



FACULTAD DE INGENIERIA

**Universidad de Buenos Aires
INSTITUTO DE INGENIERÍA SANITARIA
Y CIENCIAS DEL AMBIENTE**

**CARRERA DE ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA SANITARIA
Y CIENCIAS DEL AMBIENTE**

CÁTEDRA: SANEAMIENTO Y ECOLOGÍA

“GUÍA DE ESTUDIO”

ING. HERNÁN LAURIA

Marzo de 2009



INDICE

A LOS INGENIEROS...	4
CÓDIGO DE ÉTICA AMBIENTAL PARA INGENIEROS.....	5
PROGRAMA ECOLOGÍA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL	6
I: INTRODUCCIÓN	8
DEFINICIONES DE LA INGENIERIA AMBIENTAL	8
BIOINGENIERÍA, RELACIÓN DE LA INGENIERÍA CON EL AMBIENTE Y LA SALUD HUMANA.....	8
II: ECOLOGÍA	9
DEFINICIÓN DE ECOLOGÍA	9
AMBIENTE	9
EL ECOSISTEMA, ESTRUCTURA	9
Componentes de un ecosistema:.....	10
CADENAS Y REDES TRÓFICAS.....	11
Cadena Lineal:.....	12
Redes o mallas	12
CIRCULACIÓN DE ENERGÍA:	12
CICLOS BIOGEOQUÍMICOS (NITRÓGENO, AZÚFRE, FÓSFORO, CARBONO, MERCURIO, PLOMO)	14
HOMEOSTASIS.....	21
CONCENTRACIÓN O MAGNIFICACIÓN BIOLÓGICA	21
POBLACIONES, ATRIBUTOS, MODELOS DE CRECIMIENTO	25
COMUNIDADES	26
Relaciones interespecíficas.....	27
Relaciones intraespecíficas.....	28
BIODIVERSIDAD	28
HÁBITAT.....	29
NICHOS ECOLÓGICOS	29
LOS FACTORES LIMITANTES.....	30
SUCESIÓN ETAPA CLIMAX - REGRESIÓN	31
LA CONTAMINACIÓN DESDE EL PUNTO DE VISTA ECOLÓGICO	32
III. PROBLEMAS AMBIENTALES	34
EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE EN EL AMBIENTE URBANO.....	34
a) Gases y partículas	34
b) Contaminación originada por los automotores	37
LOS RUIDOS EN EL AMBIENTE URBANO	39
EFECTOS AMBIENTALES DE LAS GRANDES REPRESAS	43
IV: SANEAMIENTO AMBIENTAL	53
DEFINICIÓN DE SANEAMIENTO AMBIENTAL	53
ENFERMEDADES HÍDRICAS CAUSADAS POR MICROORGANISMOS	53
ENFERMEDADES HÍDRICAS ORIGINADAS POR UN AGENTE QUÍMICO.....	55
ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR ANIMALES.....	55
LOS HONGOS, MICOSIS PROFUNDAS DE CARÁCTER LABORAL.....	59
IMPORTANCIA DE LAS ALGAS	60
IMPORTANCIA LOS PROTOZOOS	61
INDICADORES BIOLÓGICOS	63
TRATAMIENTO DE EFLUENTES MEDIANTE VEGETALES.....	69
IMPORTANCIA SANITARIA DE LOS ESPACIOS VERDES	69



V: TOXICOLOGÍA.....	69
DEFINICIONES Y CONCEPTOS FUNDAMENTALES.....	69
TOXICIDAD DE ELEMENTOS O SUSTANCIAS QUÍMICAS USADOS EN LA INDUSTRIA	71
BIOCIDAS	74
ANEXO I.....	87



A LOS INGENIEROS...

“Al decirles a los ingenieros respetad a la naturaleza, no se los restringe, se los exalta. Nos son más que obreros, llegarán a ser artistas. No son más que picapedreros, llegarán a ser el escultor para quien la piedra contiene una presencia viviente. En lugar de construir gigantescamente, harán sus obras elegantemente y económicamente. Habrá un elemento, diré mejor una dimensión de más en sus cálculos, porque su obra tendrá tanto más valor cuanto más económica la naturaleza.”

Roberto Hainard
“Naturaleza y Mecanicismo”



CÓDIGO DE ÉTICA AMBIENTAL PARA INGENIEROS

EL COMITÉ FMOI DE INGENIERÍA Y AMBIENTE con un claro y firme convencimiento que el goce y permanencia del hombre en su planeta dependerán del cuidado y protección que ejerza sobre el ambiente, establece los siguientes principios...

PARA TODOS LOS INGENIEROS

Cuando desarrolles cualquier actividad profesional:

1. Pon toda tu capacidad, coraje, entusiasmo y dedicación para obtener resultados técnicos superiores, contribuyendo a promover y obtener un entorno sano y agradable para todos los hombres, ya sea en espacios abiertos como en el interior de los edificios.
2. Esfuérzate para alcanzar los objetivos beneficiosos de tu trabajo con el menor consumo posible de materias primas y energía y con el menor producción de residuos y cualquier clase de contaminación.
3. Discute en particular las consecuencias de tus propuestas y acciones, directas e indirectas, inmediatas o a largo plazo, sobre la salud humana, la equidad social y los sistemas de valores locales.
4. Estudia cuidadosamente el ambiente que será afectado, evalúa los impactos o daños que puedan sobrevenir en la estructura, dinámica y estética de los ecosistemas involucrados, urbanizados o naturales, incluido el entorno socioeconómico, y selecciona la mejor alternativa para contribuir a un desarrollo ambientalmente sano y sostenible.
5. Promueve un claro entendimiento de las acciones requeridas para restaurar y, si es posible, mejorar el ambiente que pueda ser perturbado, e incluyéndolas en tus propuestas.
6. rechaza toda clase de encomiendas de trabajos que impliquen daños injustos para el entorno humano y la naturaleza, y negocia la mejor solución social y políticamente posible.
7. Ten en claro que los principios de interdependencia, diversidad, mantenimiento, recuperación de recursos y armonía interrelacional de los ecosistemas forman las bases de la continuidad de nuestra existencia, y que cada una de sus bases posee un umbral de sustentabilidad que no debe ser traspuesto.

Siempre recuerda que la guerra, la codicia, la miseria y la ignorancia, además de los desastres naturales y la contaminación y destrucción de recursos inducidas por la actividad humana, son las principales causas del progresivo deterioro del ambiente, y que tú, como un profesional de la ingeniería profundamente comprometido con la promoción de desarrollo, debes usar tu talento, conocimiento e imaginación para ayudar a la sociedad a eliminar aquellos males y mejorar la calidad de vida de todos los hombres.

Aprobado por el Comité de Ingeniería y Ambiente de la Federación Mundial de Organizaciones de Ingenieros en 6ta. Sesión Plenaria Anual Nueva Delhi 5 de Noviembre de 1985.



PROGRAMA ECOLOGÍA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL

I. INTRODUCCIÓN

- Definiciones de la ingeniería ambiental
- Bioingeniería; relación de la ingeniería con el ambiente y la salud humana.

II. ECOLOGIA

- Definición de Ecología.
- Ambiente
- El Ecosistema, estructura.
- Cadenas y redes tróficas.
- Circulación de energía
- Ciclos biogeoquímicos (nitrógeno, fósforo, azufre, mercurio, etc.).
- Niveles biológicos de organización. Homeostasis.
- Concentración o magnificación biológica y contaminación.
- Las especies en los ecosistemas, poblaciones, atributos y modelos de crecimiento.
- Comunidades
- Relaciones entre las especies.
- Biodiversidad
- Hábitat
- Nicho espacial.
- Factores limitantes.
- Evolución de los ecosistemas. Sucesión – Etapa climax - Regresión
- La contaminación desde el punto de vista ecológico.

III. PROBLEMAS AMBIENTALES

- Efectos de de contaminantes en la atmósfera
 - A) Gases y partículas
 - B) Contaminación originada por los automotores
- Los Ruidos en el ambiente urbano
- Efectos ambientales de grandes represas.
 - Efectos físicos y químicos: Sedimentación,
 - Efectos sísmicos.
 - Calidad del agua, eutrofización.
 - Efectos biológicos: peces, malezas acuáticas, etc.
 - Efectos sobre el ser humano: sanitarios, sociales y económicos.

IV. SANEAMIENTO AMBIENTAL

- Definición de saneamiento ambiental.
- Enfermedades que Interesan al ingeniero sanitario:
 - Enfermedades hídricas causadas por microorganismos
 - Enfermedades hídricas originadas por un agente químico
 - Enfermedades transmitidas por animales



- Importancia de las algas
- Hongos, micosis profundas de carácter laboral
- Protozoos, rotíferos.
- Indicadores biológicos de contaminación de aguas y atmósfera.
- Tratamiento de efluentes mediante vegetales.
- Importancia de los espacios verdes urbanos

V. TOXICOLOGÍA

- Definiciones y conceptos fundamentales
- Toxicidad de elementos o sustancias químicas usadas en la industria
- Biocidas,



I: INTRODUCCIÓN

DEFINICIONES DE LA INGENIERIA AMBIENTAL

1. Del Departamento de Ingeniería civil de la Universidad del Estado de Colorado (USA).

“La ingeniería Ambiental consiste en la aplicación de las ciencias físicas, biológicas y sociales al análisis y control de los problemas ambientales originados por el uso de los recursos naturales, el vertimiento de los efluentes y las obras de infraestructura”.

2. De Austin Pipes:

La ingeniería ambiental es la rama de la ingeniería que se ocupa de:

- a) La protección de las poblaciones humanas de los efectos de los factores ambientales adversos.
- b) La protección del ambiente, global o local, de los efectos potencialmente nocivos de la actividad humana.
- c) El mejoramiento de la calidad del ambiente en beneficio de la salud y bienestar del hombre.

Bioingeniería, relación de la ingeniería con el ambiente y la salud humana

Comprende las ramas de la Ingeniería aplicadas a los seres vivos:

- Ingeniería Biomédica: utiliza las leyes de la Física y las técnicas de Ingeniería al estudio de los problemas relativos a los seres vivos; y especialmente al diagnóstico y tratamiento de las enfermedades.
- Ingeniería Bioambiental: es un término más correcto que “Ingeniería ambiental”, pues el prefijo indica su relación directa con los seres vivos.
- Ingeniería de los factores humanos: es la aplicación de la ergonomía o “ciencia del trabajo”, que estudia el sistema hombre-ambiente-máquina. Estudia la integración de las características biológicas del operador con el diseño de las máquinas.



II: ECOLOGÍA

Definición de ecología

Ciencia que estudia las relaciones entre los seres vivos y el ambiente así como también las interrelaciones entre ellos mismos.

