestra basura a los rellenos sanitarios.

Resulta crítico que separemos el agua del humabono. Mientras sigamos defecando en el agua tendremos un problema que no podremos solucionar. La solución está en dejar de contaminar nuestra agua, no en encontrar nuevas formas de limpiarla. No usemos agua como vehículo para transportar el excremento humano y otros desperdicios. El humabono tiene que ser recolectado y compostado con otros materiales orgánicos (sólidos y líquidos) producidos por los seres humanos. No podremos hacer esto mientras sigamos defecando en el agua. Concedido, podemos secar el lodo residual proveniente del drenaje y luego compostarlo. Sin embargo, se trata de un proceso complicado, caro y que utiliza mucha energía. Además, el lodo residual puede estar contaminado con toda clase de cosas horribles de nuestros drenajes los cuales pueden concentrarse en la composta.<sup>5</sup>

*Y: ¿Es malo compostar los lodos residuales?*

**MM:** No. De hecho, el compostaje es probablemente lo mejor que puedes hacer con el lodo residual. Es ciertamente un paso en la dirección correcta. Hay muchas operaciones de compostaje de lodo residual alrededor del mundo y al compostar el lodo residual, se crea un útil aditivo para la tierra. He visitado zonas de compostaje de lodo residual en Nueva Escocia, Pensilvania, Ohio y Montana y la composta terminada en todos estos lugares es bastante impresionante.

*Y: Nunca sucederá (sacudiendo la cabeza). Afrontémoslo. Los norteamericanos, los occidentales, nunca dejarán de cagarse en el agua. Nunca compostarán, como sociedad, su abono. Es irreal. Va en contra de nuestra educación cultural. Somos una sociedad de hot dogs, spray para el pelo y pastelillos, no de humabono compostado, por el amor de dios. ¡Nosotros no creemos en el balance de los ciclos de los nutrientes del ser humano! Simplemente no nos interesa. El compostaje es poco glamuroso y no te puedes enriquecer haciéndolo. ¡Así que ¿por qué hacerlo?!*

**MM:** Tienes razón en un punto – los norteamericanos nunca dejarán de cagar. Pero no te precipites. En 1998, en los Estados Unidos, sólo había 49 instalaciones de compostaje de lodos residuales

municipales operando.<sup>6</sup> Para 1997, había más de 200.<sup>7</sup> La industria del compostaje en EUA creció de tan sólo 1,000 instalaciones en 1998 hasta casi 3,000 en 2000 y ése número seguirá creciendo.<sup>8</sup>

En Duisberg, Alemania, una planta de compostaje que opera desde hace décadas procesa 100 toneladas de residuos domésticos al día. Otra planta en Bad Kreuznach maneja el doble de esta cantidad. Muchas plantas de compostaje en Europa compostan una mezcla de residuos y lodos residuales. Existen por lo menos tres plantas de compostaje en Egipto. En Munich, se estaba desarrollando en 1990 un esquema que proveería a 40,000 hogares con “biobotes” para la recolección de residuos compostables.<sup>9</sup>

Es simplemente cuestión de tiempo para que el concepto del biobote avance hacia la recolección de humabono también. De hecho, algunos inodoros de compostaje ya están diseñados para que el humabono se pueda transportar sobre ruedas y se composte en un área separada. Eventualmente, los municipios asumirán la responsabilidad de recolectar y compostar todo el material orgánico proveniente de las poblaciones humanas urbanas y suburbanas, incluyendo los materiales del inodoro.

*Y: Si, claro.*

**MM:** Y ahora estás revelando el primer obstáculo para alcanzar una sociedad sostenible. La actitud personal. Todo lo que damos por hecho el día de hoy – zapatos, ropa, herramientas de metal, equipos eléctricos, vamos, hasta el papel de baño, existen por una razón y sólo una razón: porque a alguien en el pasado le importó el futuro. Estarías corriendo desnudo persiguiendo conejos con un palo si alguien en el pasado no hubiera hecho las cosas mejores para nosotros en el presente. Todos tenemos una obligación con las generaciones del futuro. Eso es de lo que se trata la evolución y es lo que la supervivencia de las especies requiere. Tenemos que pensar en el futuro. Tenemos que interesarnos en nuestros descendientes también y no sólo en nosotros mismos. Esto significa que tenemos que entender que los desperdicios no son buenos para nosotros ni para las generaciones del futuro. Cuando tiramos un sinfín de basura hacia el ambiente con la actitud de que alguien en el futuro podrá encargarse de ella, no estamos evolucionando, estamos *devolucionando*.

*Y: ¿Y qué se supone que significa eso?*

**MM:** Es bastante simple. Tienes basura, ¿de acuerdo? No tiras la basura hacia “afuera”. No hay “afuera”. Tiene que ir hacia alguna parte. Así que simplemente separas la basura en diferentes contenedores en tu casa y eso facilita que las cosas se reciclen. Cuando se reciclan, no se desperdician. Hasta un chimpancé podría deducirlo. Es fácil de entender y fácil de hacer.

Mucha de la composta que se ha producido en las grandes plantas de compostaje ha sido contaminada por cosas como baterías, fragmentos de metal, tapas de botella, pintura y metales pesados. Como resultado, mucha composta no ha sido útil para la agricultura. En vez, se ha usado como material de relleno o para otros fines no agrícolas, lo cual, para mí, es absurdo. La forma de mantener la chatarra fuera de la composta es valorar lo suficiente el material compostable como para recolectarlo por separado de otra basura. Un biobote en el hogar funcionaría bien. El biobote podría ser recolectado regularmente, vaciado, su contenido compostado y la composta vendida a granjeros y jardineros como un servicio de auto-apoyo económico provisto por negocios independientes.

El truco para el éxito en la producción de composta a gran escala se puede resumir en cuatro palabras: *separación desde la fuente*. El material orgánico debe ser separado desde la fuente. Esto quiere decir que las familias individuales tendrán que asumir la responsabilidad del material orgánico que producen. Ya no se les permitirá aventarlo todo en un bote de basura junto con las envolturas plásticas de sus pastelillos, botellas de refresco, celulares descompuestos y tostadores viejos. El material orgánico es demasiado valioso para ser desperdiciado. La gente en Nueva Escocia ya se dio cuenta, así como muchos otros alrededor del mundo. Los estadounidenses son un poco lentos.

*Y: Pero no están compostando material del inodoro ¿o sí?*

**MM:** Algunos están compostando lodos residuales, lo cual representa un gran paso en la dirección correcta. Hay algunos emprendedores en el negocio del compostaje de lodos residuales también en los Estados Unidos. En 1989, el pueblo de Fairfield, Connecticut, firmó un contrato para que el material del jardín y los lodos residuales fueran compostados. Se dice que este pueblo ahorró por lo menos \$100,000 dólares en costos de desecho de materiales tan sólo en el primer año de compostaje. Las operaciones en Fairfield están a sólo un kilómetro y medio (un cuarto de milla) de distancia de casas de medio millón de dólares y no se reportan olores más allá que el de hojas mojadas a algunos metros.<sup>10</sup> La EPA estima que los estadounidenses producirán 8.2 millones de toneladas de *biosólidos* – ese es otro nombre para los lodos

residuales – para el año 2010 y que el 70% será reciclado. Resulta irónico que solamente predijeron que el 7% del lodo residual reciclado será compostado. Probablemente la EPA despertará antes y *olerá los biosólidos*.<sup>11</sup>

En Misoula, Montana, todos los lodos residuales son compostados y toda la operación de compostaje es fondeada por los costos normales de la recolección de basura. Toda la composta producida es mera ganancia y se vende en su totalidad. El compostaje es una empresa rentable si se maneja correctamente.

*Y: Pero aun así, está el miedo del humabono y su capacidad de causar enfermedades y albergar parásitos.*

**MM:** Tienes razón. Pero de acuerdo con la literatura, una temperatura biológica de 50°C (122°F) mantenida por un periodo de 24 horas es suficiente para matar a los patógenos del ser humano que potencialmente residen en el humabono. Las regulaciones de la EPA requieren que se mantenga una temperatura de 55°C (131°F) por tres días cuando se compostan lodos residuales en contenedores. Los microorganismos termófilos están en todas partes, esperando a hacer lo que hacen mejor - producir composta. Están en el pasto, las ramas de los arboles, hojas, cáscaras de plátano, basura y en el humabono. Crear una composta termófila no es difícil o complicado y el compostaje termófilo es lo que necesitamos para sanear el excremento humano sin necesidad de tecnología excesiva ni consumo de energía. El compostaje termófilo es algo que los seres humanos de todo el mundo pueden hacer, tengan o no dinero o tecnología.

Siempre habrán personas que no estarán convencidas de que la composta de humabono está libre de patógenos al menos que cada pedazo de ella sea analizado en un laboratorio, presentando resultados negativos. Por otro lado, siempre habrá gente, como yo, que compostará conscientemente el humabono al mantener una pila de composta bien administrada y que sentirá que su composta se ha vuelto higiénicamente segura como resultado. Una capa de paja cubriendo la pila de composta terminada, por ejemplo, aislará la pila y no permitirá que las superficies exteriores se enfríen prematuramente. Se trata de sentido común, realmente. La verdadera prueba viene al vivir con el sistema de compostaje por periodos largos. No conozco a nadie más que lo haya hecho, pero después de treinta años, he encontrado que el sistema simple que utilizo funciona bien para mí. Y no hago nada especial ni ningún gran esfuerzo para hacer composta; nada más allá de las cosas simples que he descrito en este libro.

Probablemente Goataas da en el clavo al decir, *“El operador de composta de granja, jardín o de un pequeño poblado normalmente no se preocupará por pruebas detalladas más que por aquellas que confirman que el material es seguro desde el punto de vista de la salud, lo cual se juzgará por la temperatura y al resultar satisfactoria para la tierra, lo cual se podrá juzgar por su apariencia. La temperatura de la composta se puede monitorear de las siguientes formas: a) cavar en la pila y sentir la temperatura del material; b) sentir la temperatura de una varilla después de haberla insertado en el material; o c) usar un termómetro. El cavar en la composta aportará una idea aproximada de la temperatura. El material se debería de sentir muy caliente al tacto y demasiado caliente para poder mantener la mano dentro de la pila por mucho tiempo. Debería de salir humo de la composta al abrirla. Una varilla de metal o madera insertada medio metro (dos pies) dentro de la pila por un periodo de 5 a 10 minutos para el metal y de 10 a 15 minutos para la madera debería sentirse bastante caliente al tacto, de hecho, demasiado caliente para sostenerla. Estas técnicas de prueba de temperatura resultan satisfactorias para las operaciones de compostaje de pequeños poblados y granjas.”*<sup>12</sup>

En otras palabras, el compostaje de humabono puede ser un proceso simple, al alcance de cualquiera. No tiene que ser un proceso complicado, de alta tecnología y muy caro, controlado y regulado por personas nerviosas en batas blancas asomándose hacia la pila de composta, agitando la cabeza y retorciéndose las manos mientras emiten cacareos intelectuales.

