

REVISIÓN

Tecnologías Limpias y su ámbito en la Biotecnología Ambiental

José L. Silva-Villanueva

Universidad Nacional de Trujillo

CONTENIDO

Introducción.....	71
Rol de las Tecnologías Limpias	72
Ejemplos de Tecnologías Limpias.....	74
Comentarios Finales	76
Conclusiones	78
Referencias Bibliográficas	78

RESUMEN

En las últimas décadas han sucedido muchos cambios ambientales, los cuales tienen un enfoque global, tanto a nivel local como regional. Esto implica que se tiene que estudiar y desarrollar algunas tecnologías amigables con el medioambiente que permitan evaluar posibles y factibles problemas de salud. El presente trabajo trata de evaluar el rol que cumplen las **tecnologías limpias** con relación a la Biotecnología Ambiental. Se estable además una serie de ejemplos aplicativos y se da énfasis a las nuevas tecnologías limpias a implantar en el ámbito industrial, haciendo hincapié sobre plásticos biodegradables, plantas transgénicas, tecnologías preventivas y curativas, etc. Este trabajo contempla brevemente comentarios finales acerca del tema, aspecto de sus principales desventajas y beneficios, los cuales son: (i) incremento en la productividad de los procesos, (ii) ahorros substanciales en materia prima, (iii) reducción en los costos de tratamiento, (iv) reducción en los costos de disposición final de residuos y (v) cumplimiento absoluto de la normatividad. Finalmente, el ensayo da lineamientos en torno a las conclusiones y posibles alternativas de solución.

Palabras claves: tecnologías limpias, biotecnología ambiental, plásticos biodegradables, plantas transgénicas, tecnologías preventivas, tecnologías curativas.

ABSTRACT

On one's last legs decades many environmental changes have happened, them as they have a global focus, so much level locale I have a meal regional. This implies that it is had to study and developing some friendly technologies with the environmental that they permit evaluating possible and feasible health problems. The present work it has to do with evaluating the role that the **clean technologies** with respect to the Environmental Biotechnology . It stable besides an applied examples and emphasis gives to the new clean technologies itself to establish in the space industrial, stressing the point on biodegradable plastics, transgenic plants, preventive and curative technologies, etc. This work has provision for briefly final remarks about the theme, aspect of his principal disadvantages and gainings, them as they are: (i) increment in the processes' productivity, (ii) savings substantial in raw material, (iii) decrease in the treatment costs, (iv) decrease in the final- disposition costs of leavings, and (v) to be a duty standards and. Finally, the essay gives guidelines about the conclusions and possible solution alternatives.

Key words: Clean technologies, environmental biotechnology, biodegradable plastics, transgenic plants, preventive technologies, curative technologies.

INTRODUCCIÓN

La creciente ola de crecimiento económico de algunos países, inclusive el nuestro, en esta última década ha dado paso a una industrialización y así mismo al uso generado de productos químicos y afines lo que ha contribuido a dejar lugares y ríos contaminados. Se conoce que la industrialización ha traído **polución** al medio ambiente. Por esta razón, estos sitios deben de ser limpiados y recuperados, con la finalidad de cumplir con la normatividad vigente y no atentar la salud humana. Hoy en día el viejo axioma médico “**más vale prevenir que lamentar**” que hoy cobra vigencia en la medida que es aplicable a contrarrestar la contaminación. Es este sentido, la tecnología ambiental ha evolucionado rápidamente durante este último siglo, motivado principalmente por la necesidad de la sociedad de entender y resolver los variados y complejos problemas ambientales. Esta evolución ha estado marcada por distintos enfoques de solución de estos problemas ambientales que han prevalecido a nivel mundial y, que a su vez, han influido en el desarrollo de tecnologías específicas. En Figura 1, se aprecia que la aplicación de nuevas y mejores tecnologías para la prevención de la contaminación, nos permiten considerar nuestros residuos no como un problema para nuestros procesos, sino como un **beneficio** para toda la empresa