Estudio de los problemas del ambiente:

- Contaminación del aire
- Contaminación del agua
- Contaminación del suelo
- Contaminación por ruidos
- Efectos de las obras de infraestructura del hombre

Una definición menos rigurosa nos señala que: " la ecología estudia los diversos problemas relacionados con el ambiente: la contaminación de las aguas, de la atmósfera, del suelo, la contaminación sonora, los efectos negativos de las obras de infraestructura y otros tipos de contaminación o problemas del ambiente."

Etimológicamente la palabra ecología deriva de los términos griegos "OIKOS" que significa "CASA", y "LOGOS" que significa "ESTUDIO".

Los problemas indicados en la definición han de ser estudiados y resueltos por grupos multidisciplinarios de biólogos, ingenieros, químicos, físicos, geólogos, médicos, sociólogos, hombres de leyes, economistas, etc.

Ambiente

Compuesto por todos los factores del medio:

- Suelo
- Atmósfera
- Clima
- Hidrósfera
-

El ecosistema, estructura

Es el conjunto de los seres vivos y de los factores abióticos (energía solar, factores del clima derivados de la energía solar, suelo, atmósfera, hidrósfera y



elementos y sustancias químicas, minerales) que se encuentran en una determinada zona o territorio y las relaciones entre todos ellos.

Los límites del ecosistema se fijan de acuerdo a lo que se quiera estudiar.

Componentes de un ecosistema:

a) Elementos bióticos

Criterio de clasificación sistemático

Sistema de dos reinos

Plantas

Animales

Criterio de clasificación de los cinco reinos (Whittaker)

Animal

Vegetal

Hongos

Protistas

Moneras

Criterios de clasificación ecológico o funcional:

Productores	Vegetales. Autótrofos
Animales Herbívoros	Consumidores primarios. Heterótrofos
Animales Carnívoros	Consumidores secundarios. Heterótrofos
Omnívoros	Consumidores de vegetales y animales.
Desintegradores	Hongos, bacterias, etc. (detritus). Detritívoros

b) Elementos abióticos

Elementos químicos

Compuestos químicos

Minerales



Materia orgánica (proveniente de la muerte de los seres vivos)

Energía solar

Factores del clima

Cadenas y redes tróficas

Se entiende por cadena alimenticia o trófica a una serie de organismos tal que cada organismo, componente o eslabón de la cadena se alimenta del que le precede, y a su vez es objeto alimenticio del que le sigue. En este caso en que cada organismo tiene una relación trófica directa con uno que le antecede y otro que le sigue, la cadena se llama lineal.

Las cadenas que comienzan con vegetación de cualquier tipo, que captan la energía solar, la que transformándose, circula a través de las cadenas, se llaman cadenas de pastoreo.

Ejemplo: vegetación, animal herbívoro, animal carnívoro.

La vegetación ocupa el primer nivel trófico, y los animales herbívoros y carnívoros los niveles segundos y terceros. Un animal que se alimenta de vegetales o de otros animales según las oportunidades, puede luego ocupar tanto el segundo como el tercer nivel.

Hay otras cadenas que no se inician con vegetación que realiza fotosíntesis, sino con materia orgánica que sufre el proceso de descomposición. La materia orgánica proveniente de la muerte de los seres vivos, o de sus excreciones, se denomina genéricamente detritus, y por ello este tipo de cadenas son denominadas cadenas de detritus. Tales cadenas tienen como eslabones iniciales bacterias, hongos, protozoos, rotíferos, gusanos, y se continúan con organismos superiores.

En realidad las cadenas lineales, tanto de pastoreo como de detritus prácticamente no existen en la naturaleza, pues cada uno de los niveles tróficos está ocupado por diversos tipos de organismos; constituyéndose las denominadas redes o mallas tróficas. Las cadenas lineales son muy frágiles, pues la desaparición de un tipo de organismo que corresponde a un nivel trófico determinado compromete la



existencia de los niveles superiores al interrumpirse la continuidad de la relación trófica.

Las especies que intervienen en los sistemas biológicos de tratamiento de aguas (lagunas de estabilización, lechos percoladores, etc.) constituyen redes alimenticias originados en detritus.

Cadena Lineal:

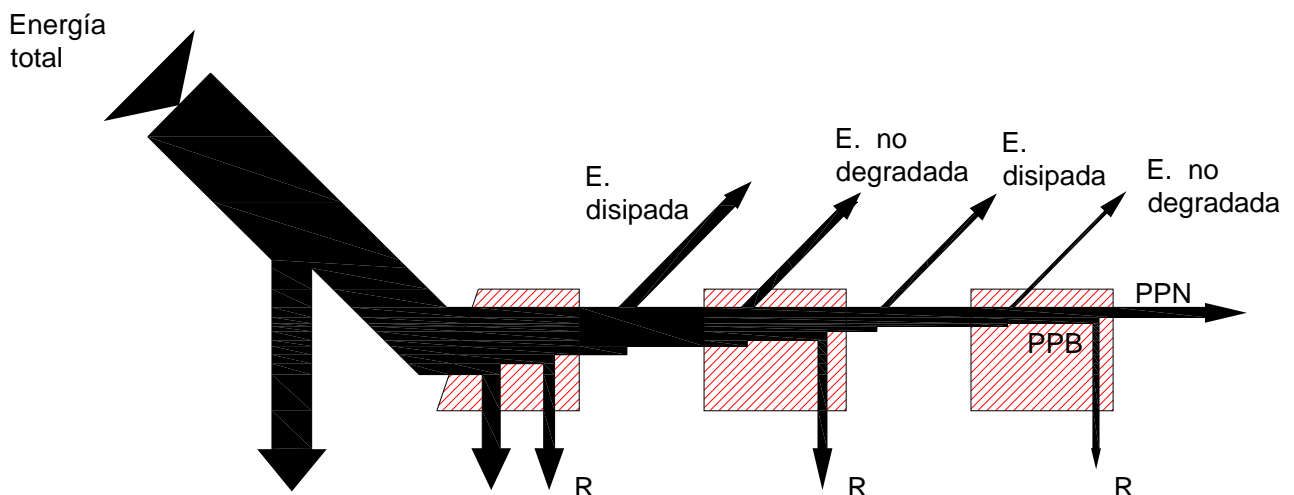
No son comunes en la naturaleza porque son muy débiles. Ejemplo: el oso panda se encuentra en peligro de extinción porque sólo come brotes de bambú. También el koala en Australia porque sólo come brotes de eucalipto cuyos bosques están siendo talados paulatinamente por la actividad agrícola-ganadera del hombre. Ejemplos: Cadena de pastoreo, Cadena de detritus

Redes o mallas

Lo más común en la naturaleza son las redes tróficas, de mayor complejidad y más estables, pues los tipos de organismos que desaparecen son reemplazados por otros del mismo nivel.

Circulación de energía:

Entre los eslabones de la cadena existe transformación de energía.





Producción: formación de materia orgánica mediante fotosíntesis.

PP: productividad primaria: es la cantidad de materia orgánica formada por unidad de tiempo y por unidad de tejido vegetal.

PPB: productividad primaria bruta: es aquella que incluye la parte que se ha gastado en la respiración.

PPN: productividad primaria neta: es aquella en la que se descuenta la respiración.

$PPB = PPN + \text{Respiración}$.

Las cadenas no serán muy largas porque la energía se va a ir disipando al entorno con cada eslabón que aparece.

La eficiencia de los vegetales en absorber energía es del 1 %. El resto de los consumidores tienen una eficiencia del 10 %.

Nutrientes:

Son los elementos o sustancias que se utilizan para completar la alimentación

- Macronutrientes:
 - Nitrógeno
 - Fósforo
 - Potasio
- Mesonutrientes:
 - Calcio
 - Hierro
 - Magnesio
 - Azúfre
- Micronutrientes:
 - Manganeso
 - Cobalto
 - Cobre
 - Selenio
 - Zinc
 - Oligoelementos

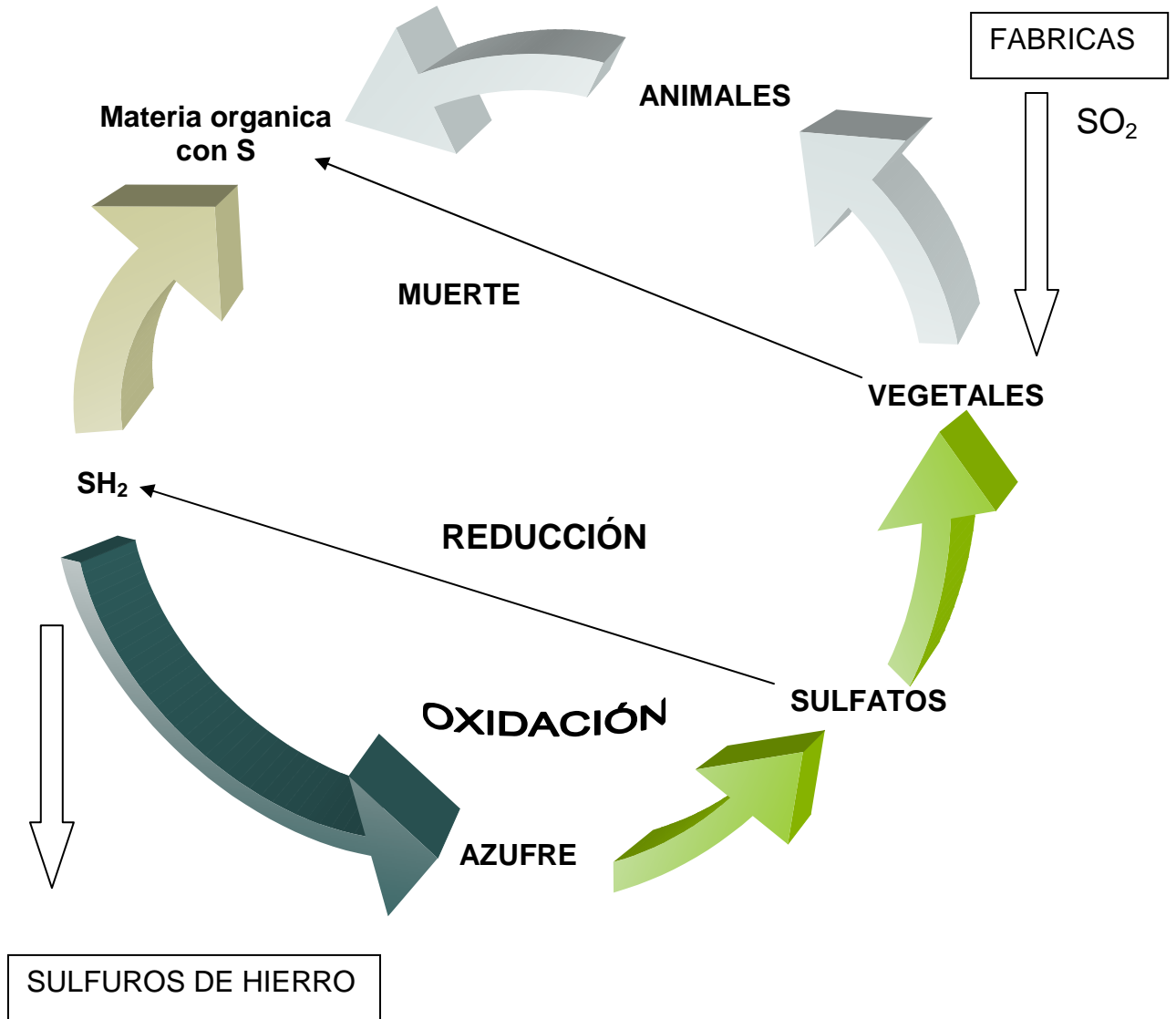


Ciclos biogeoquímicos (nitrógeno, azúfre,fósforo, carbono, mercurio, plomo)

Se trata de los ciclos o vías de circulación cerrada de un determinado elemento químico en los que intervienen los distintos tipos de seres vivos. Consta de un sector biológico o de intercambio donde el elemento circula rápidamente a través de los seres vivos; y otro sector del ciclo llamado depósito o pozo que es donde el elemento se encuentra almacenado en grandes cantidades a escala planetaria y de donde el elemento entra o sale más lentamente.