Tengo que aclarar, sin embargo, que yo no puedo hacerme responsable por aquello que la gente haga con su composta. Si algunas personas que lean este libro compostáran humabono de manera irresponsable, podrían toparse con varios problemas. Mi predicción de lo peor que podría pasar es que terminaran con una pila de composta putrefacta, en vez de una termófila. El remedio para esto sería dejar la pila de composta putrefacta a añejar por dos años antes de usarla en agricultura o usarla sólo en horticultura.

No puedo culpar a nadie por ser fecofóbico y creo que la fecofobia es la raíz de la mayoría de las preocupaciones sobre el compostaje de humabono. Lo que los fecofóbicos probablemente no entienden es que aquellos de nosotros que no somos fecofóbicos entendemos el ciclo de los nutrientes del ser humano y la importancia de reciclar los materiales orgánicos. Reciclamos los residuos orgánicos porque sabemos que es lo correcto y los miedos irracionales no son un obstáculo. También hacemos composta porque la necesitamos para fortificar la tierra con la que producimos alimentos y en consecuencia ejercemos un alto nivel de responsabilidad al hacerlo. Es por nuestro propio bien.

Después tenemos, por supuesto, el reto de los compostadores para los fecofóbicos: *enséñenos una mejor manera de lidiar con el excremento humano.*

*Y: Me suena que tienes la última palabra en el tema del humabono.*

**MM:** A duras penas. El *Manual del Humabono* es tan sólo un pequeño comienzo en el diálogo acerca del reciclaje de los nutrientes del ser humano.

*Y: Bueno señor, esto está empezando a tornarse aburrido y se nos acaba el tiempo, así que tendremos que poner fin a esta entrevista. Además, ya escuché suficiente sobre el más notable producto "final" del mundo. Así que concentrémonos en el fin en sí, el cual ya ha llegado.*

**MM:** Y esto es todo. Éste es el fin.

*Y: ¿Qué dicen amigos?*

(Suena una canción de The Doors de despedida ["This is the end..."]. Se escuchan aplausos salvajes, pisotones, chiflidos alocados, la audiencia salta de arriba abajo, jalándose los pelos, se avientan rollos de papel de baño por los cielos como confeti. Se desgarran la ropa, la gente aclama, grita y sale espuma de sus bocas. Alguien grita la consigna: *"¡separación desde la fuente, separación desde la fuente!"*. ¿Qué es esto? ¡La audiencia se abalanza sobre el escenario! ¡El entrevistado está siendo cargado sobre las cabezas de la multitud! ¡Rallos y centellas y aleluya!).

## MANUAL DEL HUMABONO – GLOSARIO

- abono verde** – Vegetación crecida para ser utilizada como fertilizante para el suelo, ya sea mediante su aplicación directa sobre la tierra, compostándola antes de su aplicación o por medio de la fijación leguminosa del nitrógeno en los nódulos de las raíces de la vegetación.
- actinomicetos** – Bacterias semejantes a los hongos por su usual producción de micelios ramificados característicos.
- aeróbico** – Capaz de vivir, crecer u ocurrir únicamente en la presencia de oxígeno libre, tal como las bacterias *aeróbicas*.
- agentes voluminosos** – Un ingrediente de la composta, como paja o heno, usado para mejorar la estructura, porosidad, absorción de líquido, olor y contenido de carbono. Los términos “agente voluminoso” y “enmienda” son intercambiables.
- agua residual** – Agua desechada como desperdicio, a menudo contaminada con excremento humano u otros contaminantes humanos y descargada hacia cualquier sistema de tratamiento de aguas residuales o directamente hacia el ambiente.
- aguas grises** – Agua del drenaje del hogar proveniente de los lavabos, tinas y la lavandería (no de los escusados).
- aguas negras** – Aguas residuales del escusado.
- alga** – pequeñas plantas acuáticas.
- alimañas** – Pestes molestas, usualmente pequeñas, como moscas, ratones, ratas, etc.
- anaeróbico** – Capaz de vivir y crecer donde no hay oxígeno.
- Ascaris** – Un género de nematodos ascarídidos parásitos del ser humano.
- Aspergillus fumigatus** – Un hongo formador de esporas que puede causar reacciones alérgicas a algunas personas.
- bacteria** – Organismos microscópicos unicelulares. Algunos son capaces de causar enfermedades en los humanos, otras son capaces de elevar la temperatura de una pila de residuos en descomposición lo suficiente para destruir a los patógenos humanos.
- carbonoso** – Que contiene carbono.
- celulosa** – El componente principal de las paredes celulares de las plantas, compuesto de una larga cadena de moléculas de azúcar fuertemente unidas.
- ciclo de nutrientes del ser humano** – La repetición cíclica del movimiento de nutrientes de la tierra hacia las plantas y animales, hacia los humanos y después de regreso a la tierra.
- coliformes fecales** – Bacterias generalmente inofensivas que se encuentran en los intestinos de los animales de sangre caliente, usadas como indicador de contaminación fecal.
- composta** – Una mezcla de residuos vegetales en descomposición, abono, etc., para fertilizar y acondicionar la tierra.
- compostaje continuo** – Un sistema de compostaje en el cual el material de residuos orgánicos se agrega continuamente o diariamente a la pila de composta.
- contenido séptico** – El material orgánico bombeado fuera de los tanques sépticos.
- cryptosporidia** – Un protozoo patógeno que causa diarrea en los humanos.
- cuotas de manejo** – Las cuotas que se cobran para el desecho de los materiales de desperdicio.
- curación** – Etapa final del compostaje. También llamada añejamiento o maduración.
- demanda bioquímica de oxígeno (DBO)** – Cantidad de oxígeno usada cuando la materia orgánica se somete a la descomposición de los microorganismos. Se hacen exámenes de DBO para calcular la cantidad de materia orgánica en el agua.
- desperdicio** – Una sustancia o material sin un valor inherente o utilidad, o una sustancia o material desechada a pesar de su valor inherente o utilidad.
- desperdicios sólidos municipales** – Desperdicios sólidos que se originan en los hogares, industrias, negocios, demolición, limpieza de terrenos y construcción.
- dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)** – Un gas inorgánico compuesto de carbono y oxígeno, producido durante el compostaje.
- drenajes combinados** – Aquellos drenajes que recolectan aguas residuales junto con derrames de agua de lluvias.
- efluente** – Aguas residuales fluyendo desde una fuente.
- enmienda** – Ver “agentes voluminosos”.
- entérico** – Intestinal.
- evapotranspiración** – La transferencia de agua entre la tierra y la atmósfera tanto por evaporación como por transpiración de las plantas creciendo en la tierra.
- fecofobia** – Miedo al material fecal, especialmente respecto al uso del material fecal humano para propósitos agrícolas.
- filtración** – Cualquier líquido que se drene de una fuente. Con respecto a la composta, es el líquido que se drena del material orgánico, en especial cuando el agua de lluvia entra en contacto con la composta.
- fungi** – Plantas simples, a menudo microscópicas, que no tienen pigmento fotosintético.
- helmintos** – Un gusano o animal con forma de gusano, especialmente los gusanos parasíticos del sistema digestivo humano, tales como las ascárides y los anquilóstomos.
- higiene** – Prácticas sanitarias, limpieza.
- humabono** – Heces humanas y orina compostados para fines agrícolas.
- humus** – Material orgánico oscuro, rico y fácil de deshacer que resulta de la descomposición de residuos de plantas y animales.
- humus de lombriz** – Excremento de lombrices de tierra, que parece oscuro y granulado como tierra y es rico en nutrientes para el suelo.
- indicador patógeno** – Un patógeno cuya ocurrencia sirve de evidencia para detectar la presencia de ciertas condiciones ambientales, como la contaminación.
- K** – Símbolo químico del potasio.
- letrina** – Un inodoro, a menudo usado por mucha gente.
- letrina de pozo** – Un hoyo o pozo en el cual se deposita el excremento humano. Se conoce como inodoro exterior o privado cuando está cubierto por una pequeña construcción.
- lignina** – Una sustancia que forma las paredes celulares de las plantas y el “cemento” entre ellas. La lignina se encuentra junto con la celulosa y es resistente a la descomposición biológica.
- lodo residual activado** – Lodos de aguas residuales tratados al forzar aire a través de ellos para activar a las poblaciones microbianas benéficas que residen en el lodo.
- lodos residuales** – El sedimento pesado en un drenaje o tanque séptico. También llamados biosólidos.
- lombricompostaje** – La conversión de material orgánico a excremento de lombriz por parte de las lombrices de tierra.

