

ESTUDIO DE LOS ASPECTOS DE LA CONTAMINACION DE LOS SUELOS RELACIONADOS CON LA SALUD PUBLICA ¹

Dr. Hillel I. Shuval ²

Se dan detalles de las veinte enfermedades más importantes provocadas por los microorganismos patógenos que contaminan el suelo. Se consideran asimismo los agentes contaminantes de origen químico y radiactivo; los factores que actúan en la contaminación del aire, del agua y de la tierra, su correlación, y las medidas generales de control.

Introducción

Se puede dar una idea de la magnitud del alcance que tiene el problema de salud pública vinculado con la contaminación de los suelos en la declaración de una autoridad en salud pública, quien sostiene que son tan comunes las infestaciones de gusanos en el ser humano—transmitidos fundamentalmente por el suelo contaminado en algunas zonas semitropicales del mundo—que más de la mitad de los alimentos producidos y consumidos son asimilados por metabolismo por la población parasítica de gusanos que infestan al hombre y de ese modo le debilitan completamente. “Por eso, la mitad del trabajo del campesinado enfermo se destina al cultivo de alimentos para los gusanos que los mantienen enfermos” (14).

El problema de la contaminación de los suelos no sólo es propio de las zonas rurales “sin profilaxis” del mundo entero sino también de las zonas industrializadas y densamente pobladas. En un informe reciente que trata de la contaminación progresiva del aire, el agua y la tierra, el Consejo Nacional de Investigaciones de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos (5) declaró que: “La contaminación constituye una

transformación inconveniente de las características físicas, químicas y biológicas de nuestro aire, tierra y agua que va a influir o puede influir de manera perniciosa en la vida humana o en la vida de otras especies provechosas. . . La contaminación no sólo aumenta en razón de que a medida que se multiplica el género humano va disminuyendo el espacio vital de cada persona, sino también por el hecho de que aumentan constantemente las necesidades por persona, de modo que cada cual echa lejos mayores cantidades año tras año. A medida que va superpoblándose la tierra, ya desaparece ese ‘lejos’. El canasto de la basura de uno pasa a ser el espacio vital de otro.”

Desde los tiempos más remotos de la historia se ha comprendido el papel potencial de la tierra contaminada en la transmisión de enfermedades del hombre al hombre. El edicto bíblico sobre la importancia de la eliminación higiénica eficaz de los excrementos es un ejemplo de los primeros intentos del hombre por combatir la contaminación del suelo. “Tendrás también una estaca entre tus armas; y será que, cuando estuvieres *allí* fuera, cavarás con ella, y luego al volverte cubrirás tu excremento” Deuteronomio 23:13.

En el complejo mundo contemporáneo no sólo tenemos que resolver el problema de la contaminación de los suelos por agentes patógenos de origen biológico sino también

¹ Este estudio se basa, en su mayor parte, en las informaciones extraídas de diversos documentos fundamentales. Para mantener una continuidad de estilo, se han evitado las citas entre comillas, aun cuando algunos capítulos son esencialmente parafraseados o citas textuales.

² Profesor Asociado de Salud Ambiental, Universidad de Jerusalén.

por agentes químicos y radiactivos capaces de contaminar los suelos y de exponer al hombre a nuevos peligros para la salud, algunos de los cuales pueden tener efectos inmediatos y manifiestamente tóxicos, al paso que otros pueden tenerlos de carácter insidioso y a largo plazo, difíciles de descubrir y evaluar.

Contaminación de los suelos

Los agentes biológicos que son capaces de contaminar el suelo y provocar enfermedades en el hombre se pueden clasificar en tres grupos:

1) Los microorganismos patógenos expulsados por el hombre en sus excrementos y transmitidos al hombre por el contacto directo con los suelos contaminados o por el consumo de frutas y hortalizas cultivadas en los suelos contaminados (hombre-suelo-hombre).

2) Los microorganismos patógenos de los animales, transmitidos al hombre por el contacto directo con los suelos contaminados por los desperdicios de animales infectados (animal-suelo-hombre).

3) Los microorganismos patógenos que naturalmente se encuentran en los suelos y que se transmiten al hombre por contacto con el suelo contaminado (suelo-hombre).

En el apéndice aparece una lista y algunos detalles de las enfermedades más importantes que corresponden a esas tres categorías.

Hombre-suelo-hombre

Bacterias y protozoarios entéricos

Las bacterias y los protozoarios entéricos pueden contaminar los suelos a raíz de las prácticas defectuosas de eliminación de excrementos o como resultado del empleo del contenido de letrinas para abono de los suelos, del empleo del sedimento de alcantarillado (4) o el riego directo de los cultivos agrícolas con aguas cloacales (15, 17). Los suelos y los cultivos pueden contaminarse con los agentes bacterianos del cólera, la salmonelosis, la disentería bacilar (shigelosis) y la fiebre tifoidea y paratifoidea, o

con el agente protozooico de la amebiasis. Sin embargo, la mayoría de estas enfermedades suelen ser transportadas por el agua, transmitidas por contacto directo de persona a persona o por la contaminación de los alimentos. Las moscas que se crían, o entran en contacto con los suelos contaminados de materia fecal, pueden servir de portadores prácticos de los organismos patógenos. Sin embargo, aunque los antecedentes epidemiológicos permiten suponer que las moscas generalmente no desempeñan una función importante en la transmisión de ese grupo de enfermedades (8), tiene importancia, en cambio, el suelo contaminado en muchas regiones del mundo. Un ejemplo excelente para ilustrar este hecho es el caso de Costa Rica, donde se registró una disminución de 50% de la tasa de mortalidad debida a diarrea y enteritis en el espacio de ocho años, lo que se atribuyó a la instalación de más de 10,000 retretes.

Gusanos parásitos (helminetos)

Los gusanos parásitos, o helmintos, están perjudicando el estado de salud de las poblaciones humanas del mundo entero. Incluso en los países más altamente desarrollados, donde las infecciones por gusanos son relativamente benignas o su número es escaso, se las considerará nocivas con justificación. Se pueden agrupar en dos categorías los helmintos transmitidos por los suelos contaminados:

1) Contagiosos o transportados por las heces: los huevos o larvas pasan de las heces al suelo e infectan a las personas que están en contacto inmediato con los suelos contaminados.

2) Transmitidos por el suelo, o sea, geohelmintos: en este grupo los huevos o larvas pasan a ser infecciosos tras un período de incubación en el suelo.

Las infecciones helmínticas en su conjunto proporcionan, por su incidencia, un índice del adelanto alcanzado por una comunidad en el camino destinado a lograr un nivel conveniente de saneamiento. Toda

administración eficaz para combatir los problemas de la contaminación eliminará a todos los helmintos. Cada vez que la comunidad no logre condiciones higiénicas de vida, los helmintos influirán de manera importante en la salud. Un Comité de Expertos de la OMS en helmintos transmitidos por el suelo (22) ha demostrado que en muchas regiones del mundo estos helmintos son los más comunes y nocivos. El informe de la OMS afirma asimismo que, desde el punto de vista de su incidencia y de la gravedad de las enfermedades ocasionadas por los mismos, los helmintos más importantes transmitidos por el suelo son los *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura*, *Necator americanus* y *Ancylostoma duodenale*, siendo los dos últimos, agentes causales de la anquilostomiasis. Hay otra especie cuya distribución es menos generalizada y menos limitada a la transmisión por el suelo, que es la *Strongyloides stercoralis*.

El informe de la OMS (22) señala que son los factores microambientales del suelo los que influyen en las etapas de vida libre del gusano transmitido por el suelo y no los macroambientales. Por eso, es posible que los huevos de *A. lumbricoides* sobrevivan en una capa de tierra bajo la nieve. En las regiones arenosas, aunque la sequedad y temperatura de la arena pueden ser superiores a la que huevos y larvas pueden soportar, es posible que se desarrollen los huevos depositados muy por debajo de la superficie. Durante las etapas infecciosas, los nematodos transmitidos por el suelo tienen que afrontar muchos peligros. Hay animales y hongos que se alimentan de ellos, existen los peligros de desecación, inundaciones, heladas, la acción de sustancias tales como la orina y el agua de mar, la desaparición de la sombra y exposición directa a la luz solar. La capacidad de las larvas para sobrevivir a todos esos peligros determina la infectividad en una zona determinada.

Debido a las necesidades especiales de la etapa de vida libre, cada especie de nema-

todo transmitida por el suelo tiende a presentarse en amplias situaciones ecológicas, que responden fundamentalmente a las condiciones climáticas. Suele ser la forma indirecta en que influyen a través del suelo, la precipitación pluvial, la temperatura atmosférica, y la vegetación las que determinan la distribución e incidencia de helmintos transmitidos por el suelo (22).