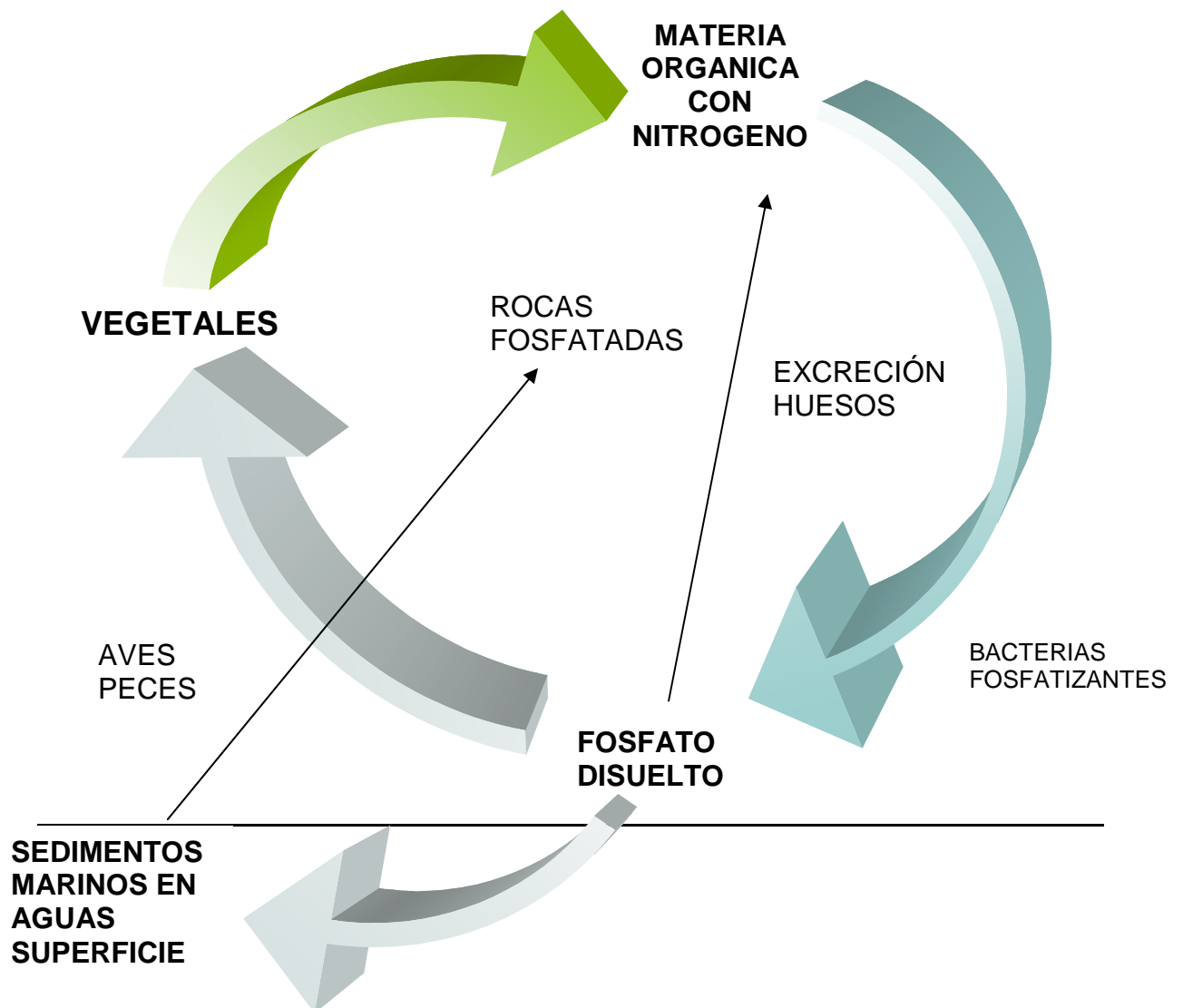


Ciclo del Azufre





Ciclo del Fósforo





Ciclo del mercurio (Hg)

La contaminación con Hg es producida por :

- Industria papelera
- Fabricación de cloruro de vinilo (se usan sales de Hg, como catalizador) PVC
- Baterías
- Fabricación de aldehído acético se usa SO_4Hg como catalizador
- Fungicidas para desinfección de semillas
- Productos farmacéuticos
- Odontología
- Cloro – soda estos dan emisiones al agua
- Fabricación de pinturas
- Combustiones

El mercurio es tóxico. Las bacterias que se encuentran en los sedimentos para protegerse transforman el mercurio en metilmercurio (biometilación)

Esta sustancia se aloja luego en los tejidos nerviosos de los mamíferos y es muy tóxico. (el sombrerero loco de Alicia en el país de las maravillas)

Los compuestos o formas inorgánicas del Hg:

- No circulan en la cadena trófica por lo general
- El paso fundamental en la concentración biológica es el cambio de formas inorgánicas a orgánicas y es el primero en que toman los microorganismos una intervención decidida.

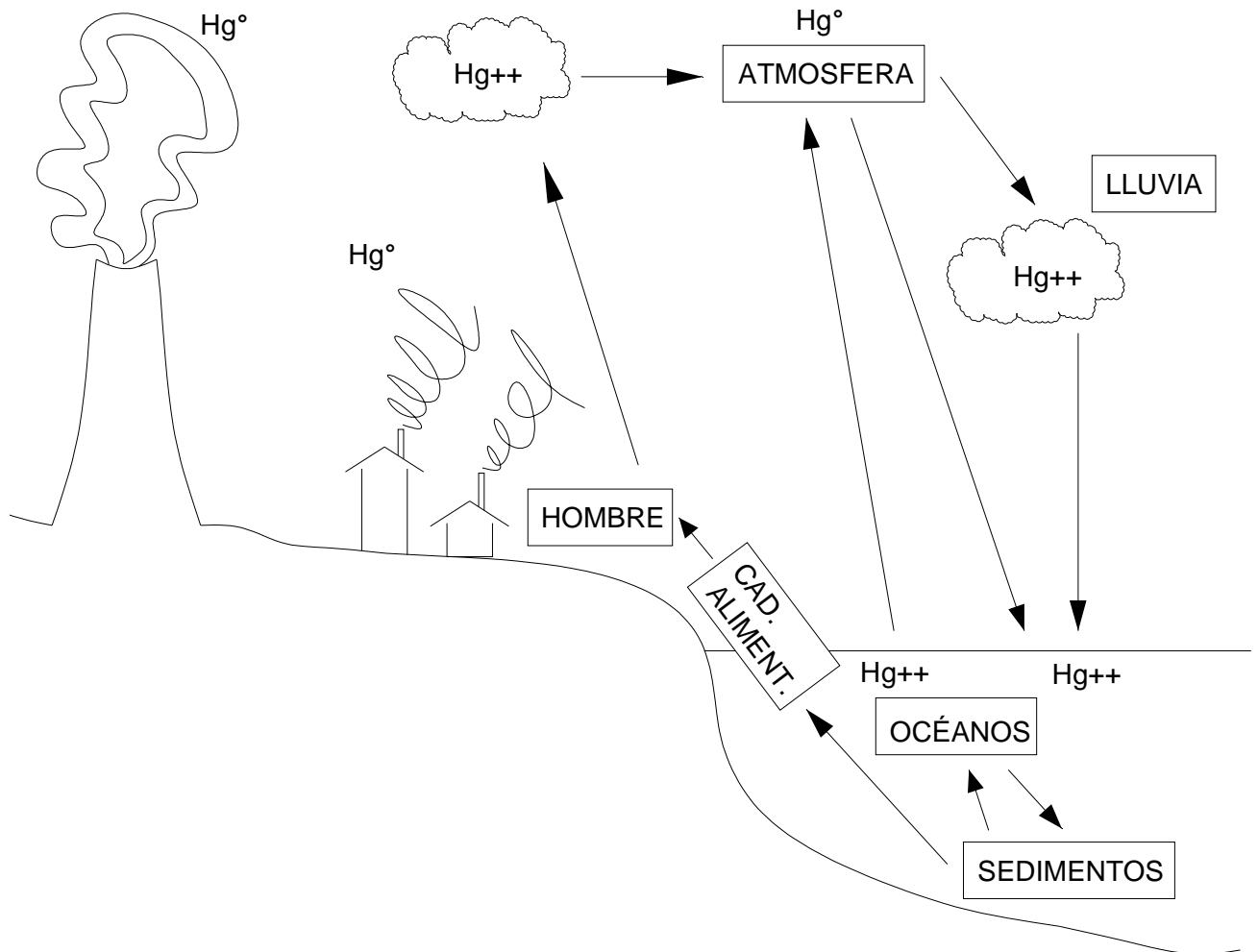
Investigadores suecos descubrieron que microorganismos presentes en sedimentos en aguas dulces, lagos, etc, producían la metilación de Hg inorgánico. Es un proceso para protegerse de la toxicidad de esos compuestos y simultáneamente liberan compuestos de metilmercurio.

El metilmercurio se acumula en organismos acuáticos superiores, se va concentrando en las cadenas tróficas sin producir efectos tóxicos, tiene gran afinidad química por los tejidos musculares de los peces.

El metil mercurio es tóxico para el sistema nervioso central de los mamíferos.



La acidificación de las lluvias (lluvias ácidas) aumentaría el aporte de Mercurio de la troposfera hacia las aguas y disminuirían la volatilización si el lago es acidificado.



El Hg aparece en el ciclo como vapor de Hg que indicamos en el gráfico como Hg^0 y una forma soluble presumible Hg^{++}

No se ha podido identificar de manera segura las formas solubles, se piensa que en los océanos serían cloruros, en aguas dulces se sabe muy poco.

El vapor de Hg es vertido a la atmósfera por: océanos, suelos, erupciones volcánicas y actividad humana, sobretodo combustibles fósiles (aproximadamente 25% del total de emisiones)



Ciclo del Plomo (Pb)

Se utiliza en la fabricación de acumuladores y baterías, soldaduras, aditivos, reactivos químicos, pinturas, pantallas protectoras de rayos X, explosivos etc.