- macroorganismo** – Un organismo que, a diferencia de un microorganismo, puede observarse a simple vista, como los gusanos.
- mantillo** – Material orgánico, tal como hojas o paja, esparcido en la tierra alrededor de las plantas para retener humedad, ahogar a las hierbas y alimentar a la tierra.
- material del patio** – Hojas, recortes de pasto, materiales del jardín, recortes de arbustos y broza.
- mesófilo** – Microorganismos que prosperan a temperaturas medias (20-37°C o 68-99°F).
- metal pesado** – Metales como el plomo, mercurio, cadmio, etc., que poseen más de cinco veces el peso del agua. Al concentrarse en el ambiente, pueden presentar riesgos significativos a la salud humana.
- micelio** – Filamentos de los hongos o hifas.
- microagricultura** – El cultivo de organismos microscópicos con el propósito de beneficiar a la humanidad, tal como en la producción de alimentos fermentados o en la descomposición de residuos de materiales orgánicos.
- microorganismo** – Un organismo que tiene que ser magnificado para poder ser visto por el ojo humano.
- N** – Símbolo químico para el nitrógeno.
- naturalquimia** – La transformación de materiales sin aparente valor a materiales con un alto valor usando sólo procesos naturales, como la conversión del humabono a humus por medio de la actividad microbiana.
- nitratos** – Una sal o éster de ácido nítrico, como el nitrato de potasio o el nitrato de sodio, ambos usados como fertilizantes y que aparecen en los suministros de agua como contaminantes.
- occidental** – Perteneciente al hemisferio oeste (el cual incluye al Continente Americano y Europa) o sus habitantes humanos.
- orgánico** – Referente a un material procedente de una fuente animal o vegetal, como los residuos en forma de abono o restos de comida; también un tipo de agricultura que emplea fertilizantes y acondicionadores para a tierra derivados principalmente de fuentes animales o vegetales a diferencia de las fuentes minerales y petroquímicas.
- P** – Símbolo químico del fósforo.
- Patógeno** – Un microorganismo causante de enfermedades.
- PCB** – Bifenilos policlorados, un contaminante ambiental persistente y dominante.
- pH** – Un símbolo para el grado de acidez o alcalinidad de una solución, cuyo rango de valor va de 1 a 14. Debajo de 7 es ácido, arriba de 7 es alcalino y 7 es neutro.
- phytotóxico** – tóxico para las plantas.
- proporción de C/N** – La proporción entre carbono y nitrógeno en un material orgánico.
- protozoa** – Pequeños animales, en su mayoría microscópicos, unicelulares o formados por un grupo de células más o menos idénticas y que habitan principalmente en el agua. Algunos son patógenos del hombre.
- psicrófilos** – Microorganismos que prosperan a bajas temperaturas (tan bajas como -10°C o 14°F, pero óptimamente arriba de los 20°C o 68°F).
- putrefacción** – Descomposición lenta, generalmente a temperaturas más bajas que la del cuerpo humano.
- schistosoma** – Cualquier género de platelmintos que viven como parásitos en los vasos sanguíneos de los mamíferos, incluyendo a los humanos.
- séptico** – Que causa o resulta de la putrefacción (descomposición maloliente).
- shigella** – Bacteria en forma de bacilo, de la cual algunas especies causan disentería.
- separación desde la fuente** – La separación del material desechado por tipo específico de material en el lugar donde se generó.
- sostenible** – Capaz de practicarse indefinidamente sin un impacto significativamente negativo sobre el ambiente o sus habitantes.
- temperatura ambiente del aire** – La temperatura del aire circundante, como sería la temperatura exterior del aire que rodea a la pila de composta.
- termófilo** – Caracterizado por ser afín a las temperaturas elevadas (arriba de los 40.5°C o 105°F), o por ser capaz de generar temperaturas altas.
- tierra de noche** – Excremento humano utilizado en su forma cruda como fertilizante de la tierra.
- tonelada métrica** – Una medida de masa igual a 1,000 kilogramos o 2,204.62 libras.
- turba de musgo** – Materia orgánica no descompuesta o ligeramente descompuesta que se origina en condiciones de humedad excesiva como en un pantano.
- vector** – Una ruta de transmisión de patógenos de una fuente a una víctima. Los vectores pueden ser insectos, pájaros, perros, roedores u otras alimañas.
- virus** – Cualquier grupo de patógenos submicroscópicos que se multiplican únicamente al conectarse a células vivas.

## MANUAL DEL HUMABONO – REFERENCIAS DE LAS CITAS

### REFERENCIAS — CAPÍTULO UNO — LA CACA FLOTA

- 1 - State of the World 1999, p. 10; State of the World 1998, p. 3.
- 2 - Brown, Lester R., et al. (1998). Vital Signs 1998. Nueva York: W. W. Norton and Co., p. 20.
- 3 - State of the World 1998, p. 4, 5.
- 4 - State of the World 1998, p. 14.
- 5 - State of the World 1998, p. 11, 41; State of the World 1999, p. 97.
- 6 - State of the World 1999, p. 13, 97.
- 7 - State of the World 1999, p. 20, 21, 41, 46.
- 8 - Steingraber, Sandra. (1997). Living Downstream. Reading, MA: Perseus Books, p. 70.
- 9 - Living Downstream, p. 90.
- 10 - Colborn, Theo, Dumanoksi, Diane and Myers, John. (1996). Our Stolen Future. Nueva York: Penguin Books, p.137.
- 11 - Living Downstream, p. 103.
- 12 - State of the World 1999, p. 49; Living Downstream, p. 70.
- 13 - Living Downstream, p. 38, 40, 49, 59, 60.
- 14 - Our Stolen Future, p. 137.
- 15 - Ryan, Frank, M.D. (1997). Virus X. Nueva York: Little, Brown and Co., p. 383-390.
- 16 - Reporte de la Conferencia de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) 2004, Bangkok, Tailandia, <http://www.iucnredlist.org/>

### REFERENCIAS — CAPÍTULO DOS — NO DESPERDICIARÁS, NO DESEARÁS

- 1 - Too Good to Throw Away, Capítulo Dos.
- 2 - Brown, Lester R., et al. (1998). State of the World 1998. Nueva York: W. W. Norton and Co., p. 106.
- 3 - Kantor, Linda S., et al. (1997, enero - abril). "Estimating and Addressing America's Food Losses." Food Review. Washington, D.C.: Departamento de Agricultura de EUA (USDA, por sus siglas en inglés), División de Economía de Mercancías, Servicio de Investigación Económica.
- 4 - Agencia de Protección Ambiental de EUA (EPA) (mayo 1998) Characterization of Municipal Solid Waste in the United States: 1997 Update. Report # EPA530-R-98-007. Washington, D.C.: Agencia de Protección Ambiental de EUA, p. 29, 45.
- 5 - State of the World 1998, p. 102.
- 6 - State of the World 1998, p. 101, 166.
- 7 - Environment Reporter. (27 de septiembre, 1996).
- 8 - Too Good to Throw Away, Capítulo Dos.
- 9 - Too Good to Throw Away, Capítulo Dos.
- 10 - World Resource Foundation. (abril,1998). Warmer Bulletin Information Sheet - Landfill. Daniel, J.E., et al., (Eds.). 1992 Earth Journal. Boulder, CO: Buzzworm Books, p. 94.
- 11 - Fahm, Lattee A. (1980). The Waste of Nations: The Economic Utilization of Human Waste in Agriculture. Montclair, NJ: Allenheld, Osmun & Co., p. 45.
- 12 - Golden, Jack, et al. (1979). The Environmental Impact Data Book. Ann Arbor, MI: Ann Arbor Science Publishers, Inc., p. 495.
- 13 - Departamento de Comercio de EUA (DOC, por sus siglas en inglés), Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés), Oficina de Recursos Oceánicos, Conservación y Evaluación (ORCA, por sus siglas en inglés). (1987). The National Coastal Pollutant Discharge Inventory Database. Silver Spring, MD: DOC/NOAA/ORCA.
- 14 - Environment Reporter. (31 de julio, 1992). Washington D.C.: Bureau of National Affairs, Inc., p. 1110.
- 15 - Paul, Elizabeth. (1998). Testing the Waters VIII: Has Your Vacation Beach Cleaned Up Its Act?. Washington, D.C.: Natural Resources Defense Council, Inc.; NRDC Worldview News. (1998). Pollution Persists at US Beaches. Washington, D.C.: Natural Resources Defense Council, Inc.
- 16 - Whitaker, Barbara, Federal Judge Rules Los Angeles Violates Clean Water Laws, N. Y. Times, Dec. 24, 2002.
- 17 - Bitton, Gabriel. (1994). Wastewater Microbiology. Nueva York: Wiley-Liss, Inc., p. 368-369.
- 18 - Consejo para la Defensa de Recursos Naturales (NRDC, por sus siglas en inglés). (1997). Bulletin: Stop Polluted Runoff - 11 Actions to Clean up Our Waters. <http://www.nrdc.org/nrdcpn/fppubl.html>.

- 19 - Wastewater Microbiology, p. 86.
- 20 - Ralof, Janet. (21 de marzo, 1998). "Drugged Waters — Does it Matter that Pharmaceuticals are Turning Up in Water Supplies?" Science News, Vol. 153 (No. 12), p. 187-189.
- 21 - State of the New England Environment. (1996). Preserving New England Natural Resources. <http://www.epa.gov/region01/soe/coastal.html>.
- 22 - Toward Organic Security: Environmental Restoration or the Arms Race?. Peace and Environment Platform Project, c/o World Citizens Assembly, Suite 506, 312 Sutter St., San Francisco, CA 94018.
- 23 - Vital Signs 1998, p. 156.
- 24 - Courier. (enero, 1985). UNESCO. 7 Place de Fentenoy, 75700 Paris, Francia.
- 25 - State of the World 1999, p. 137.
- 26 - Vital Signs 1998, p. 156.
- 27 - Gever, John, et al. (1986). Beyond Oil: The Threat to Food and Fuel in the Coming Decades, A Summary Report. Cambridge, MA: Ballinger Publishing Co.
- 28 - Solley, Wayne B., et al. (1990). "Estimated Water Use in the United States in 1990." US Geological Survey Circular 1081, Table 31. Denver, CO. Departamento de Estudios Geológicos de Los Estados Unidos (USGS, por sus siglas en inglés) p. 65.
- 29 - Consejo para la Defensa de Recursos Naturales (NRDC). (24 de diciembre, 1996). Population and Consumption at NRDC: US Population Scorecard. Washington, D.C.: Consejo para la Defensa de Recursos Naturales (NRDC).
- 30 - The Waste of Nations, p. xxiv.
- 31 - 1993 Information Please Environmental Almanac, p. 340-341.
- 32 - Environment Reporter. (24 de abril, 1992) p. 2877-78.
- 33 - State of the World 1998, p. 100.
- 34 - Sides, S. (agosto/septiembre, 1991). "Compost." Mother Earth News, Issue 127, p. 50.
- 35 - Brown, Lester R., et al. (1998). Vital Signs 1998. Nueva York: W. W. Norton and Co., p. 44-45.
- 36 - Vital Signs, p. 44.
- 37 - Vital Signs, p. 132.
- 38 - Vital Signs 1998, p. 132.
- 39 - State of the World 1999, p. 135.
- 40 - State of the World 1990, p. 184.
- 41 - Rybczynski, Witold, et al. (1982). Low Cost Technology Options for Sanitation - A State of the Art Review and Annotated Bibliography. Washington, D.C.: Banco Mundial, p. 23.
- 42 - Cannon, Charles A. (3-5 de septiembre, 1997). "Life Cycle Analysis and Sustainability Moving Beyond the Three R's — Reduce, Reuse, and Recycle — to P2R2 — Preserve, Purify, Restore and Remediate." En E.I. Stentiford (Ed.), Proceedings of the 1997 Organic Recovery and Biological Treatment International Conference. Harrogate, Reino Unido, p. 252-253. Disponible de Stuart Brown, National Compost Development Association, apartado postal 4, Grassington, North Yorkshire, BD23 5UR RU (stuartbrown@compuserve.com)
- 43 - [http://cfpub.epa.gov/npdes/cso/cpolicy\\_report2004.cfm](http://cfpub.epa.gov/npdes/cso/cpolicy_report2004.cfm)