En función de factores climáticos y edafológicos, hay una escala estrecha de factores que fomenta el crecimiento y el desarrollo al nivel máximo, así como la máxima supervivencia. Primordial importancia revisten la temperatura y la precipitación pluvial; son de importancia secundaria la luz solar y la circulación de aire. Los climatogramas que se han elaborado en muchos lugares pueden ser útiles para determinar el carácter endémico de la infección por anquilostomas en diversas regiones del mundo (22).

En lo que se refiere a la consistencia del suelo, se ha observado que hay una relación inversa entre la incidencia de la infección por anquilostomas y la densidad del suelo. La incidencia en los suelos espesos es baja y suele considerarse que los suelos arenosos son más aptos para las larvas de anquilostomas. Se piensa que esto puede guardar relación con el flujo vertical de aguas por percolación y con el flujo capilar en suelos arenosos. Las larvas de anquilostomas avanzan en contra de la corriente de agua de modo que, a medida que el agua desciende al interior de los suelos, las larvas avanzan hacia la superficie, y cuando las capas superiores de tierra empiezan a secarse y las profundidades chupan el agua superficial, las larvas migran hacia el fondo.

También tiene importancia el tamaño de la partícula de tierra. Por eso, es preciso conocer la textura, humedad y estructura del suelo cuando se la examina en relación con las larvas helmínticas. Si bien se puede generalizar con la afirmación de que es más posible que los anquilostomas se presenten en las regiones tropicales húmedas, no se

puede afirmar que vaya a producirse en todo lugar del trópico ni tampoco que no pueda ocurrir fuera de él (22).

Las enfermedades y los helmintos transmitidos por el suelo. El Comité de Expertos de la OMS considera que hay una relación directa entre la anemia y la anquilostomiasis y, en menor medida, otras infecciones causadas por helmintos que, aunque por muchos años dicha relación era poco clara, hoy ha llegado a ser generalmente aceptada. Las infecciones helmínticas pueden provocar pérdidas de hierro, proteínas y otros constituyentes esenciales de los glóbulos rojos; también pueden provocar la falta de absorción de esas sustancias y pueden dañar el hígado y causar otros efectos patológicos.

Los hechos sugieren ahora que en la anquilostomiasis la causa principal de anemia es la pérdida de hierro en el intestino provocada por la pérdida de sangre debida a la infección. Los trabajos realizados últimamente indican que la presencia de ascárides en el intestino perjudica la digestión de las proteínas y su absorción, y que cada vez que un niño expulsa gusanos inmediatamente empieza a aumentar de peso. La malnutrición puede ser provocada o agravada por las infecciones helmínticas, ya que los gusanos no sólo producen secreciones que obstaculizan la digestión de proteínas, sino que también competirán con el huésped y absorberán los nutrientes esenciales; además, al provocar pérdida de sangre, pueden ocasionar otras pérdidas importantes que aumentan las necesidades nutricionales.

En resumen, se puede decir que aunque el helminto adulto transmitido por el suelo ocasiona fundamentalmente una pérdida de proteína en la hemoglobina y de otros constituyentes de la sangre, sus efectos patógenos son muchos y capaces de trastornar diversos procesos metabólicos y otros. Sería imposible exagerar la importancia que revisten los helmintos transmitidos por el suelo en un estado general de trastorno del metabolismo, que con tanta frecuencia se exa-

mina en los escritos que tratan de las poblaciones del trópico, especialmente los niños y los malnutridos (22).

Control del medio. Se iniciaron los primeros intentos destinados a controlar la anquilostomiasis en las minas de Europa y se logró buenos resultados. La facilitación de servicios higiénicos y el tratamiento de las personas infectadas redujeron la incidencia de la anquilostomiasis hasta el punto en que en aquel continente hoy es insignificante salvo en algunos lugares de Portugal y entre los trabajadores agrícolas de Italia. Esos buenos resultados, en parte, se debieron a que la población estaba dispuesta a aceptar asesoría, sometiéndose a una disciplina y, en parte, debido al clima relativamente frío. Esos primeros resultados felices culminaron en la inauguración de campañas para erradicar la anquilostomiasis en otras regiones del mundo. Esa labor, en gran parte bajo los auspicios de la Junta Internacional de Salud de la Fundación Rockefeller, consistía en estudios de salud y de incidencia, quimioterapia, instalación de letrinas y educación sanitaria. Los organismos de salud emprendieron campañas de esa índole casi en todos los países donde la anquilostomiasis era endémica y rebajaron la intensidad global de la infección en Europa y los Estados Unidos. Sin embargo, en la mayoría de los lugares donde el ambiente es favorable al anquilostoma, ha sido poca la variación de la incidencia. Hace poco se estimó que en el mundo entero el anquilostoma sigue causando una pérdida diaria de sangre que es equivalente a la exanguinación total de casi 1,500,000 personas. Aunque muchos consideran que la medicina preventiva en las zonas tropicales ha dado buenos resultados en general, el buen éxito del control de los helmintos transmitidos por el suelo ha ido a la zaga.

En todo programa de control del medio para combatir los helmintos transmitidos por el suelo, es indispensable considerar la biología del parásito, los factores ambien-

tales que le son favorables o desfavorables, así como costumbres y prácticas.

Control químico. Se ha estudiado el control químico de las etapas de vida libre de los helmintos y se han llevado a cabo investigaciones sobre la destrucción química de huevos y larvas de ascárides y anquilostomas. Es posible técnicamente el tratamiento químico del agua de cloacas y del contenido de letrinas que se emplea para abono; sin embargo, las sustancias químicas son costosas y su aplicación no suele ser fácil. Resulta difícil destruir huevos y larvas en el suelo pues aquellos pueden adentrarse en la tierra por la acción de las lluvias o bien estas pueden migrar hacia las profundidades para obtener la protección de una capa de tierra de tres o más centímetros. Al aplicar productos químicos es preciso asegurarse de que penetran a suficiente profundidad. Por este motivo muchos productos químicos que son ineficaces en los suelos matan los huevos cuando se les aplica directamente en las pruebas de laboratorio (22).

Control sanitario. La prevención de las infecciones de helmintos transmitidas por el suelo es ante todo cuestión de la eliminación higiénica de las heces, por lo cual en todo programa de control sanitario hay que dar preferencia a este aspecto. Las medidas de control deben enfocarse hacia la eliminación de las heces de manera que estas sean inaccesibles e inocuas, o bien, someterlas a tratamiento para hacerlas inocuas aun cuando sean accesibles. Incluso en los países económicamente adelantados dista mucho de ser satisfactorio el sistema de alcantarillado para la eliminación higiénica de desperdicios. Aunque la clave para el control de esas infecciones en otras zonas consiste en la instalación de letrinas en las zonas urbanas y rurales, no obstante, en muchos casos se las ha instalado y no se ha observado la correspondiente disminución de la incidencia de infecciones. Esto no significa que las medidas adoptadas sean equivocadas

en principio, sino que los servicios proporcionados no se están usando debidamente. Sobre este particular cabe señalar que un estudio de la OMS (19) ha demostrado que algunas poblaciones hubieran usado los servicios que se les hubiese facilitado; a otras podría enseñárseles a usarlos; y algunas no los usarían o no podrían usarlos debidamente aun cuando los tuviesen.

Hay que hallar una solución práctica al problema de la contaminación de los suelos con materia fecal de diversa índole. Existen muchas soluciones técnicas posibles; sin embargo, es preciso elegir la más apropiada en consonancia con la costumbre local, los escrúpulos religiosos, el nivel de educación y la economía local. Es menester hacer un estudio cabal de todos esos factores con antelación a la iniciación de cualquier programa, para evitar su fracaso. Independientemente de la naturaleza del servicio que se instale para eliminación y desagüe, tiene vital importancia su planificación y construcción eficaces, su empleo y conservación adecuados. La monografía preparada por la OMS sobre eliminación de excrementos en las zonas rurales y pequeñas comunidades (19) especifica cuáles son los requisitos que permiten determinar si el sistema empleado es práctico y si se aplica debidamente:

- 1) El suelo superficial no debe estar contaminado.
- 2) No debe haber contaminación de las aguas subterráneas que puedan fluir a las vertientes o a los pozos.
- 3) No debe haber contaminación de las aguas superficiales.
- 4) Los excrementos no deben estar expuestos a moscas y animales.
- 5) Debe evitarse toda manipulación de excrementos frescos o bien, cuando ello sea indispensable, tal manipulación debe mantenerse al mínimo estrictamente necesario.
- 6) Deben suprimirse los malos olores y todo aspecto desagradable.
- 7) Los procedimientos empleados deben ser simples y su construcción y administración poco costosas.