Las partículas de plomo llegan al aire para luego pasar al agua y al suelo. La circulación del plomo en el medio ambiente indica que una vez incorporado a la atmósfera puede llegar al hombre a través de distintas formas.

Al presente sólo es posible obtener una estimación cualitativa o semicuantitativa del movimiento de plomo a través de los componentes del ambiente, esto se debe a que suceden transformaciones físicas y químicas del plomo en el proceso.

La circulación del plomo en el medio ambiente indica que una vez incorporado a la atmósfera puede llegar al hombre a través de distintas formas.

Sólo es posible obtener una estimación cualitativa o semi-cuantitativa del movimiento de plomo a través de los componentes del ambiente, esto se debe a que suceden transformaciones físicas y químicas del plomo en este proceso.

La intoxicación crónica por plomo se denomina saturnismo. La sintomatología más frecuente es la siguiente:

- Gastrointestinal: constipación pertinaz, inapetencia, cólicos abdominales, sabor metálico en la boca, ribete gingival, etc.
- Hematológico: anemia.
- Neuropsiquiátrico: irritabilidad, cefaleas persistentes, insomnio, psicopatías diversas, convulsiones, encefalopatía aguda en niños, etc.



HOMEOSTASIS

Es la propiedad de los sistemas biológicos de mantener su estado de equilibrio, y por lo tanto, de oponerse a los cambios (ODUM).

En virtud de esa propiedad, los sistemas biológicos, en sus distintos niveles: ecosistemas, comunidades, poblaciones, individuos, etc. tienen la capacidad de autorregulación.

La homeostasis opera por mecanismos de retroalimentación. Por eso se compara a los mecanismos homeostáticos a los servomecanismos de ingeniería.

La retroalimentación negativa se opone a las alteraciones del equilibrio.

Ejemplos: hay poblaciones animales reguladas por la densidad de la población, y la retroalimentación negativa opera por los mecanismos de conducta que permiten aumentar o reducir la reproducción y mantener así el número de individuos dentro de límites compatibles con el medio.

Al nivel de individuo: los animales homeotermos mantienen su temperatura constante; en el ser humano alrededor de 37°C.

CONCENTRACIÓN O MAGNIFICACIÓN BIOLÓGICA

Se entiende por concentración o magnificación biológica el hecho de que determinadas sustancias aumentan su concentración en los componentes o eslabones de una cadena trófica, al progresar en la misma hacia los niveles superiores.

Un típico ejemplo de concentración biológica se ha observado en el DDT. Este insecticida fue muy utilizado para combatir los mosquitos en aguas estancadas.

Estudios realizados en una comunidad acuática en zonas pantanosas de LONG ISLAND, Estados Unidos, donde se aplicaba DDT tomándose precauciones para no aplicarlo en concentraciones que resultaran mortales para peces y fauna en general, pero ignorábase que los residuos del DDT son absorbidos por los detritus, y por el plancton, y sufren un proceso de concentración en los organismos que se



alimentan de ellos, es decir en diversas especies de invertebrados, que no eliminan la sustancia, la que se fija a los tejidos adiposos.

Se llega así a los predadores superiores de las cadenas: peces y aves rapaces.

	Concent. DDT	
AGUA	0,00005	p.p.m.
PLANCTON	0,04	p.p.m.
PEZ HERBÍVORO	0,23	p.p.m.
PEZ LUCIO	1,33	p.p.m.
PEZ AGUJA	2,07	p.p.m.
GARZA	3,5	p.p.m.
GAVIOTA	6	p.p.m.
HUEVO AVE RAPAZ HALIETO	13	p.p.m.
CORMORAN	26	p.p.m.

Las concentraciones encontradas en los tejidos de las aves no las perjudicaban pero afectaba la formación normal de la cáscara de huevos de halieta, que se rompían, impidiendo el desarrollo de los polluelos antes de que finalice la incubación con lo cual disminuye la natalidad de dicha especie.

Por lo tanto, si bien los individuos adultos no resultaban afectados, la especie era perjudicada por no prosperar las crías.

También se produce la concentración de mercurio en cadenas tróficas de organismos acuáticos. Estas cadenas, que suelen ser prolongadas, terminan en peces, y en mamíferos que se alimentan de ellos.

La concentración de mercurio en los peces puede llegar a ser 10.000 veces superior a la de las aguas marinas.

	Concent. Hg.	
AGUAS SUPERFICIALES MARINAS	0,0001	p.p.m.
PLANCTON, CARACOLES	0,01 – 0,18	p.p.m.
INSECTOS ACUÁTICOS CARNÍVOROS	0,14 – 1,16	p.p.m.
INSECTOS ACUÁTICOS DEPREDAADORES, RANAS	0,01 – 5,82	p.p.m.
PERCA, PEZ	1,4 – 4,1	p.p.m.
BALLENA (HIGADO)	8,87	p.p.m.



Los desechos radioactivos son absorbidos también, y a través de las cadenas alimenticias se van concentrando en los depredadores superiores.

Ello sucede con isótopos radioactivos, como el estroncio 90 (^{90}Sr), producto de las fisiones nucleares, que se acumula y concentra a lo largo de las cadenas tróficas. El estroncio 90 se metaboliza en forma similar al calcio, depositándose en los huesos, de los cuales es removido muy lentamente. Se ha observado que algas marinas, del género FUCUS, llegan a concentrar hasta cuarenta veces el estroncio 90 del agua del mar (Dorst 1972)

El yodo 131 (^{131}I), otro isótopo radioactivo, proveniente de fisiones producidas en explosiones atómicas, sufre también el proceso de concentración. Puede depositarse sobre la vegetación, y por pastoreo, acumularse en la leche de vaca y llegar finalmente a la tiroides en los seres humanos. También se ha detectado concentración del elemento en esquimales y poblaciones que se alimentan de renos en Suecia, o de caribúes en Canadá. Estos animales utilizan líquenes para su alimentación cuando los pastos son escasos, y el material radioactivo había sido fijado por los líquenes (FOSTER 1975).

EL fósforo 32 (^{32}P) se concentra en cadenas que culminan en aves acuáticas. En el río Columbia, Estados Unidos donde se vierten los desechos de la central atómica de Hamford, la concentración de fósforo 32 aumenta, con referencia a la del agua, 35 veces en crustáceos, insectos y otros invertebrados acuáticos, 7500 veces en patos, y 200000 veces en los huevos de estos, lo que se explica por la gran cantidad de fósforo que tienen las yemas. (DORST 1972).

Observaciones efectuadas en el río Clinch, donde se vuelcan los residuos atómicos de la central de Oak Ridge indican que el plancton tiene un valor de radioactividad 10000 veces superior al del agua.

Algunos peces de río, depredadores últimos de las cadenas, tienen una radioactividad de 20000 a 30000 veces mayor que del agua en que viven. En aves de zonas boreales, como las barnaclas, se determinó radioactividad en sus plumajes. (DORST 1972)



Existen otras sustancias contaminantes que también se incorporan a cadenas alimenticias y pueden llegar a concentrarse. Entre ellas pueden citarse a hidrocarburos componentes del petróleo, que contaminan las aguas marinas como consecuencia del derrame de petroleros, o de la limpieza de los tanques de estos barcos. Algunos de esos hidrocarburos son tóxicos, y otros tienen olor acentuado, y dan "olor a petróleo" a peces y moluscos (DORST 1972).



Poblaciones, atributos, modelos de crecimiento

Conjunto de individuos de la misma especie. (Ej: población de ciervos, de bacterias, de fresnos, etc.) Se pueden reproducir entre sí.

Atributos de las poblaciones

Densidad de población bruta:

Nº de individuos por unidad de área o de volumen to tal.

Densidad ecológica:

Nº de individuos por unidad de área habitable.

Densidad óptima:

Máxima densidad que puede alcanzar una población sin que se produzca una catástrofe.

Natalidad:

Nº de nacimientos

Natalidad máxima: Característica de cada especie y de sus posibilidades biológicas.

Natalidad ecológica: Está condicionada por los factores del ambiente, etc.

Índice de natalidad

$$I = \frac{\Delta n}{\Delta t}$$

Índice específico de natalidad:

$$I = \frac{1}{N} \times \frac{\Delta n}{\Delta t}$$

N: número de individuos que conforman una población determinada



Índice específico de natalidad instantáneo:

$$b = \frac{1}{N} \times \frac{dn}{dt}$$

Índice de Mortalidad

$$I = \frac{\Delta m}{\Delta t}$$

Índice específico de mortalidad:

$$I = \frac{1}{N} \times \frac{\Delta m}{\Delta t}$$

N: número de individuos que conforman una población determinada

Índice específico de mortalidad instantáneo:

$$d = \frac{1}{N} \times \frac{dm}{dt}$$

Tasa de crecimiento instantánea:

$$r = b - d$$

Comunidades

Es el conjunto de poblaciones de diferentes especies que viven en una zona determinada. (Ej: el conjunto de poblaciones de algas: SPYROGYRA, VAUCHERIA, ULOTHRUX, etc. que viven en una laguna de estabilización)

Algunas comunidades típicas reciben nombres definidos.: plancton, bentos, etc.

Plancton:

Es la comunidad de organismos que flotan en las aguas, sin movimientos propios, o sea que son desplazados por las corrientes.



La comunidad vegetal que integra el plancton se denomina fitoplancton, y está constituida por algas. La comunidad animal se denomina zooplancton, y está constituida por larvas bacterias, protozoos, etc.

Bentos:

Es la comunidad de organismos que viven en los sedimentos o fijados a los fondos de los ríos, lagos o litorales o fondos marinos

Relaciones interespecíficas

- Relaciones positivas para las dos especies intervinientes: Se conocen bajo la denominación general de mutualismo con dos variantes:
 - Simbiosis: Ambas especies se benefician, pero ya no pueden prácticamente vivir en forma independiente una de la otra. Ej: las bacterias RHIZOBIUM que viven en nódulos de las raíces de las leguminosas aprovechando las sustancias que esas plantas elaboran por fotosíntesis. Así mismo las bacterias fijan nitrógeno del aire y lo incorporan al suelo en forma de nitratos utilizables por las plantas.
 - Protocooperación. Ambas especies se benefician pero pueden vivir de manera independiente una de la otra aún cuando no exista esa relación. Ej: existen aves que se alimentan de insectos que viven sobre paquidermos como el rinoceronte o el búfalo aliviando sus molestias.
- Relaciones negativas para las dos especies intervinientes.
 - Competencia: los animales compiten por el alimento y por los nutrientes y la luz en el caso de los vegetales-
- Relaciones en que una especie se perjudica y la otra no.
 - Predación o depredación: un felino que mata y como a su víctima.
 - Parasitosis
- Relaciones en que una especie se beneficia y la otra es indiferente.
 - Comensalismo: existen organismos que se refugian en los orificios de las esponjas de marinas, donde además de refugiarse obtienen



partículas que le sirven de alimento; resultando todo esto indiferente para la esponja marina.