#### REFERENCIAS — CAPÍTULO TRES — MICROAGRICULTURA

- 1 - Shuval, Hillel I. et al. (1981). Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation - Night Soil Composting. p.2. Banco Internacional de Reconstrucción y Desarrollo (Banco Mundial), Washington DC, 20433, EUA.
- 2 - Shuval, Hillel I., et al. (1981). Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation - Night Soil Composting. p.2. Banco Internacional de Reconstrucción y Desarrollo (Banco Mundial), Washington DC, 20433, EUA.
- 3 - Shuval, Hillel I. et al. (1981). Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation - Night Soil Composting. p.ii. Banco Internacional de Reconstrucción y Desarrollo (Banco Mundial), Washington DC, 20433, EUA.
- 4 - Rodale, J. I. (1960). The Complete Book of Composting. p. 9. Rodale Books, Inc., Emmaus, PA.
- 5 - Sides, S. (1991). Compost. Mother Earth News. No. 127, agosto/septiembre, 1991 (pp.49-53).
- 6 - Bem, R., (1978). Everyone's Guide to Home Composting. Van Nostrand Reinhold Co., NY (p.4).
- 7 - Haug, Roger T. (1993). The Practical Handbook of Compost Engineering. p. 2. CRC Press, Inc., 2000 Corporate Blvd. N.W., Boca Raton, FL 33431 EUA.
- 8 - Cannon, Charles A., (1997). Life Cycle Analysis and Sustainability Moving Beyond the Three R's - Reduce, Reuse, and Recycle - to P2R2 - Preserve, Purify, Restore and Remediate. Como se vio en los Organic

- Recovery and Biological Treatment Proceedings de 1997, Stentiford, E.I. (ed.). Conferencia Internacional, Harrogate, Reino Unido. 3-5 de septiembre, 1997. p. 253. Disponible de Stuart Brown, National Compost Development Association, apartado postal 4, Grassington, North Yorkshire, BD23 5UR RU (stuartbrown@compuserve.com).
- 9 - Howard, Sir Albert, (1943). An Agricultural Testament. Oxford University Press: New York.
  - 10 - Bhamidimarri, R. (1988). Alternative Waste Treatment Systems. Elsevier Applied Science Publishers LTD., Crown House, Linton Road, Barking, Essex, IG11 8JU, Inglaterra. (p.129).
  - 11 - Rynk, Robert, ed. (1992). On-Farm Composting Handbook. Northeast Regional Agricultural Engineering Service. Tel: (607) 255-7654. p. 12.
  - 12 - Haug, Roger T. (1993). The Practical Handbook of Compost Engineering. p. 2. CRC Press, Inc., 2000 Corporate Blvd. N.W., Boca Raton, FL 33431 EUA.
  - 13 - Palmisano, Anna C. and Barlaz, Morton A. (Eds.) (1996). Microbiology of Solid Waste. P. 129. CRC Press, Inc., 2000 Corporate Blvd., N.W., Boca Raton, FL 33431 EUA.
  - 14 - Howard, Sir Albert, (1943). An Agricultural Testament. (p.48).
  - 15 - Ingham, Elaine (1998). Anaerobic Bacteria and Compost Tea. Biocycle, junio, 1998, p 86. The JG Press, Inc., 419 State Avenue, Emmaus, PA 18049.
  - 16 - Stoner, C.H. (Ed.). (1977). Goodbye to the Flush Toilet. Rodale Press: Emmaus, PA, 1977. (p.46).
  - 17 - Rodale, J.I. et al. (Eds.). (1960). The Complete Book of Composting. Rodale Books Inc.: Emmaus, Pa (pp.646-647).
  - 18 - Gotaas, Harold B., (1956). Composting - Sanitary Disposal and Reclamation of Organic Wastes. p.39. Organización Mundial de la Salud, Serie de Monografías No.31. Ginebra.
  - 19 - Mixing Browns and Greens For Backyard Success. Biocycle, Journal of Composting and Recycling, enero de 1998. p. 20 (Regional Roundup). JG Press, Inc., 419 State Ave., Emmaus, PA 18049 .
  - 20 - Brock, Thomas D. (1986). Thermophiles - General, Molecular, and Applied Biology. p.4. John Wiley and Sons, Inc.
  - 21 - Madigan, Michael T. et al. (1997). Brock Biology of Microorganisms, Octava edición. pp. 150, 167. Información sobre calentadores de agua, así como de rangos de temperatura de las bacterias.
  - 22 - Waksman, S.A. (1952). Soil Microbiology. John Wiley and Sons, Inc., Nueva York. (p.70).
  - 23 - Rynk, Robert, ed. (1992). On-Farm Composting Handbook. Northeast Regional Agricultural Engineering Service. Tel: (607) 255-7654. p. 55.
  - 24 - Thimann, K.V. (1955). The Life of Bacteria: Their Growth, Metabolism, and Relationships. The Macmillan Co., Nueva York. (p.177).
  - 25 - Wade, Nicholas (1996). Universal Ancestor. The New York Times, visto en la Pittsburgh Post-Gazette, lunes 26 de agosto, 1996, p. A-8.
  - 26 - Brock, Thomas D. (1986). Thermophiles - General, Molecular, and Applied Biology. p.23. John Wiley and Sons, Inc.
  - 27 - Bitton, Gabriel (1994). Wastewater Microbiology. p. 81. Wiley-Liss, Inc. 605 Third Avenue, NY, NY 10518-0012.
  - 28 - Ibid. (p. 212)
  - 29 - Palmisano, Anna C. and Barlaz, Morton A. (Eds.) (1996). Microbiology of Solid Waste. P. 123. CRC Press, Inc., 2000 Corporate Blvd., N.W., Boca Raton, FL 33431 EUA.
  - 30 - Lynch, J.M. and Poole, N.L. (Eds.). (1979). Microbial Ecology: A Conceptual Approach. Blackwell Scientific Publications, Londres. (p.238).
  - 31 - Sterritt, Robert M. (1988). Microbiology for Environmental and Public Health Engineers. P. 53. E. & F. N. Spon Ltd., Nueva York, NY 10001 EUA.
  - 32 - Palmisano, Anna C. and Barlaz, Morton A. (Eds.) (1996). Microbiology of Solid Waste. Pp. 124, 125, 129, 133. CRC Press, Inc., 2000 Corporate Blvd., N.W., Boca Raton, FL 33431 EUA.
  - 33 - Ingham, Elaine (1998). Replacing Methyl Bromide with Compost. Biocycle, Journal of Composting and Recycling, diciembre, 1998. p. 80. JG Press, Inc., 419 State Ave., Emmaus, PA 18049 EUA.
  - 34 - Curry, Dr. Robin (1977). Composting of Source Separated Domestic Organic Waste by Mechanically Turned Open Air Windrowing. Como se vio en los Organic Recovery and Biological Treatment Proceedings, Stentiford de 1997, E.I. (ed.). Conferencia Internacional, Harrogate, Reino Unido. 3-5 de septiembre, 1997. P. 184.
  - 35 - Applied Microbiology, diciembre, 1969.
  - 36 - Gotaas, Harold B., (1956). Composting - Sanitary Disposal and Reclamation of Organic Wastes (p.20). Organización Mundial de la Salud, Serie de Monografías No.31. Ginebra.
  - 37 - Curry, Dr. Robin (1977). Composting of Source Separated Domestic Organic Waste by Mechanically Turned Open Air Windrowing. Como se vio en los Organic Recovery and Biological Treatment Proceedings

- de 1997, Stentiford, E.I. (ed.). Conferencia Internacional, Harrogate, Reino Unido. 3-5 de septiembre, 1997. P. 183.
- 38 - Palmisano, Anna C. and Barlaz, Morton A. (Eds.) (1996). Microbiology of Solid Waste. P. 169. CRC Press, Inc., 2000 Corporate Blvd., N.W., Boca Raton, FL 33431 EUA.
  - 39 - Palmisano, Anna C. and Barlaz, Morton A. (Eds.) (1996). Microbiology of Solid Waste. Pp. 121, 124, 134. CRC Press, Inc., 2000 Corporate Blvd., N.W., Boca Raton, FL 33431 EUA.
  - 40 - Rodale, J. I. (1960). The Complete Book of Composting. p. 702. Rodale Books, Inc., Emmaus, PA.
  - 41 - Curry, Dr. Robin (1977). Composting of Source Separated Domestic Organic Waste by Mechanically Turned Open Air Windrowing. Como se vio en los 1997 Organic Recovery and Biological Treatment Proceedings, Stentiford, E.I. (ed.). Conferencia Internacional, Harrogate, Reino Unido. 3-5 de septiembre, 1997. P. 183.
  - 42 - Brock, Thomas D. (1986). Thermophiles — General, Molecular, and Applied Biology. p.244. John Wiley and Sons.
  - 43 - Rynk, Robert, ed. (1992). On-Farm Composting Handbook. Northeast Regional Agricultural Engineering Service. Tel: (607) 255-7654. p. 13.
  - 44 - *Biocycle*, noviembre, 1998, p.18.
  - 45 - Rodale, J. I. (1960). The Complete Book of Composting. p. 932. Rodale Books, Inc., Emmaus, PA.
  - 46 - Smalley, Curtis (1998). *Hard Earned Lessons on Odor Management*. Biocycle, Journal of Composting and Recycling, enero, 1998. p. 59. JG Press, Inc., 419 State Ave., Emmaus, PA 18049 EUA.
  - 47 - Brinton, William F. Jr. (fecha desconocida). *Sustainability of Modern Composting - Intensification Versus Cost and Quality*. Woods End Institute, apartado postal 297, Mt. Vernon, Maine 04352 EUA.
  - 48 - Brinton, William F. Jr. (fecha desconocida). *Sustainability of Modern Composting - Intensification Versus Cost and Quality*. Woods End Institute, apartado postal 297, Mt. Vernon, Maine 04352 EUA.
  - 49 - Palmisano, Anna C. and Barlaz, Morton A. (Eds.) (1996). Microbiology of Solid Waste. P. 170. CRC Press, Inc., 2000 Corporate Blvd., N.W., Boca Raton, FL 33431 EUA.
  - 50 - *Researchers Study Composting in the Cold*. Biocycle, Journal of Composting and Recycling, enero, 1998. p. 24 (Resumen Regional). JG Press, Inc., 419 State Ave., Emmaus, PA 18049 EUA.
  - 51 - Gotaas, Harold B., (1956). Composting - Sanitary Disposal and Reclamation of Organic Wastes. p. 77. Organización Mundial de la Salud, Serie de Monografías No.31. Ginebra.
  - 52 - Regan, Raymond W. (1998). *Approaching 50 years of Compost Research*. Biocycle, Journal of Composting and Recycling, octubre, 1998. p. 82. JG Press, Inc., 419 State Ave., Emmaus, PA 18049 EUA.
  - 53 - Howard, Sir Albert (1943). An Agricultural Testament. Oxford University Press: New York. (p.44). ver también: Rodale, J.I. (1946). Pay Dirt. The Devon-Adair Co.: Nueva York.
  - 54 - Rodale, J.I. et al. (Eds.) (1960). The Complete Book of Composting. Rodale Books Inc.: Emmaus, PA (p.658).
  - 55 - Regan, Raymond W. (1998). *Approaching 50 years of Compost Research*. Biocycle, Journal of Composting and Recycling, octubre, 1998. p. 82. JG Press, Inc., 419 State Ave., Emmaus, PA 18049 EUA.
  - 56 - Poncavage, J. and Jesiolowski, J. (1991). Mix Up a Compost and a Lime. *Organic Gardening*. marzo, 1991, Vol. 38, No.3. (p.18).
  - 57 - Gotaas, Harold B., (1956). Composting - Sanitary Disposal and Reclamation of Organic Wastes. p.93. Organización Mundial de la Salud, Serie de Monografías No.31. Ginebra.
  - 58 - Palmisano, Anna C. and Barlaz, Morton A. (Eds.) (1996). Microbiology of Solid Waste. P. 132. CRC Press, Inc., 2000 Corporate Blvd., N.W., Boca Raton, FL 33431 EUA.
  - 59 - Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US EPA). An Analysis of Composting as an Environmental Remediation Technology. EPA530-B-98-001, marzo, 1998.
  - 60 - Haug, Roger T. (1993). The Practical Handbook of Compost Engineering. p. 9. CRC Press, Inc., 2000 Corporate Blvd. N.W., Boca Raton, FL 33431 EUA.
  - 61 - Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US EPA) (Oct. 1997). *Innovative Uses of Compost - Bioremediation and Pollution Prevention*. EPA530-F-97-042.
  - 62 - Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US EPA). An Analysis of Composting as an Environmental Remediation Technology. EPA530-B-98-001, marzo, 1998.
  - 63 - Cannon, Charles A., (1997). Life Cycle Analysis and Sustainability Moving Beyond the Three R's - Reduce, Reuse, and Recycle - to P2R2 - Preserve, Purify, Restore and Remediate. Como se vio en los Organic Recovery and Biological Treatment Proceedings de 1997, Stentiford, E.I. (ed.). Conferencia Internacional,, Harrogate, Reino Unido. 3-5 septiembre, 1997. P. 253. Disponible de Stuart Brown, National Compost Development Association, apartado postal 4, Grassington, North Yorkshire, BD23 5UR Reino Unido ([stuartbrown@compuserve.com](mailto:stuartbrown@compuserve.com)).
  - 64 - Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US EPA) (Octubre 1997). *Innovative Uses of Compost - Bioremediation and Pollution Prevention*. EPA530-F-97-042.