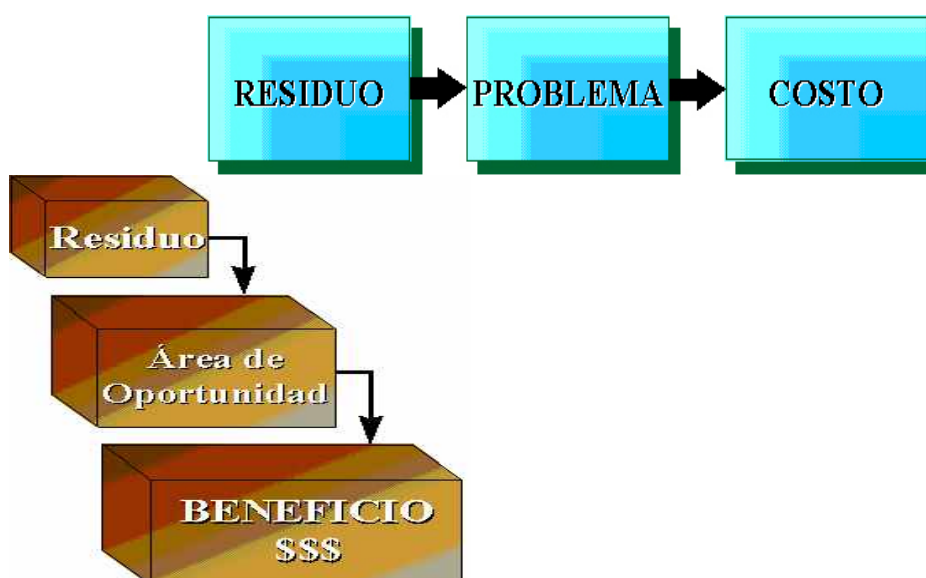


Fig. 1. Programa de Minimización de Residuos, con beneficios para la empresa

Estas tecnologías específicas, denominadas **tecnologías limpias** implican la reducción o eliminación de la contaminación aplicando por un lado **biotecnología**, con el consiguiente reemplazo de síntesis química para la reducción de subproductos y requerimientos energéticos, y por otro lado **tecnología ambiental**, con el estudio de un tema tan complejo como la contaminación ambiental que requiere una división de los principales aspectos a tratar sean en residuos sólidos, contaminación atmosférica y aguas residuales. Ambas acciones en forma conjunta han de permitir “*el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades*” . La Figura 2, indica un proceso típico que permite observar 4 fases de un proceso incluido la del tratamiento de desechos y tecnologías limpias.