La contaminación de los suelos y cultivos agrícolas

Las heces humanas son un abono valioso cuando hay escasez de fertilizantes químicos, como sucede en casi todo el mundo. El contenido de letrinas, pozos sépticos y sistemas de alcantarillado suele emplearse para el abono de cultivos. En las zonas donde escasea el agua, el aprovechamiento de las aguas de desperdicio para riego suele proporcionar una fuente valiosa de aguas suplementarias, sin embargo, a menos que se tomen ciertas precauciones, esas prácticas pueden ser perjudiciales para la salud pública. El anquilostoma y el ascáride, así como otros helmintos, pueden sobrevivir por períodos relativamente prolongados en la tierra y contaminar los cultivos de hortalizas que se consumen sin cocinar, lo cual puede redundar en la propagación de enfermedades (15). Además, hay bacterias entéricas patógenas y otros parásitos protozoarios, tales como la *Entamoeba histolytica*, que pueden contaminar los suelos y cultivos con el uso de esas prácticas (15, 16). Se han llevado a cabo muchos estudios que revelan que antes de ser sometidos a tratamiento, los desperdicios de alcantarillas domésticas y el contenido de letrinas empleado como abono suelen contener todo el espectro de microorganismos patógenos eliminados por la comunidad correspondiente (9, 11, 13). En un estudio de esa índole que se llevó a cabo en Israel, fue posible aislar en el contenido de alcantarillas sin tratar, especies de organismos patógenos tales como los agentes causales de la fiebre tifoidea, la disentería bacilar, la disentería amébrica, ascárides y otras enfermedades protozoarias y helmínticas, pudiendo también aislarse en el efluente de la central de filtro de escurrimiento de alta capacidad (3). Los procesos de tratamiento de las aguas servidas no son capaces de eliminar algunos de esos organismos patógenos, pero se acepta generalmente el hecho de que la eliminación de organismos coliformes sirve como indicador

de la eficacia de esos procesos desde el punto de vista bacteriológico. Se ha descubierto que se obtiene en la sedimentación primaria una reducción de 30 a 40% de organismos coliformes, al paso que en la mayoría de los procesos cabales de tratamiento biológico la reducción obtenida es de 90 a 99 por ciento. En las lagunas de estabilización generalmente se ha obtenido, con un período de retención de 30 días, una mayor reducción de organismos coliformes, hasta de 99% y más (17). Se ha llevado a cabo buen número de estudios para determinar la eficacia de los procesos de tratamiento de aguas cloacales a fin de suprimir determinados agentes patógenos. Puede decirse que, en general, los resultados obtenidos se asemejan mucho a la tasa de eliminación de organismos coliformes. Para fines de orden práctico no se puede suponer que la planta de tratamiento biológico de aguas de alcantarillado mejor organizada sea capaz de suprimir constantemente más del 90% de los organismos patógenos que se hallan en esas aguas fecales, a menos que se aplique gran dosis de cloro. En el caso de un efluente primario, cabe esperar una proporción bastante más reducida de eliminación de organismos patógenos. Por eso, el riego con aguas servidas puede contaminar suelos y cultivos con gran variedad de organismos patógenos. También se han hecho estudios sobre la viabilidad de diversos organismos indicadores y patógenos en el suelo o en los cultivos regados con aguas cloacales (11). La viabilidad de esos organismos varía de unos cuantos días a varios meses, según el organismo y su resistencia a factores ambientales perjudiciales, a las condiciones climatológicas, a la humedad del suelo, al grado de protección que le ofrecen los cultivos, etc. Las investigaciones que han tratado de esta cuestión han revelado que la *Salmonella* persiste hasta 70 días en suelos regados con aguas cloacales en el tiempo húmedo de invierno y casi la mitad de ese plazo en el tiempo más seco del verano (3).

Después de examinar la documentación que trata sobre la materia, se llega inevitablemente a la conclusión de que no obstante la disminución apreciable de organismos indicadores o patógenos debida a las condiciones ambientales perjudiciales y a la competencia biológica, subsiste la necesidad de actuar con enorme cautela, pues suficiente número de organismos patógenos puede sobrevivir en las condiciones agrícolas normales de los suelos para provocar peligros a la salud, cada vez que se consuman crudos los cultivos que se hubiesen regado recientemente con aguas servidas frescas o tratadas parcialmente. Este peligro es mayor aún en el caso de cultivos abonados con el contenido de letrinas sin tratar. A la luz de esta conclusión, algunos países han establecido reglamentos sanitarios que limitan el riego con aguas cloacales a determinados cultivos que no se destinan al consumo humano o bien que se consumen cocidos o elaborados. Si tales reglamentos son factibles desde el punto de vista administrativo y si se puede enseñar al campesino a que los respete, se podrían disminuir los peligros para la salud ocasionados por el riego con aguas servidas y de la contaminación de los suelos. La implantación de esos reglamentos en Israel ha revelado que, pese a su carácter restrictivo, las explotaciones agrícolas organizadas en gran escala que usan el riego de aguas cloacales pueden explotar un programa de producción agrícola bastante equilibrado dentro del marco de planes de rotación adecuados (17). Sin embargo, persiste la tentación en las granjas en pequeña escala de aprovechar las aguas de alcantarillados para regar los cultivos de hortalizas más lucrativos, pese al hecho de que hay reglamentos que prohíben esa práctica. Es preciso señalar que incluso los alimentos que se consumen cocidos pueden contaminar las superficies de trabajo en las cocinas así como los utensilios de cocina y, de tal modo, contaminar otros alimentos que se ingieren crudos, si se les hubiese regado con aguas

cloacales o hubiesen estado en contacto con suelos contaminados.

Otro problema consiste en proteger la salud del trabajador agrícola ocupado en las obras de riego con aguas cloacales. En muchos de los países occidentales no parece sufrir consecuencias la salud de los trabajadores agrícolas empleados en las granjas que aprovechan las aguas servidas. Sin embargo, los informes recibidos de la India indican que es mayor la incidencia de anquilostomiasis y de otras enfermedades parasíticas en el agricultor que riega sus tierras con aguas cloacales que en la población en general.

Animal-suelo-hombre (zoonosis transmisibles al hombre)

Hay buen número de zoonosis en las que el suelo cumple una función importante en la transmisión del agente infeccioso del animal al hombre. Un Grupo de Expertos OMS/FAO informó ampliamente sobre este problema no hace mucho (25).

Leptospirosis

Esta enfermedad se presenta en el animal y en el hombre en todas partes del mundo (25). La epidemiología de la enfermedad sigue una modalidad característica que es análoga a otras zoonosis, de animal a animal y de animal a hombre. La leptospirosis representa actualmente para el ganado vacuno un problema enorme cuyas dimensiones no se han determinado aún para el ganado porcino. En algunas regiones se infectan cabras, ovejas y caballos; entre los portadores figuran roedores como ratas, ratones y ratones campestres. En esos animales huéspedes las leptospiras se sitúan en los riñones y frecuentemente pueden ser expulsadas con la orina por períodos prolongados. La dispersión de leptospiras guarda relación con determinadas condiciones ambientales, en particular aquellas que producen contactos entre el animal portador, el agua, el barro y el hombre. Los

animales portadores suelen expulsar gran cantidad de leptospiras en la orina: hasta 100 millones por ml. Si la orina se deposita en el agua o en el barro que es neutro o ligeramente alcalino, las leptospiras pueden sobrevivir durante semanas. El animal y el hombre susceptibles que ingresan en ese ambiente se hallan expuestos al agente y pueden desarrollar una infección que oscila entre la reacción poco aparente y la enfermedad aguda, fulminante y fatal. Las leptospiras suelen introducirse en el cuerpo a través de las membranas mucosas o de rasguños en la piel. Suelen infectarse los trabajadores agrícolas empleados en terrenos de regadío, en especial los arrozales y cañaverales (20).

Antrax

El número de casos conocidos de ántrax en el ser humano es relativamente bajo en comparación con otras zoonosis, si bien esta enfermedad sigue teniendo importancia como enfermedad del hombre y por las repercusiones económicas que tiene en la cría de ganado. El *Bacillus anthracis* en forma de spora es muy resistente a las influencias químicas y ambientales y es capaz de sobrevivir por años en algunos suelos así como en productos de origen animal tales como los cueros, el pelo y la lana. Cuando se arraigan las infecciones de ántrax del ganado en una zona, se crea un foco enzoótico de infección relativamente permanente debido a la incapacidad del suelo de destruir las esporas. En muchas regiones del mundo existe gran contaminación de los suelos, particularmente en Asia, Europa Meridional y Africa; otros países cuentan con zonas extensas o reducidas de incidencia del ántrax, pero en general el problema es menos serio en el Hemisferio Occidental que en otras regiones del mundo. La contaminación de las zonas agrícolas puede producirse mediante el aprovechamiento de materiales de desecho recuperados de la lana y de las fábricas elaboradoras de

pelo que se destinan a abonos en las tierras de cultivos agrícolas o mediante el empleo de las aguas efluentes de fábricas tales como curtidurías (25).