- 65 - Logan, W.B. (1991). "Rot is Hot." *New York Times Magazine*. 9/8/91, Vol. 140, No.4871. (p.46).
- 66 - *Compost Fungi Used to Recover Wastepaper*. Biocycle, Journal of Composting and Recycling, mayo de 1998. p. 6 (Biocycle World). JG Press, Inc., 419 State Ave., Emmaus, PA 18049 EUA.
- 67 - Young, Lily Y., and Cerniglia, Carl E. (Eds.) (1995). Microbial Transformation and Degradation of Toxic Organic Chemicals. Pp. 408, 461, y table 12.5. Wiley-Liss, Inc. 605 Third Avenue, Nueva York, NY 10518-0012.
- 68 - Palmisano, Anna C. and Barlaz, Morton A. (Eds.) (1996). Microbiology of Solid Waste. P. 127. CRC Press, Inc., 2000 Corporate Blvd., N.W., Boca Raton, FL 33431 EUA.
- 69 - Logan, W.B. (1991). "Rot is Hot." *New York Times Magazine*. 9/8/91, Vol. 140, No. 4871. (p.46).
- 70 - Lubke, Sigfried. (1989). Entrevista: Todos los Asuntos Considerados en la Estela del Accidente Nuclear de Chernobyl. *Acres, EUA*. diciembre de 1989. (p. 20) [también contactar a Uta y Sigfried Lubke, A4722 Peuerbach, Untererleinsbach 1, Austria]
- 71 - Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US EPA) (1998). An Analysis of Composting as an Environmental Remediation Technology. EPA530-B-98-001, marzo, 1998.
- 72 - Cannon, Charles A., (1997). Life Cycle Analysis and Sustainability Moving Beyond the Three R's - Reduce, Reuse, and Recycle - to P2R2 - Preserve, Purify, Restore and Remediate. Como se vio en los Organic Recovery and Biological Treatment Proceedings de 1997, Stentiford, E.I. (ed.). Conferencia Internacional,, Harrogate, Reino Unido. 3-5 septiembre, 1997. P. 254. Disponible de Stuart Brown, National Compost Development Association, apartado postal 4, Grassington, North Yorkshire, BD23 5UR Reino Unido ([stuartbrown@compuserve.com](mailto:stuartbrown@compuserve.com)) y Schonberner, Doug (1998). Reclaiming Contaminated Soils, as well as Block, Dave (1998). Composting Breaks Down Explosives. Biocycle, Journal of Composting and Recycling, septiembre, 1998, 36-40.
- 73 - Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US EPA) (1998). An Analysis of Composting as an Environmental Remediation Technology. EPA530-B-98-001, marzo, 1998.
- 74 - Block, Dave (1998). Degrading PCB's Through Composting. Biocycle, Journal of Composting and Recycling, diciembre, 1998. p. 45-48. JG Press, Inc., 419 State Ave., Emmaus, PA 18049 EUA.
- 75 - Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US EPA) (octubre, 1997). *Innovative Uses of Compost - Bioremediation and Pollution Prevention*. EPA530-F-97-042.
- 76 - Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US EPA) (octubre, 1997). *Innovative Uses of Compost - Bioremediation and Pollution Prevention*. EPA530-F-97-042.
- 77 - Rynk, Robert, ed. (1992). On-Farm Composting Handbook. Northeast Regional Agricultural Engineering Service. Tel: (607) 255-7654. p. 83.
- 78 - Hoitink, Harry A. J. et al., (1997). Suppression of Root and Foliar Diseases Induced by Composts. Como se vio en los Organic Recovery and Biological Treatment Proceedings de 1997, Stentiford, E.I. (ed.). Conferencia Internacional, Harrogate, Reino Unido. 3-5 septiembre, 1997. p. 95.
- 79 - Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US EPA) (octubre, 1997). *Innovative Uses of Compost - Disease Control for Plants and Animals*. EPA530-F-97-044.
- 80 - Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US EPA) (1998). An Analysis of Composting as an Environmental Remediation Technology. EPA530-B-98-001, marzo, 1998.
- 81 - Logan, W.B. (1991). Rot is Hot. *New York Times Magazine*. 9/8/91, Vol. 140, No.4871. (p.46).
- 82 - Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US EPA) (1998). An Analysis of Composting as an Environmental Remediation Technology. EPA530-B-98-001, marzo, 1998.
- 83 - Trankner, Andreas y Brinton, William (fecha desconocida). *Compost Practices for Control of Grape Powdery Mildew (Uncinula necator)*. Woods End Institute, Apartado postal 297, Mt. Vernon, Maine 04352 EUA.
- 84 - Cita de Elaine Ingham como fue reportado en: Grobe, Karin (1998). *Fine-Tuning the Soil Web*. Biocycle, Journal of Composting and Recycling, enero, 1998. p. 46. JG Press, Inc., 419 State Ave., Emmaus, PA 18049 EUA.
- 85 - Sides, S. (1991). Compost. *Mother Earth News*. No.127, agosto/septiembre, 1991 (p.50).
- 86 - Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US EPA) (octubre, 1997). *Innovative Uses of Compost - Disease Control for Plants and Animals*. EPA530-F-97-044.
- 87 - Biocycle, Journal of Composting and Recycling, octubre, 1998. p. 26. JG Press, Inc., 419 State Ave., Emmaus, PA 18049 EUA.
- 88 - Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US EPA) (octubre, 1997). *Innovative Uses of Compost - Disease Control for Plants and Animals*. EPA530-F-97-044.
- 89 - Brodie, Herbert L., and Carr, Lewis E. (1997). Composting Animal Mortality. Como se vio en los Organic Recovery and Biological Treatment Proceedings de 1997, Stentiford, E.I. (ed.). Conferencia Internacional, Harrogate, Reino Unido. 3-5 septiembre, 1997. pp. 155-159.

- 90 - McKay, Bart (1998). *Com-Postal-Ing in Texas*. Biocycle, Journal of Composting and Recycling, mayo, 1998. p. 44-46. JG Press, Inc., 419 State Ave., Emmaus, PA 18049 EUA.
- 91 - *Garbage: the Practical Journal for the Environment*. mayo/junio, 1992, p.66, Old House Journal Corp., 2 Main St., Gloucester, MA 01930.
- 92 - Logan, W.B. (1991). "Rot is Hot." *New York Times Magazine*. 9/8/91, Vol. 140, No.4871.
- 93 - Biocycle, Journal of Composting and Recycling, noviembre, 1998. p. 18. JG Press, Inc., 419 State Ave., Emmaus, PA 18049 EUA.
- XX - Para más información ver:  
<http://www.deq.state.or.us/wmc/solwaste/documents/Clopyralid%20Study.pdf>

#### REFERENCIAS – CAPÍTULO CUATRO — CON CACA HASTA LAS RODILLAS

- 1 - Boletín de Científicos Atómicos. septiembre/octubre 1998.
- 2 - Rodale, J. I., (1946). Paydirt, Devon-Adair Co.: NY, (p.vi).
- 3 - *Beyond Oil: The Threat to Food and Fuel in the Coming Decades, A summary Report*. Noviembre, 1986. Carrying Capacity Inc., 1325 G. Street, NW, Suite 1003, Wash. D.C. 10005.
- 4 - King, F.H., (1911). Farmers of Forty Centuries. Rodale Press: Emmaus, PA 18049.
- 5 - Ibid. (p.193, 196-7).
- 6 - Ibid. (p.10).
- 7 - Ibid. (p.19).
- 8 - Ibid. (p.199).
- 9 - White, A.D. (1955). The Warfare of Science with Theology. George Braziller: NuevaYork. (pp.68, 70).
- 10 - Ibid. (p.69).
- 11 - Ibid. (p.71).
- 12 - Ibid. (p.73).
- 13 - Ibid. (pp.76-77).
- 14 - Ibid. (p.84).
- 15 - Ibid. (p.85).
- 16 - Reyburn, Wallace (1989). Flushed with Pride - The Story of Thomas Crapper. Pavilion Books Limited, 196 Shaftesbury Avenue, Londres WC2H 8JL. pp. 24-25.
- 17 - Seaman, L.C.B. (1973). Victorian England. Methuan & Co.: Londres (pp. 48-56).
- 18 - Shuval, Hillel I. et al. (1981). Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation - Night Soil Composting. Extracto. Banco Mundial, Washington DC 20433, EUA.
- 19 - Winblad, Uno, y Kilama, Wen (1985). Sanitation Without Water. Macmillan Education Ltd., Londres y Basingstoke. p. 12.
- 20 - Edmonds, Richard Louis (1994). Patterns of China's Lost Harmony - A Survey of the Country's Environmental Degradation and Protection. p. 9, 132, 137, 142, 146, 156. Routledge, 11 New Fetter Lane, Londres EC4P 4EE y 29 West 35th Street, Nueva York, NY 10001.
- 21 - Hoitink, Harry A. J. et al., (1997). *Suppression of Root and Foliar Diseases Induced by Composts*. Como se vio en los Organic Recovery and Biological Treatment Proceedings de 1997, Stentiford, E.I. (ed.). Conferencia Internacional, Harrogate, Reino Unido. 3-5 septiembre, 1997. p. 97.
- 22 - Farmers of Forty Centuries. (p.198).