Relaciones intraespecíficas

Son relaciones entre animales de la misma especie.

- Competencia: los animales o vegetales de una misma especie compiten por la supervivencia con la obtención de alimentos, luz, etc.
- Agregación: en muchas especies de animales existe la tendencia a agruparse en manadas, rebaños y en sociedades más organizadas como sucede con las abejas, hormigas e incluso los seres humanos.

Biodiversidad

La diversidad de una comunidad biótica se relaciona con el número de especies que integran la comunidad, y las cantidades de individuos correspondientes a cada especie: es decir, está referida a:

- La riqueza o variedad de especies, que es el número de especies presentes, S
- La uniformidad o equidad, que indica la distribución más o menos uniforme del número de individuos N entre las especies, S.

Una comunidad que tiene N=100 individuos para S=10 especies, es de uniformidad máxima cuando hay aproximadamente 10 individuos para cada especie. Por el contrario, la uniformidad es mínima si hay 91 individuos de una especie y un único individuo para cada una de las especies restantes.

Índices de riqueza o variedad

$$d = (S-1) / \log N$$

$$d = S / \sqrt{N}$$

$$d = S * 1000$$



Índice de diversidad general de Shannon-Weaver

$$H = -\sum p_i \times \log p_i$$

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

n_i = número de individuos que corresponde a cada especie.

Ejemplos gráficos

- A) Variación del índice de Shannon en la forma **bentos** luego de una descarga de contaminantes:
- B) Variación del índice de Shannon por aplicación de un insecticida, única aplicación que conserva tóxico unos diez días, sobre una población de artrópodos

Índice de Simpson

$$I_s = \sum (n_i / N)^2$$

Hábitat

El hábitat de un organismo es el lugar donde desarrolla su vida y puede referirse a una especie animal o vegetal. También puede hablarse del hábitat de una comunidad.

Se ha comparado al hábitat con el domicilio del organismo considerado (ODUM)

Ejemplo: la especie SCIRPUS CALIFORNICUS; llamada vulgarmente "junco" en nuestro país vive en playas arenosas; ese es su hábitat. El carancho común (POLYBORUS PLANCUS) vive en campos y ambientes variados de todo el país, su hábitat es prácticamente casi todo el país. El carancho araucano (POLYBORUS ALBOGULARIS) vive en los bosques andinos del sud, ese es su hábitat.

Nicho ecológico

El nicho ecológico de una especie puede definirse como la función de esa especie en el ecosistema.



Por ello, el nicho ecológico ha sido comparado con el "oficio" de esa especie en la comunidad. (ODUM 1972).

El concepto de nicho ecológico puede ser considerado según distintas interpretaciones:

- nicho trófico
- nicho espacial
- nicho multidimensional

El nicho trófico considera la transformación de la energía que realiza la especie considerada, o sea la ubicación trófica en la cadena alimenticia.

Los factores limitantes

Liebig enunció el principio de factores limitantes que dice:

Del conjunto de nutrientes o condiciones que requieren los individuos de una determinada especie puede darse el caso que alguno de ellos este en condiciones menores a las que requiere esa especie.

Este actúa como factor limitante para el desarrollo normal de la vida de esa especie.

Por ejemplo: los organismos que viven en el agua requieren como mínimo de 4 a 5 mg de O₂ disuelto para su vida; los vegetales requieren una determinada concentración de Nitrógeno normal de su vida.

Posteriormente otro investigador Shelford enunció otro principio que complementa al anterior y que dice:

Del conjunto de nutrientes y condiciones que requieren los organismos para su vida normal no solo deben darse con determinados valores de acuerdo a lo que establece el principio de los valores limitantes sino que también tienen valores máximos que no deben superarse.

De la combinación de ambos principios un mínimo y un máximo, surge lo que se llama intervalo o rango de tolerancia. Por ejemplo: así como los vegetales requieren concentración mínima de N₂ tampoco esa concentración debe superar un valor máximo porque también los puede enfermar y perjudicar.



Estos principios se pueden aplicar a concentración de nutrientes en los vegetales, a pH del suelo, a agua y suelo, etc.

Sucesión etapa climax - Regresión

Sucesión:

La comunidad existente en un momento determinado es consecuencia de la interacción entre las comunidades precedentes y el medio físico, y a su vez prepara las condiciones para el advenimiento de las comunidades futuras.

Pero esa evolución se detiene, es decir los cambios dejan de producirse cuando se llega a un equilibrio entre las comunidades y el medio físico, que es determinado por el CLIMAX.

Las sucesiones pueden ser primarias o secundarias. Una sucesión es primaria cuando se desarrolla en lugares donde no ha existido la vida con anterioridad, como puede ser sobre una superficie rocosa, o sobre arenas, o lavas, de reciente formación. Una sucesión es secundaria cuando tiene lugar en zonas donde las comunidades que existían fueron destruidas o alteradas, por ejemplo: bosques talados, o que sufrieron incendios, tierras de cultivo abandonadas, etc.

Desde otros puntos de vista, las sucesiones pueden ser autotróficas o heterotróficas. Una sucesión es autotrófica cuando el primer componente o nivel de la cadena o red alimenticia corresponde a organismos que fotosintetizan; ejemplo: los cultivos. En estos casos, la producción es mayor que la respiración de la comunidad.

Una sucesión es heterotrófica cuando se desarrolla sobre materia orgánica, que utilizan la cadena trófica, ejemplos: aguas contaminadas por materia orgánica, troncos o restos de vegetales en descomposición, etc.

Puede darse un ejemplo en forma esquemática de una sucesión, iniciada sobre superficies rocosas desnudas. Estas superficies constituyen el medio físico, y sobre ellas podrá instalarse una incipiente vegetación de líquenes. Esta comunidad podrá ser luego reemplazada por musgos, y a medida que la roca puede ir siendo alterada, las comunidades sucesivas podrán ser de hierbas o de plantas leñosas,



desarrollándose el proceso en períodos de decenas o centenas de años (WEAVER y CLEMENSTS, 1944)

Este ejemplo corresponde a una sucesión primaria de autotrófica.

Regresión:

La regresión es un proceso que puede considerarse opuesto al de sucesión. Pero no exactamente, ya que mientras en la sucesión cada etapa está condicionada por los anteriores, y a su vez condiciona a la etapa siguiente, siguiendo un proceso de auto organización, en la regresión no sucede así.

La regresión implica la desaparición de algunos o de muchos de los componentes del ecosistema, y significa una alteración del mismo drástica, de carácter catastrófico. La diversidad disminuye, semejándose la nueva estructura a etapas iniciales de una sucesión, con características de un ecosistema menos maduro (MARGALEF 1974).

Son ejemplos de regresión: el incendio de un bosque o de un pastizal natural, la eliminación de vegetación natural: bosques, praderas, etc. y en general toda la alteración o supresión de ecosistemas naturales por obra del ser humano para ser reemplazados por cultivos, ganadería o urbanización.

Se trata siempre de un proceso rápido de características catastróficas.

La contaminación desde el punto de vista ecológico

Desde el punto de vista ecológico, la contaminación significa una regresión del ecosistema afectado. Supongasé, la contaminación de un cuerpo de agua por importantes vertimientos de materia orgánica. La descomposición de la materia orgánica cambiará las condiciones existentes:

- Disminución del oxígeno disuelto
- Aumento de sólidos disueltos o en suspensión

Como consecuencia de las nuevas condiciones creadas, desaparecen determinadas especies, por lo cual será menor la riqueza de las especies. También resultará alterada la uniformidad, pasando a predominar las especies existentes a



las nuevas condiciones, en desmedro de otras que subsistirán con escaso número de individuos. Es decir, también la uniformidad sufrirá disminución. Como consecuencia la diversidad resultante será menor.

El ecosistema en breve tiempo, ha pasado de una comunidad de una determinada diversidad a otra de diversidad inferior, son características estas de regresión. Es decir, que la contaminación, desde el punto de vista ecológico implica un proceso de regresión.



III. PROBLEMAS AMBIENTALES

Efectos de la contaminación del aire en el ambiente urbano

a) Gases y partículas

DIOXIDO DE AZUFRE:

Los consideramos conjuntamente con sus productos de oxidación: trióxido de azufre (SO_3) y ácido sulfúrico (SO_4H_2)

Proceden en su mayoría del uso de combustibles: petróleo y carbón, exceptuando la madera.

La concentración habitual en el aire de SO_2 en zonas libres de contaminación es 0,001-0,002 p.p.m. Muchas personas pueden detectarlo por el gusto (SO_2 es incoloro, de olor picante) 0,3 a 1,0 p.p.m. Por encima es perceptible por su olor. Es irritante.

El SO_2 en la atmósfera se transforma en su mayor parte en SO_3 , y por hidratación en SO_4H_2 , y sulfatos.

El ácido sulfúrico es más tóxico que el SO_2 en condiciones comparables de concentración molar. Se forma una fina niebla de ácido sulfúrico: la niebla sulfúrica.

Los efectos se han estudiado:

- Observaciones de laboratorio, pero con números reducidos de personas.
- Sobre personas en condiciones laborales expuestas a SO_2 .
- Estudios epidemiológicos que dan buena información.

Los efectos observados no parecían estar de acuerdo con las bajas concentraciones, por lo cual se ha pensado en un mecanismo potenciado, que sería la adhesión por partículas atmosféricas: hollín, que adherían el SO_2 .

La respuesta fisiológica del organismo es la bronco-constricción, que se dio ya en experiencias de laboratorio a 5 p.p.m. En personas sensibles al contaminante se observaron efectos de 1 a 2 p.p.m., y severos bronco-espasmos a 5-10 p.p.m. Los estudios epidemiológicos demostraron que los niños y jóvenes son especialmente sensibles al SO_2 . Con concentraciones superiores a 0,05 p.p.m. como promedio mensual y la presencia conjuntamente de partículas se observó bronco constricción



y desmejora de la función pulmonar. Habría cierta evidencia de que los compuestos del azufre pueden contribuir a enfermedades como bronquitis, enfisema y asma.

OZONO

Es el compuesto dominante originado por el "smog fotoquímico". Hay ozono normalmente en la atmósfera terrestre, pero en muy escasa proporción: 0,01 a 0,03 p.p.m.

Hace 50 años hubo euforia por las propiedades germicidas, se lo llamó el "gas de la civilización". Pero se ha comprobado que es un gas muy tóxico para seres humanos y animales, vegetales y materiales como caucho y tejidos de algodón. El ozono y otros oxidantes de origen fotoquímico son tóxicos para el aparato respiratorio, produciendo alteraciones mecánicas y químicas en pulmones y por lo tanto alterando su fisiología. Si la concentración es alta provocan la muerte por hemorragia y edema agudo de pulmón.