Fiebre Q

Se reconoce que la fiebre Q, causada por la *Rickettsia (Coxiella) burnetii*, constituye un importante problema para la salud pública. Una encuesta patrocinada por la OMS para estudiar la distribución de la fiebre Q en 32 países y otros informes publicados han revelado que hay infección en más de 50 países en los cinco continentes; sólo en muy pocos países las investigaciones han indicado ausencia de esa fiebre. En la mayoría de ellos los rumiantes domésticos aparecen como los más importantes reservorios de la fiebre Q, al menos desde el punto de vista de la infección en el hombre. Las infecciones se producen más comúnmente, tanto en el animal como en el hombre, por las vías respiratorias. La *Rickettsia* está presente en la leche y en la tierra contaminada con los organismos que pueden subsistir por períodos prolongados, en especial en aquellos países donde las ovejas se trasladan a los corrales para parir. Puede haber grandes concentraciones de *Rickettsia* en el polvo de esos corrales y como los organismos son sumamente resistentes a la desecación, ese polvo puede ser altamente infeccioso si está protegido de la luz directa del sol (25).

Larva migrans cutánea

La larva migrans cutánea o sea la miiasis cutánea es infección común del hombre en los climas cálidos donde están ampliamente difundidos los anquilostomas de perros y gatos (*Ancylostoma braziliense*). La infección en el hombre se produce por la introducción subcutánea de larvas de anquilostomas caninos y felinos, que ocasionan una dermatitis de diversa intensidad al desplazarse por el espesor de la piel. En algunos casos la invasión puede ser tan

abundante y profusa que obliga a las víctimas a hospitalizarse. Suele hallarse la infección en los lugares donde el individuo se halla expuesto al contacto con heces animales, especialmente los niños en las playas, parques y lugares de recreo infantiles donde está presente la larva. Se ejerce control mediante la aplicación de restricciones a perros y gatos, y la eliminación de sus heces. Se ha descubierto que son provechosos los desinfectantes del suelo como el bórax en las escuelas y jardines de juego infantiles (25).

Suelo-hombre

Hongos patógenos

En los últimos años han ido acumulándose las pruebas que indican la posibilidad de aislar del medio ambiente los hongos que serían patógenos para el hombre (7). Varios investigadores han señalado la presencia de hongos que se consideran como agentes etiológicos de algunas de las micosis profundamente arraigadas y superficiales de que padece el hombre, en habitat tales como los suelos naturales y cultivados, madrigueras de animales salvajes, los suelos debajo de los nidos de pájaros y aves, los lugares abandonados de las construcciones tales como el ático, el sótano y el campanario, donde pájaros y animales anidan y descansan, y los árboles huecos (10, 11). El *Aspergillus fumigatus* es el agente etiológico de un tipo de aspergilosis, enfermedad que ocurre más frecuentemente en las zonas cálidas y húmedas. La afección pulmonar llamada geotricosis se atribuye al organismo *Geotrichum candidum* que también se ha aislado de los suelos con frecuencia. Ese organismo es uno de los hongos más comunes relacionado con las actividades del hombre.

Tétanos

El tétanos es una enfermedad aguda del hombre provocada por la toxina del bacilo

tetánico que crece anaeróticamente en el lugar de una herida siendo mucha la variación de la mortalidad según la edad y el período de incubación. No obstante, la tasa media de mortalidad es alrededor del 35 por ciento. El organismo tiene distribución de alcance mundial, si bien hoy son poco comunes los casos de esta enfermedad. Antiguamente fue una enfermedad de significación para los soldados heridos y factor crítico de la mortalidad infantil cada vez que las parteras descuidaban la higiene de sus prácticas. Es enfermedad ocasional en el campesino, especialmente a raíz de heridas contaminadas con suelos cubiertos de estiércol (20). El agente infeccioso, *Clostridium tetani*, es expulsado en el excremento de los animales infectados, en particular los caballos. La fuente de infección inmediata es la tierra, el polvo o las heces animales y humanas (6).

Botulismo

Se trata de envenenamiento de alta mortalidad causado por las toxinas bacterianas que produce el *Clostridium botulinum*. El reservorio del organismo es la tierra y el conducto intestinal de los animales. La toxina se forma por el desarrollo anaeróbico de esporas en los alimentos que son la causa inmediata del envenenamiento. La enfermedad suele transmitirse por la ingestión de alimentos sin preparar que se comen de frascos o latas de elaboración defectuosa durante el proceso de envase, habiéndose contaminado los productos enlatados o en conserva con tierra contaminada por el *C. botulinum* (6).

Coccidioidomicosis

Un estudio realizado últimamente en los Estados Unidos ha establecido que la coccidioidomicosis en su forma benigna y primaria es causa importante de enfermedad en las zonas endémicas y que la enfermedad es provocada por la inhalación de las esporas del *Coccidioides immitis* (26). Esta

enfermedad, vinculada con la contaminación de los suelos, también figura entre las principales enfermedades infecciosas de los trabajadores en las zonas endémicas, en particular de aquellos recién llegados a la zona.

Sólo se ha informado de la presencia del *C. immitis* en las regiones áridas y semi-áridas de la zona sudoccidental de los Estados Unidos, en México, Centro y Sudamérica. Las esporas altamente infecciosas del *C. immitis* se encuentran en la tierra a pocos centímetros de profundidad y en mayor número en torno a las cuevas de roedores. Con el calor del verano se marchita y desaparece la escasa cubierta vegetal que existe en las zonas endémicas, el viento levanta el polvo superficial y lanza las esporas al aire. Los grupos de trabajadores cuyas faenas requieren el contacto con la tierra están expuestos a grandes riesgos, sobre todo si los trabajos exigen operaciones de excavación polvorientas.

Se puede lograr cierto control mediante la aplicación de medidas localizadas tales como la lubricación de los terrenos en torno a los cuarteles y la plaza de armas en los establecimientos militares. La plantación de árboles y colocación de césped en torno a las residencias y fábricas industriales pueden disminuir la infección a la mitad.

Es difícil proteger a los trabajadores agrícolas y de construcción en las zonas endémicas. El empleo de máscaras y capuchas es técnicamente viable pero suele ser poco práctico.

Actualmente están prosiguiendo las investigaciones para elaborar un antígeno eficaz a fin de producir una inmunidad artificial activa contra la enfermedad. Esto, a la postre, puede proporcionar cierta protección a los grupos de población expuestos en las zonas endémicas, ya que el control del medio será limitado en el mejor de los casos.

Contaminación del suelo con sustancias químicas y materiales radiactivos

Agentes químicos

En los últimos 25 años ha aumentado enormemente el empleo de plaguicidas y herbicidas. En muchos países la agricultura ha pasado a depender del empleo de esos productos químicos para mantener el alto nivel de producción que necesitan. Un estudio realizado por el Consejo Nacional de Investigaciones de los Estados Unidos para analizar este problema, señala que los residuos de esas sustancias químicas en los alimentos pueden poner en peligro la salud de las personas que los consumen, si bien hasta la fecha son pocas las pruebas concretas de que la contaminación de los suelos como tal haya desempeñado un papel importante en este problema (5).

Muchas de esas sustancias químicas no se acumulan en los suelos pues en el espacio de pocos meses, o en un año o dos, las bacterias del suelo las destruyen, aunque persisten en el suelo algunos hidrocarburos clorados y compuestos clorados de fenolato. Se adhieren a las fracciones arcillosas y al humus del suelo que impiden el ataque de microorganismos; algunos de los compuestos clorados parecerían resistentes a la destrucción biológica. Su estructura molecular especial puede determinar la resistencia a esa destrucción. Si bien el herbicida 2, 4-D es rápidamente destruido por los microorganismos del suelo, el tipo 2, 4, 5-T que está muy estrechamente vinculado con el primero, se mantiene intacto por más tiempo. De los insecticidas puede decirse que se ha comprobado que el DDT y el dieldrín son resistentes a la degradación biológica del suelo.

Los plaguicidas persistentes, cada vez que el suelo no los fija, están sometidos a posible concentración biológica a través de la cadena de alimentos. Uno de los ejemplos que se han citado es el del epoxiheptacloro que las lombrices de tierra pueden absorber y concentrar del suelo, ya sea por contacto o

mediante el aparato digestivo. Los pájaros se alimentan de esas lombrices y pueden lograr mayor concentración aún del plaguicida. Si bien la posibilidad de concentración biológica de plaguicidas del suelo sigue siendo un problema potencial, la mayor inquietud es la que provocan los residuos de plaguicidas en las plantas destinadas al consumo humano.

Puede crearse un problema serio por el uso prolongado de plaguicidas no degradables, que el suelo puede absorber y concentrar y que son capaces de infiltrarse de alguna manera en la cadena de alimentos del ser humano. Sin embargo, se considera que la mayoría de los plaguicidas que llegan al suelo desaparecen y pierden su toxicidad y no se infiltran en la cadena de alimentación de animales y hombres (5).