#### REFERENCIAS — CAPÍTULO CINCO — UN DÍA EN LA VIDA DE UN TROZO DE CACA

- 1 - Mancini, K. *Septic Tank - Soil Absorption Systems*. Agricultural Engineering Fact Sheet SW-44. Penn State College of Agriculture Cooperative Extension, University Park, PA 16802.
- 2 - Mancini, K. *Mound Systems for Wastewater Treatment*. SW-43. Como arriba.
- 3 - Stewart, John G. (1990). Drinking Water Hazards: How to Know if There Are Toxic Chemicals in Your Water and What to Do If There Are. Envirographics: Hiram, Ohio. (pp.177-178).
- 4 - van der Leeden, F. et al. (1990). The Water Encyclopedia. Lewis Publishers Inc.: Chelsea, Michigan, 48118. (p.526).
- 5 - Ibid. (p.525).
- 6 - Stewart, John G. (como en el #3 arriba, mismas páginas).
- 7 - Ibid.
- 8 - *Environment Reporter*. 2/28/92. The Bureau of National Affairs, Inc., Washington D.C., (pp. 2441-2).
- 9 - Gray, N.F. (1990). Activated Sludge Theory and Practice. Oxford University Press: Nueva York. (p.125).

- 10 - *Journal of Environmental Health*. julio/agosto, 1989. "EPA Proposes New Rules for Sewage Sludge Disposal". (P.321).
- 11 - Logan, W.B. (1991). "Rot is Hot." *New York Times Magazine*. 9/8/91 Vol. 140, No.4871, p.46.
- 12 - van der Leeden, F. et al. (1990). The Water Encyclopedia Second Edition. Lewis Publishers, 121 South Main Street, Chelsea, Michigan 48118 (p. 541).
- 13 - *Garbage*. febrero/marzo, 1993. Old House Journal Corp., 2 Main St., Gloucester, MA 01930. (p.18).
- 14 - Pickford, John (1995). Low-Cost Sanitation - A Survey of Practical Experience. p. 96. IT Publications, 103-105 Southampton Row, Londres WC1B 4HH, Reino Unido.
- 15 - Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US EPA) (1996). Wastewater Treatment: Alternatives to Septic Systems (Guidance Document). EPA/909-K-96-001. Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, Región 9, Programa de Agua Potable (W-6-3). p. 16-19. y: Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US EPA) (1987). It's Your Choice - A Guidebook for Local Officials on Small Community Wastewater Management Options. EPA 430/9-87-006. Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, Oficina para el Control de Contaminación Municipal (WH-595), División de Instalaciones Municipales, Washington DC 20460. p.55.
- 16 - Manahan, S.E. (1990). Hazardous Waste Chemistry, Toxicology and Treatment. Lewis Publishers, Inc.: Chelsea, Michigan. (p.131).
- 17 - Bitton, Gabriel (1994). Wastewater Microbiology. p. 120. Wiley-Liss, Inc. 605 Third Avenue, Nueva York, NY 10518-0012.
- 18 - Ibid. (pp. 148-49).
- 19 - Baumann, Marty. *USA Today*. 2 febrero, 1994, p. 1A, 4A. USA Today (Gannet Co. Inc.) 1000 Wilson Blvd., Arlington, VA 22229.
- 20 - "The Perils of Chlorine." *Audubon Magazine*, 93:30-2. nov/dec, 1991.
- 21 - Liptak, B.G. (1991). Municipal Waste Disposal in the 1990's. Chilton Book Co.: Radnor, PA. (pp.196-8).
- 22 - Bitton, Gabriel (1994). Wastewater Microbiology. p. 312. Wiley-Liss, Inc. 605 Third Avenue, NY, NY 10518-0012.
- 23 - Stiak, J. "The Trouble With Chlorine." *Buzzworm*. nov/dec, 1992. (p.22).
- 24 - Bitton, Gabriel (1994). Wastewater Microbiology. p. 121. Wiley-Liss, Inc. 605 Third Avenue, NY, NY 10518-0012.
- 25 - Environment Reporter. 7/10/92. (p.767).
- 26 - Bitton, Gabriel (1994). Wastewater Microbiology. p. 121. Wiley-Liss, Inc. 605 Third Avenue, NY, NY 10518-0012.
- 27 - Buzzworm. marzo/abril 1993. (p.17).
- 28 - Environment Reporter. 7/10/92. (p.767).
- 29 - Ibid. 4/24/92. (p.2879).
- 30 - Ibid. 8/7/92. (p.1155).
- 31 - Burke, W.K. "A Prophet of Eden." *Buzzworm*. Vol. IV, No.2, marzo/abril, 1992. (pp.18-19).
- 32 - Environment Reporter. 8/7/92. (P.1152).
- 33 - Ibid. 5/15/92. (p.319).
- 34 - Bitton, Gabriel (1994). Wastewater Microbiology. p. 352. Wiley-Liss, Inc. 605 Third Avenue, NY, NY 10518-0012.
- 35 - Ibid. 3/6/92 (p. 2474) and 1/17/92 (p.2145).
- 36 - Ibid. 1/3/92 (p.2109).
- 37 - Ibid. 11/1/91 (p.1657) y 9/27/96 (p. 1212).
- 38 - Hammond, A. et al. (Eds.) (1993). The 1993 Information Please Environmental Almanac. Compilado por el Instituto de Recursos Mundiales (WRI, por sus siglas en inglés). Houghton Mifflin Co.: Nueva York. (p.41).
- 39 - Purves, D. (1990). "Toxic Sludge." *Nature*. Vol. 346, 8/16/1990 (pp. 617-18).
- 40 - Bitton, Gabriel (1994). Wastewater Microbiology. p. 352. Wiley-Liss, Inc. 605 Third Avenue, NY, NY 10518-0012.
- 41 - Rybczynski, W. et al. (1982). Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation - Low Cost Technology Options for Sanitation, A State of the Art Review and Annotated Bibliography. Banco Mundial. (p. 124).
- 42 - Ibid. (p. 125).
- 43 - Sterritt, Robert M. (1988). Microbiology for Environmental and Public Health Engineers. P. 160. E. & F. N. Spon Ltd., Nueva York, NY 10001 EUA.
- 44 - Fahm, L.A. (1980). The Waste of Nations. Allanheld, Osmun & Co.: Montclair, NJ (p.61).

- 45 - Shuval, Hillel I. et al. (1981). Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation - Night Soil Composting. p.5. Banco Internacional de Reconstrucción y Desarrollo (Banco Mundial), Washington DC, 20433, EUA.
- 46 - Bitton, Gabriel (1994). Wastewater Microbiology. p. 166, 352. Wiley-Liss, Inc. 605 Third Avenue, Nueva York, NY 10518-0012.
- 47 - Sterritt, Robert M. (1988). Microbiology for Environmental and Public Health Engineers. p. 242, 251-2. E. & F. N. Spon Ltd., Nueva York, NY 10001 EUA.
- 48 - Radtke, T.M., and Gist, G.L. (1989). "Wastewater Sludge Disposal: Antibiotic Resistant Bacteria May Pose Health Hazard." *Journal of Environmental Health*. Vol. 52, No.2, sept/oct, 1989. (pp.102-5).
- 49 - Environment Reporter. 7/10/92. (p.770).
- 50 - Environment Reporter. 11/1/91. (p.1653).
- 51 - Ibid. 1/17/92. (p.2154).
- 52 - Damsker, M. (1992). "Sludge Beats Lead." *Organic Gardening*. feb, 1992, Vol. 39, No.2, p.19.
- 53 - Contact JCH Environmental Engineering, Inc., 2730 Remington Court, Missoula, MT 59801. Tel: 406-721-1164.
- 54 - Miller, T. L. et al., (1992). *Selected Metal and Pesticide Content of Raw and Mature Compost Samples from Eleven Illinois Facilities*. Departamento de Energía y Recursos Naturales del Estado de Illinois. y: Manios, T. and Stentiford, E.I. (1998). *Heavy Metals Fractionation Before, During, and After Composting of Urban Organic Residues*. Como se vio en los Organic Recovery and Biological Treatment Proceedings de 1997, Stentiford, E.I. (ed.). Conferencia Internacional, Harrogate, Reino Unido. 3-5 septiembre, 1997. p. 227-232.
- 55 - Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US EPA) (1989) - Summary Report: In-Vessel Composting of Municipal Wastewater Sludge. pp. 20, 161. EPA/625/8-89/016. Centro para la Información de Investigaciones Ambientales, Cincinnati, OH.
- 56 - Fahm. (1980). The Waste of Nations. (p.xxiv).
- 57 - Ibid. (p.40).
- 58 - Shuval, Hillel I. et al. (1981). Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation - Night Soil Composting. (resumen). Banco Internacional de Reconstrucción y Desarrollo (Banco Mundial), Washington DC, 20433, EUA.
- 59 - Rivard, C.J. et al. (1989). "Waste to Energy." *Journal of Environmental Health*. Vol 52, No.2, sept/oct, 1989. (p.100).
- 60 - Ver *Garbage*, oct/nov, 1992, (p.14).