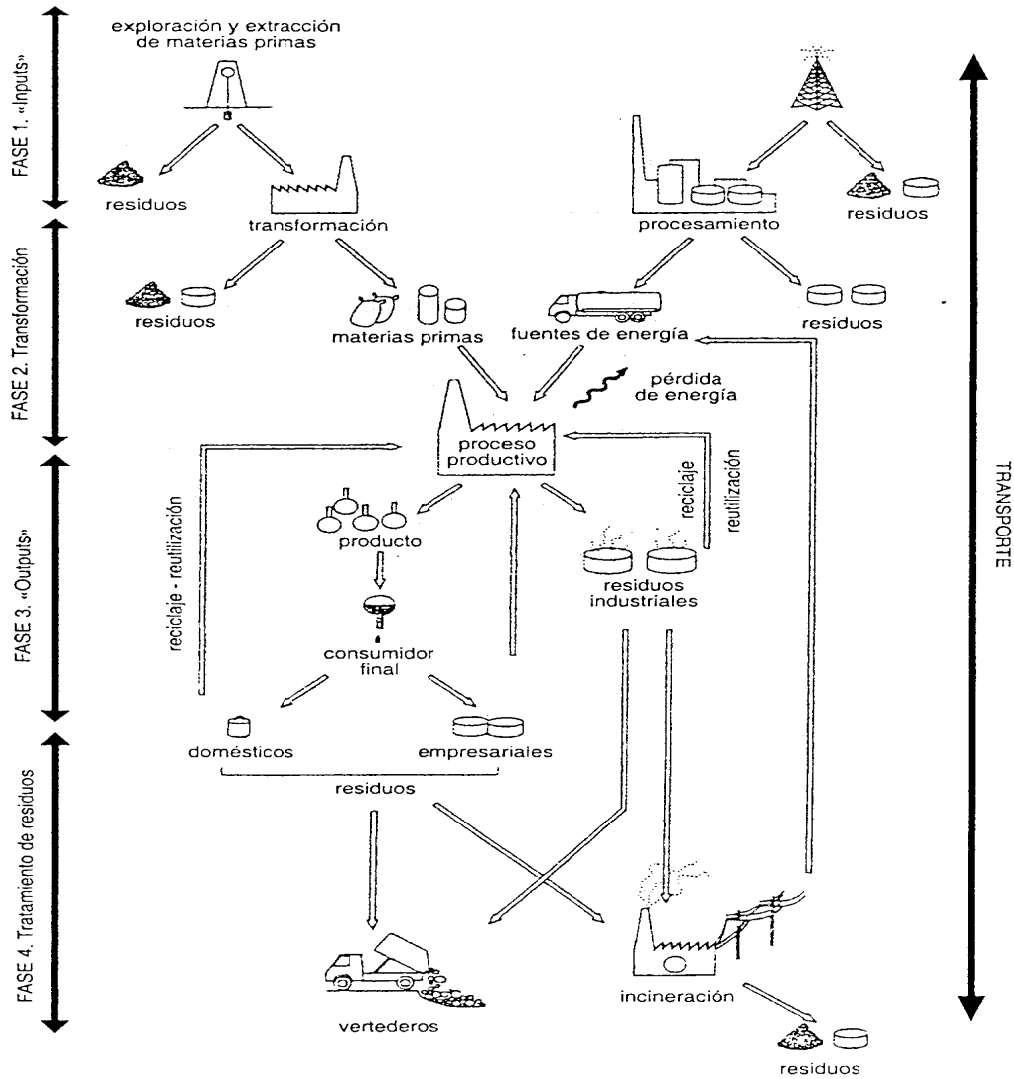


Fig. 2. Ejemplo típico de un proceso industrial

Según el Programa para el Medio Ambiente de las Naciones Unidas (PNUMA), la producción limpia se define como: "La aplicación continua de una estrategia integrada de prevención ambiental a los procesos y a los productos, con el fin de reducir los riesgos a los seres humanos y al medio ambiente".

ROL DE LA TECNOLOGÍAS LIMPIAS

El modelo tradicional de actividad industrial-en el que procesos de fabricación individuales toman las materias primas y generan productos para la venta y residuos para desecho- se debe transformar en un modelo más integrado...los efluentes de un proceso...sirven de materia prima para otro proceso. Recientemente se habla ya de otros enfoques más allá del relacionado únicamente con la prevención y que más que "reducir" se preocupan por "eliminar por completo" la generación de los contaminantes. Sin lugar a dudas que la mejor opción de manejo de contaminantes implica la prevención de éstos o su reducción. Por lo tanto un buen manejo debe contemplar todas las acciones necesarias para evitar o aminorar la generación de contaminantes. A estos nuevos enfoques se les ha denominado "tecnologías limpias" y "ecología industrial"

En la Figura 3. se muestra un ecosistema industrial, modelo apropiado para el logro del cometido de las tecnologías limpias.