Materiales radiactivos

Los materiales radiactivos pueden llegar al suelo e ir acumulándose allí, procedentes de la precipitación radiactiva atmosférica de las explosiones atómicas o de la eliminación de desechos radiactivos líquidos o sólidos de las instalaciones atómicas industriales o de investigación. Los tres radionúclidos más importantes con períodos de semidesintegración prolongados producidos por la fisión atómica son el carbono 14, que posee un período de semidesintegración de 5,600 años, el estroncio radiactivo (^{90}Sr) cuyo período de semidesintegración es de 28 años y el cesio radiactivo (^{137}Cs) cuyo período de semidesintegración es de 30 años. El carbono 14 se encuentra ordinariamente en el suelo y parece poco probable que las modificaciones del contenido de C-14 del suelo puedan reflejarse en la composición de las plantas, pues estas obtienen de la atmósfera la mayor parte del carbono que necesitan; tampoco debería haber consecuencias desfavorables en la fauna terrestre que se alimenta de esas plantas.

Las concentraciones de estroncio radiactivo en el suelo suelen ser una función de la

cantidad de precipitación pluvial, ya que la lluvia trae ese elemento al suelo. El hemisferio norte, donde se produce la mayoría de las explosiones nucleares, cuenta con la mayor cantidad de ^{90}Sr en la lluvia y en ese hemisferio las regiones que tienen la más alta precipitación pluvial han recibido mayor cantidad de ^{90}Sr .

Dentro del suelo el ^{90}Sr depositado se mantiene firmemente en las capas superiores a pocos centímetros de profundidad por las fuerzas electrostáticas. Cuando se produce erosión del suelo, los radionúclidos depositados serán arrastrados con el aluvión y la arcilla. El suelo fija el cesio radiactivo aun con mayor firmeza que el estroncio, tanto así que casi es inaccesible a las plantas, por lo cual es más que probable que no represente peligro alguno. Los niveles de radiación de los productos de fisión depositados en el suelo por la precipitación radiactiva en los Estados Unidos alcanzan más o menos el mismo orden de magnitud o un orden inferior al de la radiación natural del suelo. Son muchas las autoridades que consideran que son muy limitadas las pruebas hasta la fecha en el sentido de que ese incremento de la radiación pueda repercutir en la fauna terrestre y en los animales que se alimentan de esta, aunque la precipitación radiactiva acrecentada podría, a la postre, contaminar los suelos para llegar a niveles de contaminación suficiente para causar preocupación.

La eliminación de desechos radiactivos de las instalaciones de energía atómica puede dar lugar a que los niveles de contaminación de los suelos en algunas zonas alcancen una concentración capaz de provocar problemas de salud pública, a menos que se les controle y se les vigile atentamente (5).

Contaminación del suelo y eliminación de desperdicios sólidos

Zonas urbanas

La tierra es el principal depositario de todos los desperdicios sólidos de las zonas

urbanas e industriales. Su eliminación en las zonas metropolitanas tiene grandes repercusiones para la salud pública que han sido analizadas con cierto detalle en el informe sobre ordenación y control de desperdicios preparado por el Consejo Nacional de Investigaciones de los Estados Unidos (5).

El problema que causa mayor preocupación es el que se desprende del hecho de que las zonas urbanas, suburbanas y rurales están cada vez más densamente pobladas y dejan poco o ningún espacio para la eliminación de desperdicios. Esta situación está presionando a las autoridades locales independientes a convencerse de que, a la larga, la única solución satisfactoria consiste en la planificación regional de la eliminación de desechos sólidos.

En los países altamente industrializados incluso los desperdicios sólidos de la agricultura pueden constituir un problema, en particular cuando las deyecciones del ganado y de las aves de corral cerca de los centros urbanos se convierten en criaderos de moscas y ocasionan malos olores al descomponerse.

La producción *per capita* de desperdicios sólidos varía considerablemente de un país a otro, si bien con el mejor nivel de vida de las poblaciones va aumentando en todas partes la cantidad de basura acumulada. Se calcula ese incremento en los Estados Unidos y en algunos países europeos casi en 2% anual (5).

El problema de la contaminación de la tierra con desperdicios difiere en varios aspectos importantes del problema de la contaminación del agua o del aire, ya que el material contaminante permanece en un mismo lugar por períodos relativamente prolongados a menos que se le traslade, se quemé, se le haga desaparecer o se le destruya.

En muchos de los países más adelantados, han cobrado importancia las consideraciones de carácter estético en la contaminación del suelo y la gente está menos dispuesta a

aceptar la presencia de basureros antiestéticos al descubierto como parte inevitable del paisaje. La proliferación de insectos y roedores así como los malos olores de la materia orgánica en descomposición o de fuegos que arden lentamente, pueden ocasionar grandes molestias y problemas de salud pública.

A medida que aumenta el aprovechamiento del terreno en los grandes complejos metropolitanos, la insistencia en eliminar los desperdicios sólidos con otros procedimientos que no sean la eliminación en la tierra ha provocado nuevos problemas de contaminación. La incineración defectuosa de la basura puede culminar en la contaminación crítica del aire, al paso que la eliminación en el agua ha aumentado el volumen de contaminación que es ya grande para los servicios de tratamiento y para las corrientes de agua ya bastante sobrecargadas. La mera transferencia del problema de la contaminación de una esfera a otra no puede considerarse como solución aceptable (5).

Contaminación de las tierras agrícolas

En años anteriores, los materiales nutrientes de la economía agrícola seguían un ciclo claramente definido, a saber: de la tierra a las plantas, a los animales y nuevamente de vuelta a la tierra. En algunos de los países más industrializados, el empleo de fertilizantes químicos ha trastornado el ciclo, por lo cual en la actualidad hay muchas zonas agrícolas que tienen grandes excedentes de desperdicios vegetales y animales que, a menos que se eliminen satisfactoriamente, pueden culminar en la contaminación del suelo. El problema cobra caracteres sumamente críticos cuando las zonas urbanas se extienden hasta las zonas agrícolas. En esas tierras marginales quizá sea menester, a la postre, que se dé el mismo tratamiento a los desechos sólidos de la agricultura que se está dando a los urbanos.

Existe la posibilidad de que, a medida que va intensificándose la agricultura y que esta

va empleando cantidades crecientes de materiales artificiales como son los plaguicidas, nutrientes y agentes de control, la contaminación química del suelo (18), unida a cantidades crecientes de materiales de desperdicios orgánicos excesivos, puede ulteriormente provocar problemas agudos de contaminación de la tierra en las zonas agrícolas. Aunque este peligro es remoto por ahora, hay que tenerlo debidamente en cuenta en todo programa de control a largo plazo (5).

Eliminación higiénica de desechos sólidos

Se pueden eliminar en la tierra los desechos sólidos de las zonas urbanas y agrícolas de manera higiénica para reducir al mínimo la contaminación. Cuando se eliminan esos desperdicios de manera controlada en rellenos sanitarios se puede impedir la contaminación y promover la rehabilitación o rescate de tierras baldías. Sin embargo, pueden surgir problemas de contaminación de las aguas subterráneas (2) o molestias cada vez que el relleno sea deficiente. La conversión de los desechos sólidos en mezcla para mantillo, en especial de los desperdicios que poseen un alto contenido de materia orgánica, en algunas regiones del mundo permite evitar de manera satisfactoria la contaminación de la tierra y, asimismo, devolver al suelo la materia orgánica, tan necesaria para mantener su estructura y fertilidad.

Hay criterios que contrastan con el empleo de la tierra como depósito definitivo de los desechos sólidos. Algunas autoridades sostienen que el enterrarlos significa abandonar tierras valiosas y limita el desarrollo futuro; otras, que es preciso destinar algunas de nuestras tierras a la solución de los problemas de ordenación de los desperdicios y que el traslado de esa eliminación de la basura sólida a otra esfera, tales como el medio del aire o del agua, puede en última instancia redundar en una contaminación más grave.

Correlación de la contaminación del aire, del agua y de la tierra

Los intercambios aire-tierra y agua-tierra suponen la existencia de medios de transporte mediante los cuales la tierra moviliza materiales de un lugar a otro y se deshace de otros echándolos al océano. En todo sistema natural, el agua sirve para minar, disolver y desintegrar los materiales terrestres y para trasladarlos a otra parte. De manera análoga, el viento erosiona la tierra y transporta material a otras partes del globo terráqueo o al océano.

Mediante ese intercambio los desechos naturales de la vida y muerte de los reinos vegetal y animal pasan a constituir un nuevo ciclo de organismos vivos. Así sucede que en la naturaleza los desperdicios orgánicos se convierten en la materia prima de una producción nueva y no existen problemas de contaminación de la tierra.