En seres humanos, la exposición prolongada a 0,2 p.p.m. no produjo efectos observables; el umbral de irritación nasal y de garganta fue de 0,3 p.p.m. En exposiciones a 0,5 p.p.m. durante 3 horas por día, repetida 6 días por semana y durante 12 semanas, hubo disminución en la función respiratoria. Seis semanas después de finalizada la exposición, la función respiratoria se normalizó.

En personas expuestas a 0,5 a 1 p.p.m. durante 1 a 2 horas hubo cambios en la función respiratoria (disminución del volumen de la respiración forzada, etc.) Esa desmejora en la función pulmonar explica el menor rendimiento de atletas que respiraban aire con 0,03 p.p.m. a 0,3 p.p.m. de ozono durante una hora.

En otras personas, la exposición a 1 – 3 p.p.m. durante dos horas, provocó durante dos semanas gran fatiga y opresión torácica y tos durante dos días.

Por experiencias de laboratorio en ratas se produjeron bronquitis, enfisema, fibrosis pulmonar. Por ello se lo ha relacionado con la aceleración de enfisema y de cáncer pulmonar.



HIDROCARBUROS

Intervienen en las reacciones del smog fotoquímico. En bajas concentraciones, que son las del aire contaminado, no parecen ser nocivos, pero si irritantes.

Los hidrocarburos aromáticos policíclicos, sobre todo el 3-4 benzopireno y también el 1, 2, 5, 6-dibenzatraceno y el 11,12-benzofluoranteno serían cancerígenos. Se están desarrollando experiencias a éste aspecto, que no pueden hacerse con seres humanos.

Las estadísticas de enfermedad y mortalidad demuestran que la frecuencia del cáncer de pulmón es mayor en habitantes de zonas urbanas que entre los de las zonas rurales, y esto ha sido atribuido en parte a esos hidrocarburos.

PARTÍCULAS

Con concentración de 150 a 300 ug/m³ de aire, hay disminución de la función pulmonar o aumento de la expectoración en personas expuestas durante largo tiempo en presencia conjunta de SO_x a 0,04-0,11 p.p.m.

Con concentraciones similares, en niños, se observó un aumento de la frecuencia y severidad de enfermedades del aparato respiratorio (niños observados desde su nacimiento hasta los 15 años)

Casos particulares:

Partículas de sílice: silicosis

Partículas de asbesto: asbestosis

Bisinosis:

Causada por el polvo mezclado con las fibras del algodón (Neumonía de los algodoneiros)

También se llama, bisinosis a la inhalación de polvos de cañamo y lino

Síntomas en cuatro etapas

Irritación, tos. Reversible. Se dan en el primer día de re-exposición, fiebre del lunes a la mañana

Bronquitis. No sólo el primer día de reexposición. Irreversible



Bronquitis crónica sin capacidad total

Muerte por falla cardíaca

El fumador aumenta la perceptibilidad a contraer bisinosis

Bagasosis

Producida por el bagazo de la caña de azúcar seco y molido.

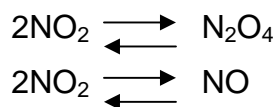
Falta de aliento, tos, esputos (escupida) negros

b) Contaminación originada por los automotores

CONTAMINANTES INORGÁNICOS

ÓXIDOS DE NITRÓGENO

El dióxido de nitrógeno se halla en equilibrio con su forma dimera y con el monóxido de nitrógeno.



Estos gases se producen en las reacciones de combustión de los motores diesel y en menor proporción en motores a naftas.

Determinaciones efectuadas en New Cork y Los Angeles dan una idea de la cantidad emitida: más de 300 Tn. diarias.

OZONO Y GASES OXIDANTES

Producidos por "smog fotoquímico" causan, entre otros efectos, el craqueo o envejecimiento del caucho.

MONÓXIDO DE CARBONO

Generalmente se encuentra en el aire en cantidades muy inferiores a la concentración máxima admisible, 50 ppm en jornadas de trabajo de 8 hrs.

Pero su concentración es muy elevada en túneles, o en las esquinas de zonas de mucho tránsito en las ciudades.



DIÓXIDO DE AZUFRE

Proveniente de las combustiones

CONTAMINANTES ORGÁNICOS

HIDROCARBUROS

Proviene principalmente de gases no quemados totalmente durante la combustión del motor; gases desplazados durante el llenado de los tanques y de las pérdidas por evaporación de solventes y combustibles.

ALDEHÍDOS

	MOTORES A NAFTA		MOTORES A GAS OIL	
	MÁXIMA	MEDIA	MAXIMA	MEDIA
CO ₂	15	9	13,8	9
CO	13,5	4	7,6	0,1
Hidrocarburos	4	0,5	0,5	0,02

Los vehículos a naftas son más contaminantes que los gasoleros.

El nivel de monóxido de carbono triplica los valores aceptables de la O.M.S. La contaminación debida a los automotores es el 80% de la contaminación atmosférica en Buenos Aires (pero mucho inferior a los valores de la ciudad de México, Santiago de Chile y San Pablo).

En algunas esquinas de Buenos Aires, la concentración de CO aumentó un 25% en los últimos 3 años; en el microcentro y en la zona del barrio de Once el aumento es de más del 50%.

En más del 50% de los días hábiles la concentración supera los valores fijados por la O.M.S. y la E.P.A. como máxima para la exposición de personas.



Los ruidos en el ambiente urbano

(ver anexo Normas IRAM)

Concepto del ruido:

Se trata de un sonido no deseable o carente de cualidades musicales.

Concepto físico:

Movimiento vibratorio de las moléculas de los gases, que produce pequeñas variaciones de presión.

Frecuencia:

Número de cambios de presión acústica por segundo (de un aumento a una disminución de la presión). Se mide en ciclos/seg o Hertz (Hz).

Presión acústica:

El hombre puede percibir 0,0002 microbares (DINAS/cm²) (para un hombre joven de audición normal en condiciones de silencio extremo).

La máxima presión percibida como sonido y no como dolor es de 1000 microbares.

Medición con decibels

$20\log(\text{Presión acústica}/\text{Presión umbral})$

Donde la presión umbral es de 0,0002 microbares.

O sea un aumento de la presión sonora de 10 veces significa 20 veces en la escala de decibels; de 100 veces significa 40 veces en la escala de dB.

Límites de frecuencia:

Seres humanos

Sonidos puros: 16 Hz a 16000 Hz.

Ultrasonidos: >16 kHz.

Infrasonidos: <16 Hz.

El ruido es una amenaza creciente en las ciudades modernas. Las fuentes principales de ruidos en la ciudad están constituidas por el tránsito automotor, el ferroviario y los establecimientos industriales. Además han de citarse otras fuentes



de carácter ocasional, como las maquinarias de obras y servicios públicos, y de la construcción; y en determinadas ciudades con aeropuertos ubicados en ellas o en su proximidad, la operación de los aviones.

Todas estas fuentes de ruidos corresponden a actividades derivadas de del desarrollo tecnológico.

Pero existen otras causas originarias de ruidos, los denominados innecesarios u ociosos. Ellos son todos los provenientes de altoparlantes ubicados fuera de locales cerrados, sea en instalaciones fijas en las calles para publicidad, clubs o espectáculos deportivos, comercios dedicados a la comercialización de cds y otros; o los instalados en camiones de publicidad o venta callejera. Y por supuesto también los ruidos excesivos de automóviles o motocicletas sin silenciadores en los escapes de gases.

Es muy ilustrativo indicar algunos valores de niveles medios de ruidos provenientes de diversas fuentes (EL CORREO-UNESCO-1967)

FUENTE	VALOR
Límite de audibilidad	0 dB
Murmullo de las hojas al viento	10 dB
Calle tranquila	50 dB
Tránsito intenso	70 dB
Motocicleta	80 dB
Camión pesado a 15 m.	90 dB
Avión a reacción a 100 m.	110 dB
Sensación de dolor	120 dB
Remachado de chapas de acero	130 dB

Son muy conocidos los efectos sufridos por las personas que trabajan en fábricas donde se producen ruidos más o menos intensos y en forma continua, y que llegan a causar sordera, y otros perjuicios de importancia a la salud.



Pero saliendo de la fábrica, en la ciudad moderna, los ruidos han irrumpido también en una forma brutal, originados por distintas causas, ya citadas. En el ambiente de la ciudad es poco frecuente la sordera traumática, pero en muchos casos puede producirse disminución de la sensibilidad auditiva.

En muchas personas los ruidos provocan un aumento de la excitabilidad, y dificultades para su descanso normal y para el sueño, y por consiguiente fatiga. Aún los ruidos no muy fuertes pueden influir en el sistema simpático, provocando constricción en sectores del aparato circulatorio y modificación en secreciones glandulares.

Muy frecuentemente, la acción continua de ruidos de cierta intensidad, como los que se dan en las ciudades, termina por producir alteraciones de la salud psíquica de muchos de sus habitantes, tales como neurosis, agresividad u otras perturbaciones.

Como es lógico, las actividades que requieren mayor actividad mental o atención son las más afectadas por la existencia de ruidos. "El pensamiento y el ruido son antagonistas absolutos" (SHENKER_SPRÜNGLI 1967).

La lucha para enfrentar este problema debe abordarse en distintas formas, si bien no se ha enfocado con suficiente decisión.

En lo referente a los ruidos originados por los establecimientos industriales, la propagación de los mismos hacia el exterior podrá aminorarse según la ubicación y montaje de las máquinas, y por el tratamiento acústico de los ambientes en las fábricas. También es importante que los establecimientos tengan el mayor aislamiento posible del vecindario. Pero evidentemente la solución más completa del problema se logra por la zonificación, o ubicación de las industrias en las zonas indicadas en los planes reguladores de las ciudades.

El problema de los ruidos originados por el tránsito es de muy difícil solución.

En cambio, los ruidos innecesarios u ociosos que configuran una forma de delincuencia, usando una expresión de Fuchs (EL CORREO - UNESCO - 1967) pueden ser fácilmente suprimidos por aplicación de las reglamentaciones vigentes, con aplicación de multas, o cancelación de permisos, etc.



Es evidente que, refiriéndose al problema de los ruidos en las ciudades son muchos los problemas de difícil solución, pero mucho más es lo que puede hacerse y no se hace, por ignorancia, desidia, irresponsabilidad o intereses particulares enfrentados a los de la sociedad.

EFFECTOS FISIOLÓGICOS

Las reacciones se producen por la actuación del sistema nervioso – simpático y de secreciones hormonales de la hipófisis.