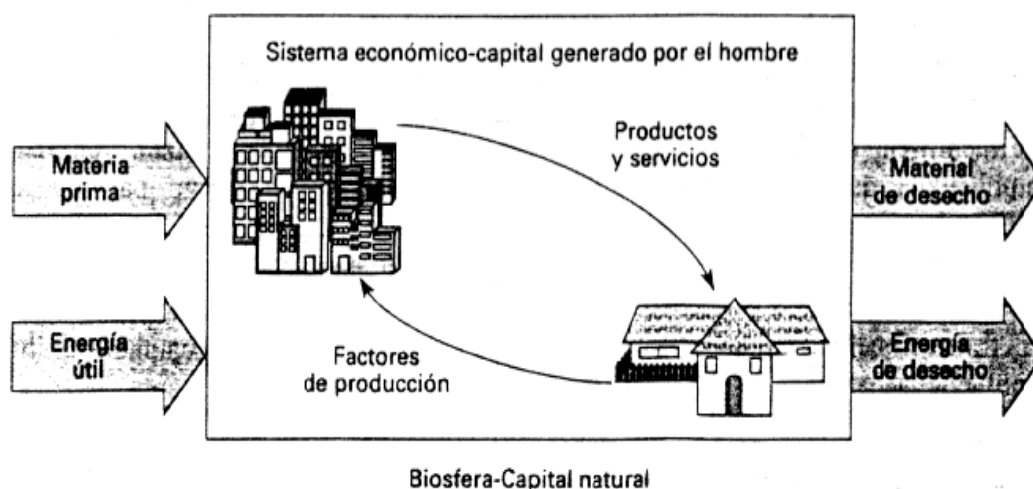


Fig. 3. Ecosistema industrial

Las *tecnologías limpias* implican el realizar cambios fundamentales en la forma de operar los procesos industriales y de hacer los productos. Un ejemplo de esto es el cambio que la mayoría de la industria automotriz está haciendo al sustituir pinturas con base en solventes a pinturas con base en agua.

La *ecología industrial*, por otro lado, considera el esfuerzo integrado por parte de varias empresas y que está encaminado a mejorar el medio ambiente, no de forma individual como en el pasado, sino en forma conjunta.

En resumen, aunque la tecnología ambiental claramente ha evolucionado de una manera positiva, desde las tecnologías que sólo servían para medir o caracterizar un contaminante hasta llegar a los sistemas de prevención a las tecnologías "limpias" y la ecología industrial, también es cierto que los problemas ambientales actuales son muy complejos, variados y existen pocos recursos económicos para lidiar con ellos, ya que compiten por atención pública y prioridades presupuestales con problemas económicos, sociales, de infraestructura básica y de educación. Tomando en cuenta lo anterior, es necesario en la actualidad contar con una amplia gama de enfoques y tecnologías que permita a las fuerzas del mercado en cada país o región decidir cuál es la más efectiva desde el punto de vista de su costo y beneficio para la sociedad.

En orden de conveniencia, es posible distinguir las siguientes alternativas:

1. **Reducción de Residuos en el Origen**, que involucra cambios en los productos y cambios en los procesos productivos (sustitución de materias primas e insumos, cambios tecnológicos y la aplicación de buenas prácticas en la gestión de operaciones).
2. **Reciclaje** (reuso de materiales o residuos).
3. **Tecnología de Control**, que se aplica al final del proceso («end of pipe») y que comprende el tratamiento de los residuos y su disposición final.

Por otro lado estas alternativas de solución, deben basarse en las siguientes estrategias:

1. Supervisar el cumplimiento de las normas de calidad ambiental.
2. Capacitar y concienciar a la población.
3. Empleo de tecnologías limpias y curativas, denominadas ECOTECNOLOGIAS.
4. Difundir el uso de los hidrocarburos sin plomo. Sobre todo con el uso de biocombustibles.
5. Elevar el nivel de vida de la población, cuidando su salud y el medio ambiente que habitan.

Las siguientes modificaciones propuestas van en esa dirección, significando en algunos casos una reducción significativa de costos:

Modificaciones al Proceso:

1. Cambio en el orden de adición de reactivos-
2. Cambio de variables de reacción (temperatura, tiempo, concentración , estequiometría).

3. Control de reacciones laterales.
4. Reciclaje de residuos.
5. Sustitución de materias primas (cambio de proceso)

Modificaciones operacionales:

1. Cambio de velocidad y temperatura de operaciones.
2. Cambio de procedimientos normales.
3. Mejora en control (instrumentos, dosificadores).