El primer resultado de la actividad humana en los recursos terrestres ha sido el de molestar al propio hombre mediante la acumulación, en su medio, de concentraciones de materia inorgánica, que la naturaleza tarda mucho en desintegrar y en redistribuir, así como materia orgánica que la naturaleza trata a su manera y con rapidez relativa, aunque produce ciertos subproductos de la descomposición, tanto químicos como vivos, que el hombre considera una gran molestia.

La naturaleza elimina el volumen de contaminación de la tierra ocasionado por el hombre de la misma manera que elimina el volumen natural. Las bacterias degradan la materia orgánica, por lo general mediante procesos anaeróbicos, con los correspondientes olores y otros resultados desagradables. Ulteriormente, se incorporan al suelo los desperdicios orgánicos, si bien los inorgánicos se descomponen más lentamente y hay algunos materiales como son los metales y plásticos cuyo proceso bien puede tardar años o siglos. La eliminación definitiva de toda la gran variedad de desperdicios sólidos

del ser humano requiere "fondeaderos" eficaces y estables con la capacidad de recibir y aceptar esos materiales sin provocar la contaminación del medio. Se considera que sólo la tierra y el océano son capaces de proporcionar esos depósitos definitivos (5).

Intercambio aire-tierra

Los contaminantes naturales de la atmósfera—polvo orgánico e inorgánico, pólen, esporas de hongos, núclidos de la sal—regresan al suelo por la precipitación pluvial y caída natural del polvo. El resultado general es el de difundir a lo largo de extensas regiones terrestres un volumen pequeño de materiales contaminantes.

La situación es análoga en lo que se refiere a los contaminantes del aire que se originan en las fábricas. Hay gases y partículas de materia de gran variedad que son transportadas y depositadas en la tierra. Como la materia de esos agentes contaminantes tiene su origen en un punto y su dispersión es de carácter local por lo general, suele ser poco el daño que se hace a los recursos terrestres totales. Sin embargo, se ha informado de casos en que era extensa la contaminación de la tierra en las cercanías de fábricas industriales, informándose, incluso, de que hubo incidentes que culminaron en daños a la vegetación en un radio de 30 km en torno al foco de contaminación. En términos generales, se puede decir que es pequeña la magnitud del intercambio aire-tierra en comparación con la capacidad de almacenamiento total de la tierra (5).

Intercambio agua-tierra

Los principales mecanismos de movimiento de los agentes contaminantes agua-tierra comprenden los siguientes: la sedimentación de cieno, arcilla y otros materiales del suelo y residuos orgánicos de las aguas superficiales, con inclusión de lo que dejan las crecidas; el depósito de minerales en lugares determinados que dejan las aguas subterráneas; el depósito de sales por la

incurción o inundación de las aguas del mar; la acumulación de sales a raíz de una insuficiente lixiviación durante el riego; la acumulación de residuos por el riego de aspersión con desechos de las casas o de las fábricas. La contaminación provocada por el hombre de igual modo es transportada mediante esos procesos. A pesar de ello, los servicios de control mecánico de la contaminación que se ocupan del intercambio agua-tierra están destinados a controlar el lugar donde se efectúa ese intercambio, a encauzar el volumen de contaminación hacia el océano y no hacia la tierra y a eliminar los factores de contaminación en la medida de lo posible (5).

Apéndice I

En el Apéndice I que aparece en las páginas 279–281 se mencionan las veinte enfermedades más importantes provocadas por microorganismos patógenos que contaminan el suelo; se dan algunos detalles sobre la incidencia, agente infeccioso y reservorio, y el modo de transmisión de cada una de estas enfermedades:

1. Amebiasis
2. Antrax
3. Ascariasis
4. Aspergilosis
5. Blastomycosis
6. Cólera
7. Coccidioidomycosis
8. Botulismo
9. Histoplasmosis
10. Anquilostomiasis
11. Leptospirosis
12. Larva migrans y visceral
13. Nocardiasis
14. Granuloma paracoccidioides
15. Fiebre Q
16. Shigelosis
17. Strongiloidiasis
18. Tétanos
19. Trichuriasis
20. Fiebre tifoidea

Resumen

Para dar una idea del alcance y larga historia de la contaminación de los suelos como problema de salud pública, se hace referencia

a la condición parasitaria del campesinado enfermo, a la disminución del espacio vital y consecuente contaminación que trae la superpoblación y crecimiento de áreas urbanas y de la industria en todo el mundo; y por otro lado, también se hace referencia a los intentos de solución de esa situación hechos desde los tiempos bíblicos en que se estatúa la "eficaz eliminación higiénica de excrementos . . . para combatir la contaminación del suelo." Esta contaminación se produce por microorganismos patógenos que pueden clasificarse en tres categorías: los expulsados por el hombre (hombre-suelo-hombre), los transmitidos por animales (animal-suelo-hombre), y los que existen en los suelos naturalmente (suelo-hombre). Se dan detalles escuetos—inclusive de incidencia, agentes infecciosos, reservorios y forma de transmisión—de las veinte enfermedades más importantes provocadas en el hombre por estos microorganismos.

Además de los agentes patógenos de origen biológico, existen también los agentes químicos y radiactivos que contaminan los suelos y exponen al hombre a nuevos peligros para la salud. A este respecto se menciona el empleo de plaguicidas y herbicidas, que ha aumentado enormemente en los últi-

mos 25 años, y la acumulación de materiales radiactivos procedentes de explosiones atómicas e instalaciones de energía atómica. Algunos de estos agentes contaminantes del suelo pueden tener efectos inmediatos y manifiestamente tóxicos, y otros, de carácter insidioso y repercusiones a largo plazo, son difíciles de descubrir y evaluar.

Al tratar de la eliminación de desperdicios sólidos, en especial de las zonas urbanas e industriales, se señalan las grandes repercusiones para la salud pública, analizadas en detalle en el informe sobre ordenación y control de desperdicios, preparado por el Consejo Nacional de Investigaciones, de E.U.A.; asimismo se analizan los criterios distintos sobre la conveniencia de utilizar la tierra como depósito definitivo de los desechos sólidos. También se trata de las correlaciones de la contaminación del aire, del agua y de la tierra, y del intercambio de desechos naturales de la vida y de la muerte en los reinos vegetal y animal para constituir nuevos ciclos de vida. Estas y otras ideas sobre el control de la contaminación de los suelos se analizan en detalle con miras a eliminar, en la medida de lo posible, los factores que contribuyen a este gran problema de salud pública. □

APENDICE I

LAS ENFERMEDADES TRANSMISIBLES DEL HOMBRE EN LAS QUE EL SUELO CONTAMINADO ACTUA COMO POSIBLE RESERVORIO O FUENTE DE INFECCION *

Enfermedad	Incidencia	Agente infeccioso y reservorio	Transmisión
Amebiasis. Enfermedad intestinal.	Mundial. Suele afectar al 50% o más de las personas en las zonas carentes de servicios higiénicos, en especial los países tropicales.	<i>Entamoeba histolytica</i> . Protozooario expulsado en las heces humanas.	Por el agua. Transferencia mano-boca de heces frescas, hortalizas contaminadas, moscas y las manos sucias de los que manipulan los alimentos.
Antrax. Infección bacteriana aguda de animales y hombres; en el hombre suele ser enfermedad cutánea.	En muchas regiones del mundo es enfermedad endémica, sobre todo en las zonas agrícolas.	<i>Bacillus anthracis</i> . Espora de gran resistencia que forma la bacteria que se halla en los tejidos, el cuero y la lana de los animales infectados y también en el suelo contaminado por ellos.	Por el contacto con la lana, cueros pelo, etc., así como la inhalación de esporas en el polvo y suelo infectados.
Ascariasis Enfermedad intestinal.	Mundial. Se da con mayor frecuencia en los países húmedos del trópico donde la incidencia puede ser más de 50 por ciento.	<i>Ascaris lumbricoides</i> . Gusano o lombriz intestinal expulsada en las heces humanas.	Por la transmisión directa o indirecta de huevos con el embrión en el suelo-boca y también transmitido por el polvo.
Aspergilosis. Enfermedad pulmonar crónica.	Poco común.	<i>Aspergillus fumigatus</i> y otros hongos que se encuentran en los montones de estiércol, la paja húmeda y las capas de vegetación en descomposición.	Inhalación de la espora transportada por el aire.
Blastomicosis. Enfermedad crónica de las vías respiratorias y del pulmón.	Poco frecuente. Se presenta ocasionalmente en Norteamérica, Centroamérica y el África.	<i>Blastomyces dermatitidis</i> . Un hongo del suelo.	Por la inhalación de polvo cargado de esporas.
Cólera. Infección sistémica aguda.	Es endémica en la India y el Paquistán Oriental de donde se propaga como epidemia de vez en cuando; la cepa El Tor es endémica en el Pacífico Sur, Asia y Medio Oriente.	<i>Vibrio cholerae</i> . Bacteria expulsada en las heces y el vómito del ser humano.	Por el agua más comúnmente, pero también por alimentos, moscas y suelo contaminados.
Coccidioomicosis. Enfermedad de las vías respiratorias y del pulmón.	Sumamente común en zonas áridas y semiáridas altamente endémicas y muy dispersas; América del Norte, América del Sur y Europa Sudoriental.	<i>Coccidioides immitis</i> . Hongo que crece en la tierra.	Por la inhalación de las esporas en el polvo, el suelo y la vegetación seca.
Botulismo. Intoxicación bacteriana de consecuencias fatales.	Casos aislados y relativamente raros en la mayoría de los países.	<i>Clostridium botulinum</i> (Toxina). Bacteria que se halla en el suelo y en el conducto intestinal de los animales.	Por alimentos de elaboración defec-tuosa contaminados con tierra que contiene el agente.