- a) Modificación del ritmo cardíaco, con aceleración en pocos segundos y disminución más lenta. Puede ser producida por ruidos impulsivos o por el cese de ruidos continuos.
- b) Vasoconstricción de los capilares y reducción de la circulación periférica (en las extremidades).
- c) Aumento de la presión arterial.
- d) Aumento del gasto cardíaco, debido al incremento en la secreción de adrenalina.
- e) Aumento de la tensión muscular de músculos voluntarios e involuntarios, por sonidos inesperados, aún de bajo nivel.
- f) Modificación del ritmo y amplitud de la respiración.
- g) Modificaciones de los movimientos y secreciones gástricas. De ello resulta una mayor incidencia de úlceras gástricas y cólicos, aún por ruidos sólo molestos (GROENEWOLD, pag. 61).
- h) Dilatación de la pupila durante algunos segundos después de exposición a ruidos breves y reducción del campo visual en caso de exposiciones prolongadas.



Efectos ambientales de las grandes represas

EFFECTOS FÍSICOS

Sedimentación y erosión

Debido a la reducción de la velocidad de las aguas, por sedimentación, hay un depósito de materiales más o menos importante. Como consecuencia hay una reducción de la capacidad del embalse, y por lo tanto una disminución en la vida útil del mismo.

Este fenómeno está ligado al de erosión en las cuencas hidrográficas correspondientes pues ese material va a ser transportado por las aguas.

Ejemplo:

1. En un estudio efectuado sobre 130 embalses de EEUU, India y Chipre, la pérdida anual de capacidad varía entre 2 y 14%
2. Para restablecer la capacidad perdida debe pensarse en construir un nuevo embalse o sobreelevar la presa existente; en Porte Alto, Malia ha sido sobreelevada 5 veces entre 1873 y 1887.
3. La represa Mangla en Pakistán, proyectada para durar 100 años, será llenada por sedimentos en 50 años.
4. Erosión y sedimentación en el dique Florentino Ameghino en el Río Chubut.

Modificación del régimen hidrológico

El régimen hidrológico, caracterizado por el escurrimiento natural de los cursos de agua, es evidentemente modificado con la creación de los embalses.

La modificación tenderá a regularizarlo o perturbarlo según el objetivo de la obra.

Los almacenamientos cuyo objetivo fundamental es la producción de energía concentrarán las descargas; los destinados a la provisión de agua tienden a una distribución uniforme; etc. En unos casos los embalses deberían mantenerse siempre vacíos, para evitar las crecidas, o siempre llenos en la temporada de turismo, etc.



Pueden producirse otras modificaciones:

1. La elevación del pelo de agua, aguas arriba de la presa, puede exigir obras de impermeabilización o drenaje para evitar una elevación excesiva de las napas freáticas. (Valle del Río Chubut, presa Florentino Ameghino).

Inversamente las canalizaciones vinculadas a las presas pueden provocar drenajes importantes o disminuir la alimentación de napas subterráneas.

2. En el Río Nilo, estudios hidrológicos habían establecido que el río corría sobre un inmenso manto de agua subterránea, que lo alimentaba. Al construirse en 1902 la primera represa de Assuan el flujo se invirtió en corto tiempo y el agua, por la presión se infiltró. Entre 1092 y 1964, el dique almacenó 5000 millones de m³ por año y perdió 12000 millones por lo indicado.

Al construirse la nueva represa, con una masa de agua mucho mayor, si bien no hay cálculos exactos, la pérdida se estima en 30000 millones por año.

Modificación de la calida del agua

La calidad de las aguas puede ser mejorada o empeorada con la construcción de la presa.

La calidad mejora, pues por decantación física se produce una clarificación, si se hace una correcta ubicación de las tomas.

La calidad empeora por divisas causas como se indica en los siguientes ejemplos:

1. Por aumento de la salinidad del agua, cuando los embalses se han construido en la proximidad de napas subterráneas saladas; o por evaporación intensa.
2. Ciertos iones, sobre todo los metálicos, son tóxicos en bajas concentraciones. El boro es tóxico para los vegetales utilizados en agricultura en



- concentraciones inferiores a 10 PPM. Este problema se ha estudiado en la presa "Los avestruces" de Vinchina, La Rioja.
3. En otros casos puede producirse la polución del agua de un embalse por ser vertidas en él, las aguas contaminadas, como sucede con el embalse Río Hondo, Santiago del Estero, que recibe las aguas de desechos de los ingenios tucumanos, lo que ha provocado gran mortandad de peces.
 4. También afecta la calidad de las aguas el arrojar las aguas servidas de poblaciones de zonas turísticas establecidas en el perilago; caso del dique San Roque, Córdoba.

Modificaciones en los suelos:

Salinidad de los suelos en zonas del Nilo, después de construirse la represa de Assuan, la salinidad de los suelos ha aumentado hasta niveles perjudiciales, pues las sales ya no son lavadas, esto si sucedía con las inundaciones anteriores.

Pérdida de fertilidad: también en Valle del Río Nilo, las crecientes depositaban un limo de gran fertilidad, que ahora ya no llega; se requiere el uso de fertilizantes.

Modificaciones geomorfológicas:

En el Delta del Nilo, la erosión de las corrientes marinas, que actúan ahora con toda su fuerza, ha provocado el retroceso de las costas, lo que se produce año tras año (como consecuencia, han desaparecido lagos salobres o zonas costeras donde se practicaba una pesca de importancia, que ahora ha disminuído mucho)

Efectos sobre el clima

Es un tema en controversia desde hace mucho tiempo, y del cual no había conclusiones definitivas. En estudios efectuados en Suecia se ha verificado un aumento en la frecuencia de las nieblas.



Efectos sísmicos

Se refieren a los efectos sísmicos inducidos, o sea, los que son consecuencia del llenado de los embalses de cierta importancia. Es decir, al crearse una presión hidrostática gigantesca, se producirían los movimientos por cambio de las cargas que soportan los substratos rocosos, algunos con más cargas y otros aligerados.

Ejemplos:

1. En la represa de Volta (Ghana), con una capacidad total de 163 km³, se produjeron sismos cuando el lago llegó a 28 km³ (1964), a 102 km³ (1966) y a 162 km³ (1969)
2. Un interesante estudio efectuado en China, en la represa HSINFENGIANG, en una región donde no habían registrado sismos, al llenarse el embalse se produjo un sismo muy fuerte, y desde entonces se han producido miles de sismos.
3. Existen otros casos registrados en EEUU, en India, etc.

EFFECTOS BIOLÓGICOS

Las modificaciones físico-químicas se traducen en modificaciones microbiológicas que a su vez tienen influencias profundas en animales y plantas superiores. Algunos problemas son graves en determinadas regiones, pero no existen en otras. Así sucede con problemas epidemiológicos, que se presentan en regiones tropicales.

Bacterias:

La existencia o modificación en las poblaciones de microorganismos puede hacer que las aguas no sean aptas para el consumo; o que las aguas tengan mucho poder corrosivo (se observaron estos problemas en presas de África Occidental)



Concentración de nutrientes:

Como consecuencia de la construcción de un embalse, se producen modificaciones en la concentración de nutrientes. Generalmente hay un aumento de la concentración de nitrógeno y fósforo, que originan gran desarrollo de bacterias y luego de plancton (Eutrofización).

Este fenómeno modifica desfavorablemente el agua pues: le da olor y sabor desagradable y la concentración de oxígeno puede disminuir mucho, pudiendo provocar la muerte de peces y dar lugar a anaerobiosis.

Efectos sobre la vegetación:

Las plantas acuáticas significan graves dificultades, por lo cual debe encararse una lucha decidida contra ellas, y bien planificada. El problema de la vegetación acuática es grave en las regiones tropicales, pues las hierbas se reproducen con gran rapidez. Esas malezas están obstruyendo embalses, lagos, ríos, canales en el sur de EEUU, Centro y Sudamérica, en la zona tropical de África, India, Indonesia, Tailandia, Australia, etc. Todo el río Congo está obstruido por ellas. El embalse del dique Kariba, África, está obstruido por un helecho de agua.

En Argentina el problema se dio en El Nihuil, Mendoza.

Una de las hierbas acuáticas más comunes y peligrosas es el jacinto de agua o camalote (EICHHORNIA SP). Su reproducción es explosiva. Dos plantas en 130 días dieron 1200 plantas y pueden cubrir una superficie de 400 m² en 10 días.

Daños que originan las plantas acuáticas:

Forman masa flotantes de plantas robustas que pueden trabarse en islas macizas (camalote embalsado) que si son grandes son un peligro para la navegación y las instalaciones, obstruyen los canales de navegación, se introducen en las turbinas poniéndolas fuera de servicio, provocan la desaparición de oxígeno y en consecuencia la muerte de peces.



Otra consecuencia perniciosa es la transpiración de las plantas: en México se determinó que la pérdida era tres veces superior a la evaporación de la superficie libre; en el lago Nasser se determinó una pérdida 10 veces superior. En Tailandia hay embalses que no han podido llenarse por esas causas.

La lucha contra las hierbas acuáticas debe encararse con un plan adecuado, para mantener a las invasoras en el más bajo nivel de infestación.

Métodos de lucha:

1. Control Químico, mediante herbicidas:

Es peligroso por ser tóxicos para el hombre, animales que beban de esas aguas, y peces y organismos que viven en ellas.

2. Control biológico:

En algunos casos dio resultado satisfactorio, pero se investiga actualmente.

Peces Herbívoros, insectos, caracoles, manatíes

3. Otros métodos

Recolección, con barcos (equipados con sierras)

Hacer fluctuar el nivel del agua, para retardar el crecimiento de las plantas (pero debe evaluarse otras consecuencias de esas fluctuaciones)

Utilización posible de las plantas acuáticas

Alimentación de animales vacunos, cerdos, aves de corral.

Fabricación de papel, mantilla para agricultura.

Efectos sobre los peces y la pesca

Los peces que necesitan remontar el curso de los ríos para su reproducción y luego aguas abajo; la solución consiste en escalas de peces, pasajes o ascensores para peces.