Modificaciones en los equipos:

1. Aumento o disminución de capacidades operativas.
2. Automatización, monitoreo.

Manutención, ordenamiento, limpieza

1. Cambio de frecuencia.
2. Educación, capacitación.

EJEMPLOS DE TECNOLOGÍAS LIMPIAS RELACIONADAS CON BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

Las tecnologías limpias se han de emplear para:

- Reducción de desechos.
- Reciclo en plantas industriales.
- Sustitución de materias primas.
- Modificaciones de línea de producción.
- Plásticos biodegradables.

Por otro lado la **Biología Ambiental** aplicada a las ecoindustrias permitirá minimizar la cantidad de emisión del contaminante al ambiente, bajo las siguientes consideraciones técnicas.

1. Modificaciones de las operaciones y procesos de las plantas y procesos industriales.
2. Tratamiento físico, químico y biológico.
3. Aprovechamiento integral o parcial de los efluentes para recuperar productos valiosos.

Aguas residuales: Tratamiento de aguas residuales, desinfección de efluentes. Se usan las siguientes tecnologías limpias:

- **Lagunas de oxidación.** Estructuras rectangulares para retener aguas residuales, en la que se lleva a cabo los procesos de depuraciones naturales.(Figura 4 y Figura 5)
- **Digestión anaeróbica.** Tratamiento de efluentes con alta concentración de materia orgánica.

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

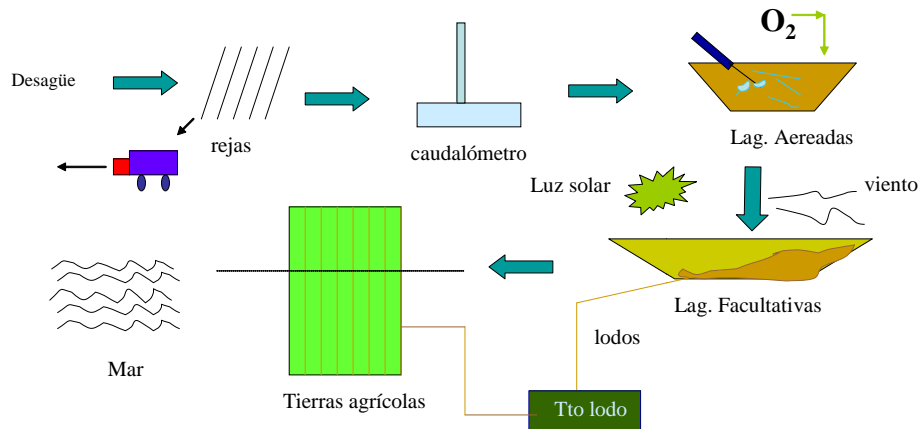


Fig. 4. Planta de tratamiento de agua residual

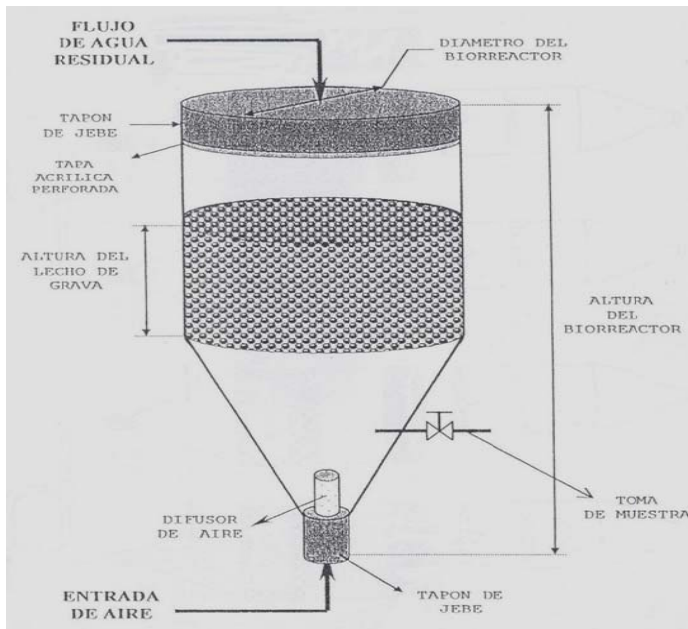


Fig. 5. Biofiltro para tratamiento en laboratorio de agua residual.