* Este cuadro se basa en los datos que aparecen en *El control de las enfermedades transmisibles en el hombre*, publicado por la Asociación Americana de Salud Pública, 10a ed., Nueva York, 1965.

Enfermedad	Incidencia	Agente infeccioso y reservorio	Transmisión
Histoplasmosis. Suele manifestarse como enfermedad de las vías respiratorias y del pulmón.	Infección común, a veces hasta 80% de la población en regiones extensas como las Américas, Europa, Africa y el Lejano Oriente. Es menos frecuente la enfermedad clínica y poco común su forma aguda.	<i>Histoplasma capsulatum</i> . Hongo que crece como mohó en el suelo que contiene mucha materia orgánica.	Por la inhalación de las esporas o del polvo que transporta el aire.
Anquilostomiasis. Infección del conducto intestinal con gusanos que chupan la sangre.	Ampliamente endémica en la mayoría de los países tropicales y subtropicales que incluyen las Américas, el Mediterráneo y el Asia.	<i>Necator americanus</i> y <i>Ancylostoma duodenale</i> . Nematodo (gusano) expulsado en las heces del ser humano infectado.	Por las larvas de los suelos cálidos y húmedos que penetran la epidermis, generalmente la de los pies.
Leptospirosis. Infección sistémica aguda.	Mundial. Es riesgo del trabajo, por lo común del agricultor que entra en contacto con tierra o agua contaminadas.	<i>Leptospira icterohemorrhagiae</i> y otros. Expulsada en la orina de animales infectados que comprenden vacunos, perros, roedores y cerdos.	Por el contacto con el agua, lodo o tierra contaminados por la orina de animales infectados.
Larva migrans visceral. ^a Enfermedad crónica y benigna por lo común.	Mundial posiblemente.	<i>Toxocara canis</i> (perros) y <i>T. cati</i> (gatos). Gusano expulsado en la etapa de huevo por gatos y perros.	Por transmisión directa o indirecta de huevos embrionados llevados a la boca del suelo contaminado con excrementos de perros y gatos, o por vía cutánea, por contacto.
Nocardiasis. Enfermedad micótica crónica, sumamente mortal.	Se presenta en el mundo entero de manera ocasional y esporádica.	<i>Nocardia asteroides</i> . Hongo que se halla en la tierra.	Por contacto directo con tierra contaminada a través de heridas y abrasiones y por inhalación de organismos en el polvo.
Granuloma paracoccidioides. Micosis crónica de consecuencias mortales que produce lesiones ulcerativas en torno a la boca y la nariz.	Es endémica en Sudamérica, especialmente en zonas rurales del Brasil.	<i>Paracoccidioides brasiliensis</i> . Hongo que se halla en la madera, la tierra y el polvo cargado de esporas.	Por contacto con la tierra contaminada o materiales vegetales contaminados.
Fiebre Q	Se notifica su presencia en todos los lugares del mundo; es endémica en muchas regiones.	<i>Rickettsia burnetii</i> . Microorganismo que se halla en el tejido placentario y en la leche de animales infectados que contaminan la tierra.	Por la inhalación de polvo contaminado cerca de las heces de animales contaminados o en ellas.
Shigelosis. Enfermedad intestinal aguda.	En todos los lugares del mundo, zonas polares, templadas y tropicales.	Hay 27 serotipos del género <i>Shigella</i> . Es bacteria expulsada en las heces de las personas infectadas.	Por contacto directo a través de la transmisión fecal y oral pero también por alimentos contaminados y por moscas y tierra.
Estrongiloidiasis. Enfermedad infecciosa que suele afectar el conducto intestinal.	La distribución geográfica es semejante a la de la anquilostomiasis.	<i>Strongyloides stercoralis</i> . Gusano expulsado en las heces de personas y perros infectados.	Las larvas infecciosas del suelo húmedo contaminado penetran la epidermis, generalmente la de los pies.

^a Cutánea.

Enfermedad	Incidencia	Agente infeccioso y reservorio	Transmisión
<p>Tétanos. Enfermedad aguda y mortal casi siempre, inducida por la toxina del bacilo del tétanos.</p>	<p>Mundial. Es causa especialmente importante de defunción en las zonas rurales del trópico.</p>	<p><i>Clostridium tetani</i>. Bacilo expulsado en el excremento de los animales, en especial el caballo, que perduran por largo tiempo en el suelo.</p>	<p>Por las esporas que se hallan en el suelo, en las calles, el polvo y las heces humanas o animales, que se introducen en el cuerpo a través de una herida, de ordinario una herida perforada.</p>
<p>Trichuriasis. Enfermedad infecciosa del intestino grueso.</p>	<p>Cosmopolita. Especialmente en las zonas cálidas y húmedas.</p>	<p><i>Trichuris trichiura</i>. Nematodo expulsado en las heces de las personas infectadas.</p>	<p>Por la ingestión de huevos del suelo contaminado.</p>
<p>Fiebre tifoidea. Enfermedad entérica.</p>	<p>Ampliamente difundida en el mundo y común en el Lejano Oriente, Medio Oriente, Europa Oriental, Centro y Sudamérica y Africa.</p>	<p><i>Salmonella typhi</i>. Bacilo expulsado en las heces y la orina de las personas infectadas.</p>	<p>Los principales vehículos son: el agua y los alimentos contaminados; las hortalizas cultivadas en tierras contaminadas son factor importante, al igual que las moscas, en algunos países.</p>

REFERENCIAS

- (1) Ajello, L. "Occurrence of *Histoplasma capsulatum* and other human pathogenic moulds in Panamanian soils". *Amer J Trop Med Hyg* 3, 897-904, 1954.
- (2) Asociación Americana de Salud Pública. *Control of communicable diseases in man*. 10a ed. Nueva York, 1965.
- (3) Baars, J. K. "Travel of pollution and purification en route, in sandy soils". *Bull WHO* 16, 727, 1957.
- (4) Bergner-Rabinovitz, S. "The survival of coliforms *S. faecalis* and *S. tennessee* in soils and climate of Israel". *Appl Microbiol* 4, 101, 1956.
- (5) Cooke, W. B. y Kabler, P. "Isolation of potentially pathogenic fungi from polluted water and sewage". *Public Health Rep (Wash.)* 70, 689-694, 1955.
- (6) Davey, T. H. y Lightbody, W. P. H. *The control of disease in the tropics*. H. K. Lewis: Londres, 1956.
- (7) Dunlop, S. G. "Irrigation of truck crops with sewage contaminated water". *The Sanitarian* 15, 107, 1952.
- (8) Emmons, C. W. "The natural occurrence in animals and soils of fungi which cause disease in man". *Proc Seventh Int Bot Cong*, Estocolmo, 416-421, 1950.
- (9) Falk, L. "Bacterial contamination of tomatoes grown in polluted soil". *Amer J Public Health* 39, 1949.
- (10) Federation of Sewage Works Association, Committee on Sewage Works Practice. (1946) Utilization of sewage sludge as fertilizer, *Manual of Practice No. 2*, Champaign, Illinois.
- (11) Greenberg, A. y Dean, B. H. "The beef tapeworm, measly beef, and sewage. A review". *Sew & Ind Wastes J* 30, 262, 1953.
- (12) Heukelekian, H. "Utilization of sewage for crop irrigation in Israel". *Sew & Ind Wastes J* 29, 868, 1957.
- (13) Hyde H., Van Zile "Sanitation in the international field". *Amer J Public Health* 41(1): 1-6, 1951.
- (14) National Academy of Sciences, Committee on Pollution. Waste management and control, *Nat Res Council Pub 1400*, Washington, D.C., 1966.
- (15) Rudolfs, W., Falk, L. L. y Ragotzkie, R. A. (1950) "Literature review of the occurrence and survival of enteric pathogenic and relative organisms in soil water, sewage and sludge and on vegetation. I. Bacterial and virus diseases". *Sew & Ind Wastes J* 22, 1261. "II. Animal parasites" *Ibid* 22, 1417, 1950.
- (16) Rudolfs, W., et al "Contamination of vegetables grown in polluted soil, bacterial contamination". *Sew & Ind Wastes J* 23, 253, 1951.
- (17) Shuval, H. I. "Public health aspects of waste water utilization in Israel". *Proceedings of the Seventeenth Industrial Wastes Conference*, Purdue University, 1962.
- (18) Shuval, H. I. "Public health significance of trace chemicals in waste water utilization". *Bull WHO* 27, 791, 1962.
- (19) Wagner, E. G. y Lanoix, J. N. *Evacuación de excretas en las zonas rurales y en las pequeñas comunidades*. Serie de monografías de la OMS No. 39, 1960.
- (20) OIT/OMS. *Problemas de Higiene del Trabajo en la Agricultura. Cuarto Informe. Ser Inf Técn* 246, 1962.
- (21) Organización Mundial de la Salud. *Modificaciones del medio y sus consecuencias para la salud. Informe de un Comité de Expertos. Ser Inf Técn* 292, 1964.
- (22) Organización Mundial de la Salud. *Helminthos transmitidos por el suelo. Informe de un Comité de Expertos. Ser Inf Técn* 277, 1964.
- (23) Organización Mundial de la Salud. *Cuestiones de higiene del medio relacionadas con la ordenación urbana y la urbanización. Informe de un Comité de Expertos. Ser Inf Técn* 297, 1965.
- (24) Organización Mundial de la Salud. *Tratamiento y evaluación de desechos. Informe de un Grupo Científico. Ser Inf Técn* 367, 1967.
- (25) OMS/FAO. *Comité Mixto de Expertos en Zoonosis. Segundo Informe. Ser Inf Técn* 169, 1959.
- (26) Schmelzer, L. L. y Tabershaw, I. R. "Exposure factors in occupational coccidioidomycosis". *Amer J Public Health* 58, 107-113, 1968.