#### REFERENCIAS — CAPÍTULO SEIS — INODOROS Y SISTEMAS DE COMPOSTAJE

- 1 - Rybczynski, W. et al. (1982). Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation - Low Cost Technology Options for Sanitation, A State of the Art Review and Annotated Bibliography. Banco Mundial. Departamento de Transporte y Agua, 1818 H Street N.W., Washington D.C. 20433 EUA.
- 2 - Franceys et al. (1992). A Guide to the Development of On-Site Sanitation. Organización Mundial de la Salud (WHO, por sus siglas en inglés), Ginebra. (p. 213).
- 3 - McGarry, Michael G., y Stainforth, Jill (eds.) (1978). Compost, Fertilizer, and Biogas Production from Human and Farm Wastes in the People's Republic of China, Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, apartado postal 8500, Ottawa, Canada, K1G 3H9 (pp. 9, 10, 29, 32).
- 4 - Rybczynski, W. et al. (1982). Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation - Low Cost Technology Options for Sanitation, A State of the Art Review and Annotated Bibliography. Banco Mundial. Departamento de Transportación y Agua, 1818 H Street N.W., Washington D.C. 20433 EUA. (p. 114).
- 5 - McGarry, Michael G. y Stainforth, Jill (eds.) (1978). Compost, Fertilizer, and Biogas Production from Human and Farm Wastes in the People's Republic of China, Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, apartado postal 8500, Ottawa, Canada, K1G 3H9.
- 6 - Winblad, Uno, y Kilama, Wen (1985). Sanitation Without Water. Macmillan Education Ltd., Londres y Basingstoke. pp. 20-21.
- 7 - Winblad, Uno (Ed.) (1998). Ecological Sanitation. Agencia Sueca Internacional de Cooperación para el Desarrollo, Estocolmo, Suecia. p. 25.
- 8 - Rybczynski, W. et al. (1982). Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation - Low Cost Technology Options for Sanitation, A State of the Art Review and Annotated Bibliography. Banco Mundial. Departamento de Transportación y Agua, 1818 H Street N.W., Washington D.C. 20433 EUA.
- 9 - Ibid.

- 10 - Manual para el Mantenimiento del Clivus Multrum, Clivus Multrum, Inc., 21 Canal St., Lawrence, Mass. 01840. (También contactar a la Hanson Assoc., Lewis Mill, Jefferson, MD 21755).
- 11 - Ibid.
- 12 - Ibid.
- 13 - Fuente: Pickford, John (1995). Low-Cost Sanitation, Intermediate Technology Publications, 103-105 Southampton Row, Londres WC1B 4HH, Reino Unido. p. 68.
- 14 - Sun Mar Corp., 900 Hertel Ave., Buffalo, NY 14216 EUA; o 5035 North Service Road, Burlington, Ontario, Canada L7L 5V2.
- 15 - AlasCan, Inc., 3400 International Way, Fairbanks, Alaska 99701, teléfono/fax (907) 452-5257 [como se vio en *Garbage*, feb/mar, 1993, p.35].
- 16 - Composting Toilet Systems, apartado postal 1928 (o 1211 Bergen Rd.), Newport, WA 99156, tel.: (509) 447-3708; Fax: (509) 447-3753.

#### REFERENCIAS – CAPÍTULO SIETE – GUSANOS Y ENFERMEDADES

- AA – Solomon, Ethan B., et. al (2002). Transmission of *Escherichia coli* 0167:H7 from Contaminated Manure and Irrigation Water to Lettuce Plant Tissue and Its Subsequent Internalization. *Microbiología Aplicada y Ambiental*, enero, 2002, p.397-400. Sociedad Americana de Microbiología.
- 1 - Kristof, Nicholas D. (1995). *Japanese is Too Polite for Words*. Pittsburg Post Gazette, domingo 24 de septiembre, 1995. p.B-8
  - 2 - Beeby, John (1995). The Tao of Pooh. (ahora titulado Future Fertility) Renuncia de responsabilidades y pp.64-65. Ecology Action of the Midpeninsular, 5798 Ridgewood Road, Willits, CA 95490-9730.
  - 3 - Beeby, John (1995). The Tao of Pooh. (ahora titulado Future Fertility) pp. 11-12. Ecology Action of the Midpeninsular, 5798 Ridgewood Road, Willits, CA 95490-9730.
  - 4 - Barlow, Ronald S. (1992) The Vanishing American Outhouse. p.2 Windmill Publishing Co., 2147 Windmill View Road, El Cajon, California 92020 EUA.
  - 5 - Warren, George M. (1922 – revisado en 1928). Sewage and Sewerage of Farm Homes. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). Boletín de los Granjeros No.1227. Como se vio en: Barlow, Ronald S. (1992) The Vanishing American Outhouse. pp. 107-110 Windmill Publishing Co., 2147 Windmill View Road, El Cajon, California 92020 EUA.
  - 6 - Shuval, Hillel I., et. Al. (1981). Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation – Night Soil Composting. p. 8. Banco Internacional de Reconstrucción y Desarrollo (Banco Mundial), Washington DC 20433, EUA.
  - 7 - Tompkins, P. y Boyd, C. (1989). Secrets of the Soil. Harper and Row: Nueva York. (pp. 94-5).
  - 8 - Howard, Sir Albert. The Soil and Health: A Study of Organic Agriculture. Schocken: NY 1947. (pp.37-38).
  - 9 - Ibid. (p.177).
  - 10 - Feachem, et. al. Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation. Banco Mundial, Director de Información y Asuntos Públicos, Washington DC, 20433.
  - 11 - Sterrit, Robert M. (1998) Microbiology for Environmental and Public Health Engineers. p.238. E. & F. N. Spon Ltd., Nueva York, NY 10001 EUA.
  - 12 - Jervis, N. "Waste Not, Want Not". *Natural History*. mayo, 1990. (p.73).
  - 13 - Winblad, Uno (Ed.) (1998). Ecological Sanitation. Agencia Sueca Internacional de Cooperación al Desarrollo, Estocolmo, Suecia. p. 75.
  - 14 - Sterrit, Robert M. (1998) Microbiology for Environmental and Public Health Engineers. pp. 59-60. E. & F. N. Spon Ltd., Nueva York, NY 10001 EUA.
  - 15 - Palmisano, Ana C. y Barlaz, Morton A. (Eds.) (1996). Microbiology of Solid Waste. pp.159. CRC Press, Inc., 2000 Corporate Blvd., N.W., Boca Raton, FL 33431 EUA.
  - 16 - Gotaas, Harold B. (1956) Composting – Sanitary Disposal and reclamation of Organic Waste. p. 20. Organización Mundial de la Salud, Serie de Monografías No.31, Ginebra.
  - 17 - Sopper, W.E. y Kardos, L.T. (Eds.) Recycling Treated Municipal Wastewater and Sludge Through Forest and Cropland. Universidad del Estado de Pennsylvania, University Park, PA (pp.248-51).
  - 18 - Ibid. (pp. 251-252).
  - 19 - Shuval, Hillel I., et. Al. (1981). Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation – Night Soil Composting. p. 4. Banco Internacional de Reconstrucción y Desarrollo (Banco Mundial), Washington DC 20433, EUA.
  - 20 - Sterrit, Robert M. (1998) Microbiology for Environmental and Public Health Engineers. p.252. E. & F. N. Spon Ltd., Nueva York, NY 10001 EUA.

- 21 - Cheng, Thomas C. (1973). General Parasitology. Academic Press, Inc., 111 Fifth Avenues, N.Y., NY 10003 (p.645).
- 22 - Shuval, Hillel I., et. Al. (1981). Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation – Night Soil Composting. p. 6. Banco Internacional de Reconstrucción y Desarrollo (Banco Mundial), Washington DC 20433, EUA.
- 23 - Feachem, et. al. Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation: health aspects of Excreta and Sullage Management. Departamento de Energía, Agua y Telecomunicaciones del Banco Mundial, 1818 H. Street N.W., Washington D.C., 20433. Esta obra comprensible cita 394 referencias de alrededor del mundo y fue llevada a cabo como parte del proyecto de investigación en tecnologías apropiadas para el abastecimiento y saneamiento del agua del Banco Mundial.
- 24 - Ibid.
- 25 - Olson, O. W. (1974). Animal Parasites - Their Life Cycles and Ecology. University Park Press, Baltimore, MD (p. 451-452).
- 26 - Crook, James. (1985). "Water Reuse in California". *Journal of the American Waterworks Association*. V. 77, no. 7, como se vio en The Water Encyclopedia por van der Linden, et. al. (1990). Lewis Publishers, Chelsea, Mich. 48118.
- 27 - Boyd, R. F. y Hoerl, B. G. (2977). Basic Medical Microbiology. Little, Brown and Co., Boston Mass. (p.494).
- 28 - Cheng, Thomas C. (1973). General Parasitology. Academic Press Inc., 111Fifth Ave., Nueva York, NY 10003. (p. 645).
- 29 - Sterritt, Robert M. (1988). Microbiology for Environmental and Public Health Engineers. pp.244-245. E. & F. N. Spon Ltd., Nueva York, NY 10001 EUA.
- 30 - Epstein, Eliot (1998). "Pathogenic Health Aspects of Land Application". *Bicycle*, septiembre, 1998, p.64. The JG Press, Inc. 419 State Avenue, Emmaus, Pa 18049.
- 31 - Shuval, Hillel I., et. Al. (1981). Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation – Night Soil Composting. p. 5. Banco Internacional de Reconstrucción y Desarrollo (Banco Mundial), Washington DC 20433, EUA.
- 32 - Franceys, R. et al. (1992). A guide to the Development of On-Site Sanitation. Organización Mundial de la Salud, Ginebra. p. 212.
- 33 - Schoenfeld, M. and Bennett, M. (1992). Water Quality Analysis of Wolf Creek. (manuscrito no publicado) Slippery Rock University, Curso de Ecología Aplicada, PREE, Semestre de Otoño (Prof. P. Johnson), Slippery Rock, PA 16057.
- 34 - Pomeranz, P.E. y Schultz, D. (1972). The Mother's and Father's Medical Encyclopedia. The New American Library, Inc., 1633 Broadway, Nueva York, NY 10019. (p.627).
- 35 - Chandler, A.C. y rea, C.P. (1961). Introduction to Parasitology. John Wiley and Sons, Inc.,: Nueva York.
- 36 - Brown, H.W. y Neva, F.A. (1983). Basic Clinical Parasitology. Appleton-Century-Crofts/Norwalk, Connecticut 06855. (pp.128-31). Destrucción de oxiuros mediante el compostaje mencionada en: Gotaas, Harold B., (1956). Composting – Sanitary Disposal and Reclamation of Organic Wastes. p.20. Organización Mundial de la Salud, Serie de Monografías No. 31. Ginebra.
- 37 - Brown, H.W. y Neva, F.A. (1983). Basic Clinical Parasitology. Appleton-Century-Crofts/Norwalk, Connecticut 06855. (pp.119-126).
- 38 - Ibid.
- 39 - Ibid.
- 40 - Haug, Roger T. (1993). The Practical Handbook of Compost Engineering. p.141. CRC Press, Inc. ,2000 Corporate Blvd., N.W., Boca Raton, FL 33431 EUA.
- 41 - Shuval, Hillel I., et. Al. (1981). Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation – Night Soil Composting. p. 4. Banco Internacional de Reconstrucción y Desarrollo (Banco Mundial), Washington DC 20433, EUA.
- 42 - Franceys, R. et al. (1992). A guide to the Development of On-Site Sanitation. Organización Mundial de la Salud, Ginebra. p. 214.
- 43 - Shuval, Hillel I., et. Al. (1981). Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation – Night Soil Composting. p. 7. Banco Internacional de Reconstrucción y Desarrollo (Banco Mundial), Washington DC 20433, EUA.