Otras tecnologías aplicadas

- **Biofiltración.** Usado para eliminar olores de corrientes de aire por acción de un consorcio microbiano, a través de lechos que contienen carbón turbo, estiércol, pajilla de arroz, etc.
- **Emisiones de aire:** Separación por gravedad, separación por fuerzas electrostáticas, procesos de separación, adsorción, oxidación.
- **Residuos sólidos:** Compactación, reutilización de residuos sólidos, incineración de desechos sólidos, pirólisis, rellenos industriales (Figura 6).

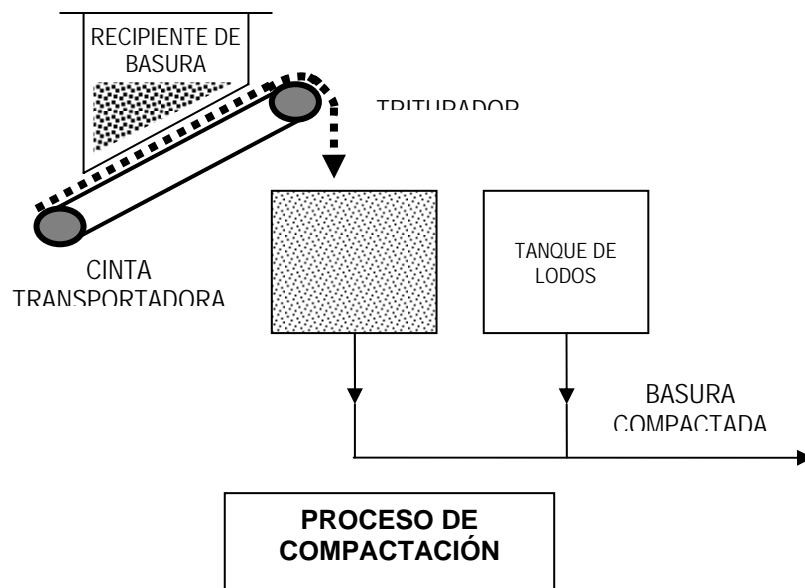


Fig. 6. Proceso de tratamiento de sólidos para relleno industrial

Nuevas (bio)tecnologías

- *Plásticos biodegradables*, biosíntesis, síntesis química, derivados, polímero natural (Figura 7).
- Futuro *polímeros biodegradables*, poliéster (PHA), plantas transgénicas, polihidroxibutinato, biopolímeros adsorbentes (Figura 8).

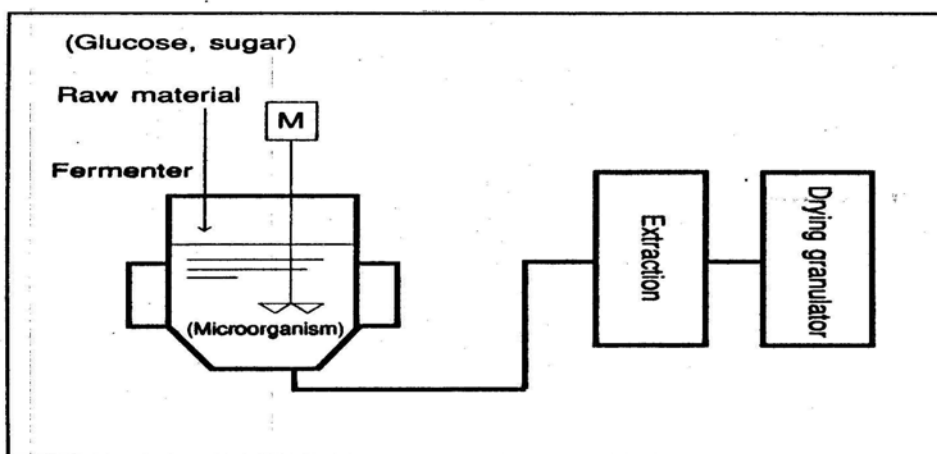


Fig. 7 Biosíntesis de plásticos biodegradables.