Study of the aspects of soil pollution and public health (Summary)

To give an idea of the extent and long history of soil pollution as a public health problem, reference is made to the parasitic condition of the sick rural population, the decrease in living space and the consequent pollution brought on by overpopulation and growth of

urban areas and industry throughout the world; reference is also made to the attempts at solution of this situation begun in Biblical times when "the efficient hygienic disposal of excrement . . . to combat contamination of the soil" was called for. Soil pollution is pro-

duced by pathogenic microorganisms which may be classified in three categories: those expelled by man (man-soil-man), those transmitted by animals (animal-soil-man), and those which naturally exist in the soil (soil-man). Precise details are given—including incidence, infectious agents, reservoirs and method of communication—for the twenty most important diseases brought on in man by these microorganisms.

In addition to the pathogenic agents of biological origin, there are also chemical and radioactive agents which pollute the soil and expose man to new health hazards. In this connection, mention is made of the use of pesticides and herbicides, which has increased enormously in the last 25 years, and the accumulation of radioactive materials resulting from atomic explosions and atomic power installations. Some of these soil-polluting agents may have immediate and clearly toxic effects, while others are of an insidious nature,

with long-range repercussions which are difficult to discover and assess.

In relation to the disposal of solid wastes, especially in urban and industrial areas, the important repercussions for public health, analyzed in detail in the report on management and control of wastes prepared by the National Research Council of the USA, are mentioned; also, different opinions as to the advisability of using the earth as a final depository for solid wastes are analyzed. In addition, the correlations between the pollution of air, water, and earth, and the interchange of natural wastes from life and from death in the plant and animal kingdoms to constitute new life cycles are discussed. These and other ideas on control of pollution of the soil are analyzed in detail with a view to eliminating as far as possible the factors which contribute to this serious public health problem.

Estudo dos aspectos da contaminação dos solos relacionados com a saúde pública (Resumo)

Para ilustrar sobre o alcance e a longa história da contaminação dos solos como problema de saúde pública, faz-se referência à condição parasitária do camponês doente, à diminuição do espaço vital e consequente contaminação provocada pela superpopulação e pelo crescimento das áreas urbanas e da indústria em todo o mundo; por outra parte, faz-se referência às tentativas de solução para essa situação, para a qual, desde os tempos bíblicos, se estatua a "eficaz eliminação higiênica dos excrementos . . . para combater a contaminação do solo." Esta contaminação é produzida por microorganismos patogênicos que se podem classificar em três categorias: os expulsos pelo homem (homem-solo-homem), os transmitidos por animais (animal-solo-homem), e os que existem naturalmente nos solos (solo-homem). Fornece-se detalhes concisos—inclusive de incidência, agentes infecciosos, depósitos e forma de transmissão—sobre as vinte doenças mais importantes provocadas no homem por estes microorganismos.

Além dos agentes patogênicos de origem biológica, existem também os agentes químicos e radiativos que contaminam os solos e expõem o homem a novos perigos para a saúde. A este respeito menciona-se o emprego de pesticidas e herbicidas, que aumentou enorme-

mente nos últimos 25 anos, e a acumulação de materiais radiativos procedentes de explosões atômicas e instalações de energia atômica. Alguns destes agentes contaminantes do solo podem ter efeitos imediatos e declaradamente tóxicos; outros, de caráter insidioso e repercussões a longo prazo, são difíceis de descobrir e avaliar.

Ao tratar da eliminação de desperdícios sólidos, especialmente nas zonas urbanas e industriais, indica-se as grandes repercussões para a saúde pública, analisadas minuciosamente no relatório sobre ordenamento e controle de desperdícios preparado pelo Conselho Nacional de Pesquisas dos Estados Unidos; são analisados, também, os diferentes critérios sobre a conveniência de utilizar a terra como depósito definitivo dos detritos sólidos. Examina-se, outrossim, as correlações da contaminação do ar, da água e da terra, e do intercambio de detritos naturais da vida e da morte nos reinos vegetal e animal para constituir novos ciclos de vida. Estas e outras idéias sobre o controle da contaminação dos solos são analisadas pormenorizadamente visando a eliminar, no possível, os fatores que contribuem a este grande problema de saúde pública.

Etude des aspects de la contamination des sols en ce qui concerne la santé publique (Résumé)

Pour donner une idée de l'importance de la contamination des sols et du problème qu'elle constitue de longue date pour la santé publique, il est fait mention des maladies d'origine parasitaire qui affectent la population rurale de la diminution de l'espace vital et, par voie de conséquence, de la contamination qu'entraînent le surpeuplement et la croissance des zones urbaines et de l'industrie dans le monde entier. D'autre part, il est fait allusion aux tentatives effectuées depuis les temps bibliques pour apporter une solution à cet état de choses, époque où l'on s'était prononcé pour "l'élimination hygiénique et efficace des excréments . . . pour combattre la contamination du sol". Cette contamination est imputable à des micro-organismes pathogènes qui peuvent être répartis en trois catégories: ceux qui sont expulsés par l'homme (homme-sol-homme), ceux qui sont transmis par les animaux (animal-sol-homme), et ceux qui existent dans le sol à l'état naturel (sol-homme). Des détails succincts sont fournis sur les vingt maladies les plus importantes que ces micro-organismes provoquent chez l'homme—y compris l'incidence, les agents infectieux, l'incubation et la forme de transmission.

Outre les agents pathogènes d'origine biologique, il existe également des agents chimiques et radioactifs qui contaminent les sols et exposent la santé de l'homme à de nouveaux dangers. A cet égard, il est question des insecticides et des herbicides dont l'emploi a

augmenté énormément au cours des dernières vingt-cinq années, et de l'accumulation de matières radioactives provenant des explosions et des installations d'énergie nucléaire. Certains de ces agents contaminants du sol peuvent avoir des effets immédiats et manifestement toxiques, tandis que d'autres sont difficiles à déceler et à évaluer en raison de leur nature insidieuse et des répercussions qu'ils peuvent avoir à long terme.

En ce qui concerne l'élimination des déchets solides, notamment ceux émanant des zones urbaines et industrielles, il est fait état des importantes répercussions sur la santé publique, lesquelles font l'objet d'une analyse détaillée dans le rapport établi par le Conseil National d'enquêtes des Etats-Unis sur l'élimination et le contrôle des déchets; de même, les différents critères afférents à l'opportunité d'utiliser la terre pour y déposer définitivement les déchets solides, sont analysés. Il est également question des liens réciproques qui existent entre la pollution de l'air, de l'eau et du sol, et l'échange des déchets naturels des organismes vivants et morts au sein des règnes végétal et animal pour constituer de nouveaux cycles de vie. Ces idées, et d'autres, ayant trait à la lutte contre la contamination des sols, sont analysées en détail en vue d'éliminer, dans la mesure du possible, les facteurs qui contribuent à ce grand problème de la santé publique.

7 de abril

DIA MUNDIAL DE LA SALUD

Tema para 1971:

Vida normal para los diabéticos

* * *

April 7th

WORLD HEALTH DAY

Theme for 1971:

A full life despite diabetes