#### REFERENCIAS – CAPÍTULO OCHO – EL TAO DE LA COMPOSTA

- 1 - LaMotte Chemical Products Co., Chestertown, MD 21620.
- 2 - Rodale, J. I. (1960). The Complete Book of Composting. p.650, Rodale Books, Emmaus, PA.

- 3 - Kitto, Dick. (1988). Composting: The Organic Natural Way. Thorsons Publishers Ltd., Wellingborough, Reino Unido (p. 103).
- 4 - World of Composting Toilets Forum Update. No. 3, lunes 2 de noviembre, 1998.
- 5 - Del Porto, David y Steinfeld, Carol. (1999). The Composting Toilet System Book – version del editor. Center for Ecological Pollution Prevention, apartado postal 1330, Concord, MA 01742-1330.
- 6 - Olexa, M. T. y Trudeau, Rebecca L. (1994). *How Is the Use Of Compost Regulated?* Universidad de Florida, Servicio de Extensión Cooperativa de Florida. Documento No. SS-FRE-19, septiembre, 1994.
- 7 - Ley sobre el Manejo de Desperdicios Sólidos de Pennsylvania, Título 35, Capítulo 29A.
- 8 - Ley sobre Planeamiento, Reciclaje y Reducción de Desperdicios Municipales de Pennsylvania (1988), Título 53, Capítulo 17A.
- 9 - King, F. H. (1911). Farmers of Fourty Centuries. Rodale Press, Inc., Emmaus, PA 18049. (pp.78, 202).

#### REFERENCIAS – CAPÍTULO NUEVE – SISTEMAS PARA AGUAS GRISES

- 1 - Waterless Toilets as Repair for Failed Septic Tank Systems. Bio-Sun Systems, Inc., RR#2, apartado postal 134A, Millerton, PA 16936. Tel: 717-537-2200. Correo electrónico: bio-sun@ix.netcom.com.
- 2 - Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US EPA) (1992). *Wastewater Treatment/Disposal for Small Communities*. p.42. EPA/625/R-92/005. Oficina de Investigación y Desarrollo de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, Oficina de Aguas, Washington DC 20460 EUA.
- 3 - Bennett, Dick (1995). *Graywater, An Option for Household Water Reuse*. Home Energy Magazine. julio/agosto, 1995.
- 4 - Karpiscak, Martin M. et al. (1990). *Residential Water Conservation: Casa del Agua*. Water Resources Bulletin, diciembre, 1990, p. 945-946. Asociación Estadounidense de Recursos Hídricos (AWRA, por sus siglas en inglés).
- 5 - Gerba, Charles P. et al. (1995). *Water Quality Study of Graywater Treatment Systems*. Water Resources Bulletin, febrero, 1995, Vol. 31, No. 1, p. 109. Asociación Estadounidense de Recursos Hídricos (AWRA).
- 6 - Rose, Joan B. et al. (1991). *Microbial Quality and Persistence of Enteric Pathogens in Graywater from Various Household Sources*. Water Resources, Vol. 25, No. 1, pp. 37 – 42, 1991.
- 7 - Gerba, Charles P. et al. (1995). *Water Quality Study of Graywater Treatment Systems*. Water Resources Bulletin, febrero, 1995, Vol. 31, No. 1, p. 109. Asociación Estadounidense de Recursos Hídricos (AWRA).
- 8 - Karpiscak, Martin M. et al. (1990). *Residential Water Conservation: Casa del Agua*. Water Resources Bulletin, diciembre 1990, p. 940. Asociación Estadounidense de Recursos Hídricos (AWRA).
- 9 - Rose, Joan B. et al. (1991). *Microbial Quality and Persistence of Enteric Pathogens in Graywater from Various Household Sources*. Water Resources, Vol. 25, No. 1, p.40, 1991.
- 10 - Karpiscak, Martin M. et al. (1990). *Residential Water Conservation: Casa del Agua*. Water Resources Bulletin, diciembre 1990, p. 940. Asociación Estadounidense de Recursos Hídricos (AWRA).
- 11 - Ludwig, Art (1994). Create an Oasis with Greywater. Oasis Design, 5 San Marcos Trout Club, Santa Barbara, CA 93105-9726. Tel: 805-967-9956.
- 12 - Bennett, Dick (1995). *Graywater, An Option from Household Water Reuse*. Home Energy Magazine. julio/agosto, 1995.
- 13 - Rose, Joan B. et al. (1991). *Microbial Quality and Persistence of Enteric Pathogens in Graywater from Various Household Sources*. Water Resources, Vol. 25, No. 1, p. 40, 1991.
- 14 - Rose, Joan B. et al. (1991). *Microbial Quality and Persistence of Enteric Pathogens in Graywater from Various Household Sources*. Water Resources, Vol. 25, No. 1, pp. 37 – 38, 1991.
- 15 - Rose, Joan B. et al. (1991). *Microbial Quality and Persistence of Enteric Pathogens in Graywater from Various Household Sources*. Water Resources, Vol. 25, No. 1, pp. 39, 41, 1991.
- 16 - Bastian, Robert K. (fecha desconocida). Needs and Problems in Sewage Treatment and Effluent Disposal Facing Small Communities; The Role of Wetland Treatment Alternatives. Agencia de Protección de Estados Unidos (US EPA) .Oficina para el Control de Contaminación Municipal, Washington DC 20460.
- 17 - Hoang, Tawni et al. (1998). Greenhouse Wastewater Treatment with Constructed Wetlands. Greenhouse Product News, agosto, 1998, p. 33.
- 18 - Golueke, Clearence G. (1977). *Using Plants for Wastewater Treatment*. Compost Science, sept/oct, 1977, p.18.
- 19 - Berghage, R. D. et al. (fecha desconocida). *“Green” Water Treatment for the Green Industries: Opportunities for Biofiltration of Greenhouse and Nursery Irrigation Water and Runoff with Constructed Wetlands*. Y: Gupta, G.C. (1980). *Use of Water Hyacinths in Wastewater Treatment*. Journal of Environmental Health. 43(2):80-82. y: Joseph, J. (1978). *Hyacinths for Wastewater Treatment*. Reeves Journal. 56(2):34-36.
- 20 - Hillman, W. S. y Culley, D. D. Jr. (1978). *The Uses of Duckweed*. American Scientists. 66:442-451.

- 21 - Pries, John (fecha desconocida, 1996 o posterior). *Constructed Treatment Wetland Systems in Canada*. Gore and Storrie Ltd., Suite 600, 180 King St. S., Waterloo, Ontario, N2J 1P8. Tel: 519-579-3500.
- 22 - Golueke, Clarence G. (1977). *Using Plants for Wastewater Treatment*. Compost Science, sept./oct., 1977, p. 18.
- 23 - Golueke, Clarence G. (1977). *Using Plants for Wastewater Treatment*. Compost Science, sept./oct., 1977, p. 17.
- 24 - Para obtener más información, contacte a Carl Lindstorm en [www.greywater.com](http://www.greywater.com).
- 25 - Gunther, Folke (1999). *Wastewater Treatment by Graywater Separation: Outline for a Biologically Based Graywater Purification Plant in Sweden*. Departamento de Sistemas Ecológicos, Universidad de Estocolmo, S-106 91, Estocolmo, Suecia. *Ingeniería Ecológica* 15 (2000) 139-146.

#### REFERENCIAS - CAPÍTULO DIEZ – EL FIN ESTÁ CERCA

- 1 - Rybczynski, W. et al. (1982). Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation - Low Cost Technology Options for Sanitation, A State of the Art Review and Annotated Bibliography. Banco Mundial, Ginebra. (p. 20).
- 2 - Kurgler, R. et al. (1998). *Technological Quality Guarantees for H.O. Compost from Bio-waste*. Como se vio en los Organic Recovery and Biological Treatment Proceedings de 1997, Stentiford, E.I. (ed.). Conferencia Internacional, Harrogate, Reino Unido. 3-5 septiembre, 1997. p. 253. Disponible de Stuart Brown, National Compost Development Association, apartado postal 4, Grassington, North Yorkshire, BD23 5UR Reino Unido ([stuartbrown@compuserve.com](mailto:stuartbrown@compuserve.com)).
- 3 - Vorkamp, Katrin et al. (1998). *Multiresidue Analysis of Pesticides and their Metabolites in Biological Waste*. Como se vio en los Organic Recovery and Biological Treatment Proceedings de 1997, Stentiford, E.I. (ed.). Conferencia Internacional, Harrogate, Reino Unido. 3-5 de septiembre, 1997. p. 253. Disponible de Stuart Brown, National Compost Development Association, apartado postal 4, Grassington, North Yorkshire, BD23 5UR Reino Unido ([stuartbrown@compuserve.com](mailto:stuartbrown@compuserve.com)).
- 4 - Wheeler, Pat (1998). *Results of the Environment Agency Research Program into Composting of Green and Household Wastes*. Como se vio en los Organic Recovery and Biological Treatment Proceedings de 1997, Stentiford, E.I. (ed.). Conferencia Internacional, Harrogate, Reino Unido. 3-5 septiembre, 1997. p. 253. Disponible de Stuart Brown, National Compost Development Association, apartado postal 4, Grassington, North Yorkshire, BD23 5UR Reino Unido ([stuartbrown@compuserve.com](mailto:stuartbrown@compuserve.com)).
- 5 - Johnson, Julie (1990). "Waste that No One Wants". *New Scientist*. 9/9/90, Vol. 127, No. 1733. (p.50).
- 6 - Benedict, Arthur H. et al. (1988). "Composting Municipal Sludge: A Technology Evaluation". Apéndice A. Noyes Data Corporation.
- 7 - Biocycle, enero, 1998, p. 71.
- 8 - <http://www.epa.gov/compost/basic.htm>
- 9 - Johnson, Julie (1990). "Waste that No One Wants". *New Scientist*. 9/9/90, Vol. 127, No.1733. (p.53).
- 10 - Simon, Ruth (1990). *The Whole Earth Compost Pile?* Forbes. 5/28/90, Vol. 145, No.11. p. 136.
- 11 - Biosolids Generation, Use and Disposal in the United States (1999). EPA 630-R-99-009.
- 12 - Gotaas, Harold B., (1956). Composting - Sanitary Disposal and Reclamation of Organic Wastes. p.101. Organización Mundial de la Salud, Serie de Monografías No.31. Ginebra.