Fig. 8. Desenlace de los transgénicos

COMENTARIOS FINALES

1. La contaminación es la introducción de materiales de desecho provenientes de la actividad humana, tanto en el suelo como el aire y en las aguas naturales. Cuando la cantidad de un contaminante sobrepasa la capacidad de la naturaleza para asimilarlo o dispersarlo, la contaminación se manifiesta y es un problema grave.
2. Por otro lado, la misma naturaleza, que esta en constante cambio a la agresión recibida, también produce contaminantes, como el polvo producido por la erosión de los suelos, los óxidos producto de las descargas eléctricas, el polen de las flores, etc. Los aspectos meteorológicos influyen de manera importante en la dispersión de los contaminantes.
3. Por lo que el inquietante efecto de todo aquello es que los materiales contaminantes determinan cambios en los ecosistemas, causando con frecuencia daños irreparables en su entorno.
4. Hoy en día existe una conexión entre medio ambiente y desarrollo porque se están investigando los estándares ecológicos de la producción y de esta manera no perder mercado para sus productos en los países industrializados. Se está investigando la optimización de procesos industriales en base al consumo de productos menos contaminantes por parte de la industria, así como la optimización y reutilización de aguas procedentes de dichas industrias y recuperación de los productos de fabricación presentes en las aguas residuales.
5. El futuro es desolador. Quizá el más grande reto que afronta la humanidad es encontrar los mecanismos que nos permitan vivir sosteniblemente, promoviendo modos de consumo, producción y reproducción que salvaguarden los derechos humanos y las capacidades regenerativas de la Tierra (Figura 9).

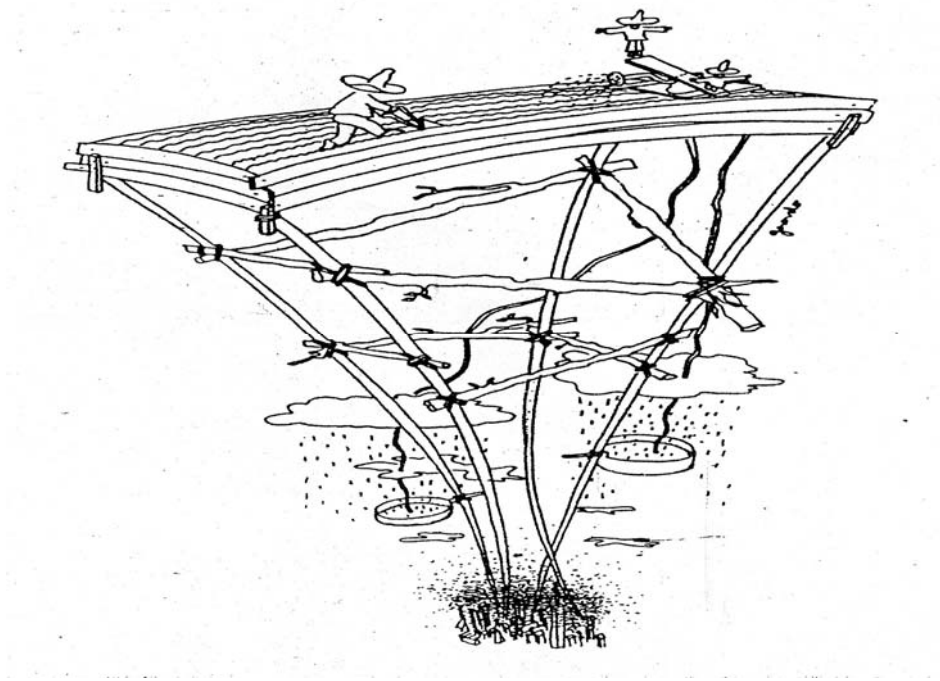


Fig. 9. No debemos llegar a este extremo para huir de la contaminación.

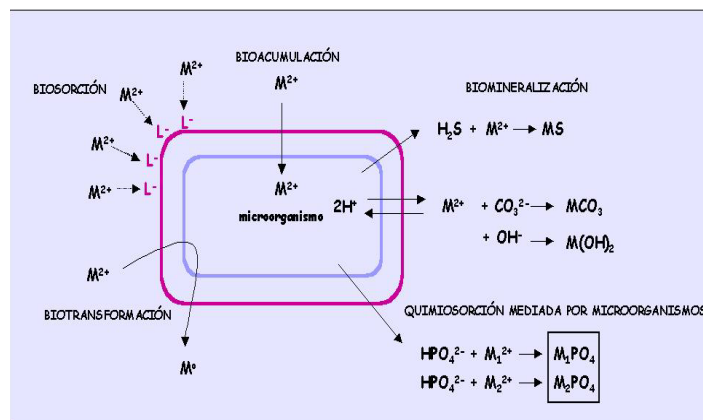


Fig. 10. Mecanismos de interacción entre metales pesados y microorganismos

CONCLUSIONES

- Las tendencias actuales del desarrollo sostenible se enfocan hacia alternativas de prevención de la contaminación; buscando cumplir con estas tendencias las tecnologías limpias.
- Existen por lo menos 5 etapas para la evaluación y operatividad de una tecnología limpia: caracterización y monitoreo de contaminantes; evaluación y análisis; tecnología de la remediación; control o tecnología del abatimiento y finalmente la tecnología de la prevención de la contaminación.
- Enmarcar que los factores que afectan el rendimiento de la biorremediación están en los grupos ambientales, físicos y químicos. Si hay alguna crisis microbiana, es decir debido a cambios del medio ambiente o adopción de otra fuente de energía o detener su crecimiento; entonces se hace necesario emplear una tecnología fisico-química de tratamiento.
- Esperar que la Tecnología del ADN Recombinante permita estudiar proceso y rutas aún más complicadas para la investigación y solución de los problemas de contaminación ambiental.
- Emplear adecuadamente el marco de las leyes, las que constituyen un fomento y promoción de tecnologías para el tratamiento de residuos y sobre todo tecnologías limpias. En ese sentido insistir en el uso de la biotecnología tanto para la producción de biocombustible como la de plásticos biodegradables, reduciendo la contaminación.
- Es importante reconocer que cualquier mecanismo de promoción de las nuevas tecnologías limpias debe ir de la mano con la mejora de la productividad de las industrias, y que éstos no deben implicar gastos onerosos para el Estado y las empresas.
- Fomentar el eco-negocio, en donde las empresas que incorporan criterios ambientales en su proceso de toma de decisiones se benefician en varios aspectos financieros y ambientales, respectivamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Levin m, Gealt M. Biotratamiento de residuos tóxicos y peligrosos. España: Edit. McGraw-Hill. 1997
2. Masters G. Introduction to Environmental Engineering and Sciences 2th ed. New Yersey, NY, USA: Elsevier. 1998.
3. Eweis J, Ergas S, Chang D, Schoroeder E. Principios de Biorrecuperación. España: Edit. McGraw/Interamericana. 1999.
4. Scragg A. Biotecnología Ambiental España: Edit. Acribia S.A. 1999
5. Elías X. Reciclaje de Residuos Industriales. España: Ediciones Díaz Santos S.A. 2000.
6. Orozco C, Pérez A, González M, Rodríguez F, Vidal J. Contaminación ambiental. Una visión desde la química. España: Thompson Editores. 2003.
7. Crites R, Tchobanoglous G. Tratamiento de Aguas Residuales en Pequeñas Poblaciones. Colombia: Mc Graw Hill//Interamericana S.A. 2000
8. Allen D, Shonnard D. Green Engineering Environmentally Conscious Design of Chemical Processes. New Jersey, NJ, EUA: Prentice Hall. 2002.
9. Davis M, Masten S. Ingeniería y ciencias ambientales. México: McGraw Hill/Interamericana Editores. 2005
10. Gil M. Procesos de Descontaminación de Aguas. España: Thompson Editores Spain. 2005