Escala de peces

Tipos:

1) Paso Denil

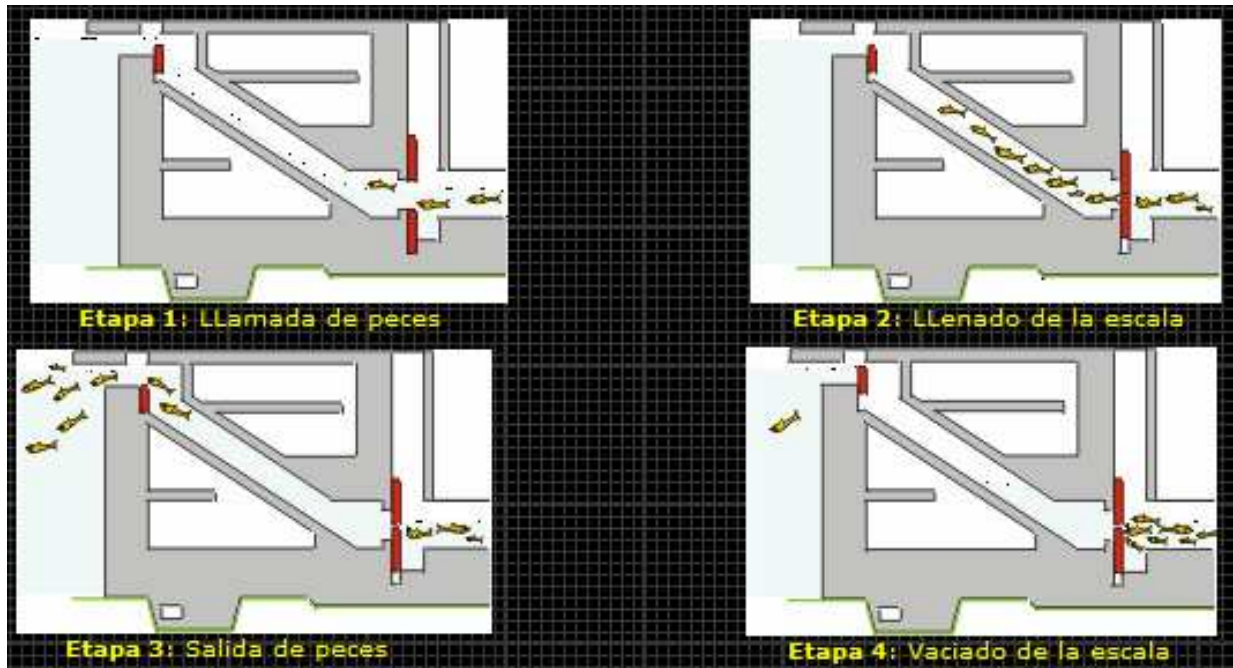
Se colocan deflectores que retardan el movimiento del agua .

2) Escalera



Se trata de estanques escalonados de 50 cm. de altura. Los peces deben saltar o los estanques pueden contar con un orificio en la zona inferior.

3) Esclusas para peces



Importante: mantener el agua en movimiento por el instinto del salmón. Se requiere un cuarto de observación con ventana.

4) Ascensores

Fuente: "Aprovechamientos hidroeléctricos" PATON-GUTHRIE-BROWN

Sobresaturación

Se ha comprobado que el agua pasa por el dique, en especial por los vertederos se sobresatura de oxígeno y nitrógeno, en cada pasaje puede llegar a la concentración de nitrógeno 130% respecto a la tasa de saturación. En los peces el nitrógeno disuelto en la sangre trata de retomar a su estado gaseoso produciendo graves desórdenes fisiológicos. Se ha visto en salmones que sólo sobrevive el 10 %.



Soluciones:

Algunas modificaciones que procuran que el agua reciba en su paso una aireación menor implican disminuir las descargas vertedero.

Disminuir la pesca: la construcción del embalse produce un cambio en la composición de la fauna piscícola. Se ha pensado que los embalses significarían el aumento de la pesca, eso sucedió en algunos casos pero en otros no. En el dique Kariba (rothesia) la pesca disminuyó en pocos años al 10% de lo calculado. Las causas son varias, la más evidente son las plantas hierbas acuáticas.

En la zona del delta del Nilo, por la construcción de la presa Assuan, se produjo una reducción de la pesca por la desaparición de bancos de arena y de lagos salados que servían de criaderos así como también la presencia de biocidas en el agua.

Efectos sobre mamíferos y pájaros:

La desaparición de determinados biotipos afecta a los lugares de alimentación y nidificación de aves: los bancos de arena, zonas de baja profundidad, franjas de gramíneas que bordean los ríos.

Los grandes y medianos animales terrestres deben migrar o morir cuando se llenan los embalses. Hay operaciones de salvataje de aves y traslado.

Pero pueden morir ahogados muchos animales por apreciaciones equivocadas. En un embalse en Surinam, los muestreos zoológicos hicieron creer que no había animales grandes. Sin embargo se recuperaron más de 10000 entre tapires, perezosos, armadillos, tortugas, etc.

EFFECTOS SOBRE EL HOMBRE

La construcción de las represas persigue los objetivos conocidos. Pero por la magnitud de muchas de ellas se producen cambios ecológicos muy profundos y desfavorables. Por eso en algunos casos se ha renunciado a la construcción de las mismas.



Desplazamiento y reubicación de poblaciones:

Problema de los agricultores: deben buscar nuevas tierras. En Francia, parte de ellos utilizan el dinero de la expropiación y se dedican a otras actividades.

Conveniencia de construir nuevos centros urbanos:

Ello requiere dinero y tiempo. En Alemania Federal la reubicación de la población por la construcción del embalse BIGGE (Ruhr) alcanzó a 2/3 del costo de la obra. En Keban, Turquía, para la reubicación de 30000 personas sólo el costo de las expropiaciones superó el valor de la obra.

Desarrollo de enfermedades

Los embalses crean ambientes propicios para el desarrollo de vectores de enfermedades; sobre todo en regiones tropicales, pero a veces también en regiones templadas (paludismo)

Esquistosomiasis o bilharziasis: es transmitida por caracoles. Medio ideal para los caracoles: aguas lentas y cálidas de los canales de riego. En Egipto el 70 % de la población del Bajo Egipto está afectada. La enfermedad avanza con la zona de irrigación pues las acequias están llenas todo el año.

Infecciones transmitidas por artrópodos:

Paludismo o malaria.

Ceguera de los ríos: el vector es una mosca negra, *SIMILIMUM SP.* Los lugares ideales de cría son aguas de rápido movimiento, los vertederos de las presas (es una excepción). Frecuentemente en África tropical, América central, Colombia, Venezuela.

La solución si es posible, es utilizar tuberías de paso sumergidas o vertederos de sifón automático).

Enfermedad del sueño o tripanosomiasis:

El vector de esta enfermedad es la mosca Tsé – Tsé. Medio favorable: vegetación boscosa que rodea lagos.



Filariasis:

El vector es un mosquito. Enfermedad propia de comunidades urbanas que rodean los lagos.

Virosis:

Fiebre amarilla, dengue, etc. Relacionadas con poblaciones sin redes de agua potable, que almacenan agua en barriles. Encefalitis japonesa con los cultivos de arroz.



IV: SANEAMIENTO AMBIENTAL

Definición de saneamiento ambiental

Desde el punto de vista ecológico el saneamiento ambiental consiste en el manejo del ecosistema a fin de lograr la máxima calidad de vida posible para el ser humano.

Comprende fundamentalmente:

- a) Saneamiento urbano: Abastecimiento urbano, desagües, eliminación de líquidos residuales, contaminación atmosférica, disposición de residuos sólidos. (Ambiente urbano).
- b) Saneamiento rural: Abastecimiento de agua, eliminación de excretas, biocidas (Ambiente rural)

Se puede hablar también de un saneamiento regional o global, cuando se considera el ambiente en forma regional o global que coincide con la acepción generalizada de ecología:

Comprende a la evaluación y corrección de alteraciones del ambiente debidos a la actividad humana.

Otros temas incluidos en el saneamiento serían:

- Desratización (urbana y rural)
- Desinsectización (urbana y rural)

Enfermedades Hídricas causadas por microorganismos

Denominación tradicional, que agrupa a enfermedades originadas al beber agua con agentes patógenos. La vía de entrada del agente infeccioso es por boca. Se pueden agregar al grupo las originadas por sustancias químicas que existan naturalmente en el agua de bebida.

Se tienen entonces dos grupos de enfermedades hídricas:

A. Originadas por un agente patógeno:

- Fiebres entéricas (tifoidea y paratifoidea)



- Hepatitis infecciosa
- Disentería bacilar

B. Originadas por sustancias químicas:

- Arsenicismo o cáncer arsenical;
- Fluorosis dental
- Fluorosis ósea

FIEBRES ENTÉRICAS

Agentes Etiológicos:	Salmonella Tiphos (tifoidea) Salmonella Paratyphi (paratifoidea)
Síntomas:	Fiebre, diarrea
Transmisión:	Individuos que han estado enfermos, o portadores sanos durante años, que por su orina o materias fecales, infectan el agua de bebida, verduras lavadas con agua contaminada, leche, etc.; también hay contagio directo. Los gérmenes subsisten en el agua, aire y suelo pero sólo algunas semanas (donde más persisten es en el suelo)
Factores Ambientales:	Contaminación de los pozos de agua por los pozos negros, que se infiltran a la napa freática, y de ahí al pozo de agua.
Medidas en relación al ambiente:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Provisión de agua potable, bacteriológicamente sana. Esto no basta de por sí pues hay gérmenes en el ambiente. ➤ Sistema de desagües cloacales. En Bs. As. Desapareció con carácter endémico luego de construirse las cloacas

HEPATITIS INFECCIOSA

Agentes Etiológicos:	Virus de la hepatitis
Síntomas:	Afecta al hígado, páncreas, segmento gastrointestinal. No tiene alta mortalidad, pero es muy prolongado (a más de un mes, además de la convalecencia)
Transmisión:	Por agua de bebida contaminada por orina y materia fecal
Factores Ambientales:	Asociadas a deficientes condiciones sanitarias que facilitan la contaminación del agua. Los tratamientos habituales de purificación del agua no son efectivos.
Medidas en relación al ambiente:	El tratamiento habitual con Cl no es efectivo, se requiere una dosis muy elevada de Cl (> 15 mg/l). En agua de bebida de fuentes superficiales se usa coagulación y agregado de carbón activado. Además las medidas de saneamiento generales.



Enfermedades hídricas originadas por un agente químico

En general el agente es de acción lenta y después de utilizarse el agua como bebida durante un tiempo prolongado aparece su acción tóxica.

ARSENICISMO

También se lo denomina HACRE: hidroarsenicismo crónico regional endémico.

En Argentina se señaló en un principio en Bell-Ville Córdoba, de ahí que se le conozca como mal de Bell-Ville y también en Stgo. del Estero, Médanos, cerca de Bahía Blanca; La Pampa, Tucumán.

Agentes Etiológicos:	Presencia natural de arsénico en el agua de bebida, en proporciones elevadas, de 0,5 mg/l en aguas subterráneas. En algunas regiones de Argentina hay hasta 10 mg/litro. No se han estudiado aún el límite tolerable de arsénico en el agua de bebida, fijándose según los países, de 0,05 en EE.UU, hasta 0,12 mg/litro en Argentino.
Síntomas:	Pigmentación especial a manchas de la piel (pecho y dorso), aparición de color en las palmas de las manos y plantas de los pies, que degeneran en cáncer.
Transmisión:	Por beber el agua
Factores Ambientales:	Presencia de arsénico natural en aguas subterráneas.
Medidas en relación al ambiente:	Plantas purificadoras de agua para eliminar el arsénico. Hay una planta de OSN en Monte Quemado, Stgo. del Estero.

Enfermedades transmitidas por animales

Son transmitidas por picaduras, contactos, etc, con invertebrados, o en relación con la presencia de diversas especies animales.

Ejemplos: mal de chagas (Chagas-Mazza); fiebre hemorrágica o de los rastrojos, esquistosomiasis, paludismo o malaria.



PALUDISMO

Agentes Etiológicos:	Especie del género PLAMODIUM: VIVAX, FALCIPARUM, MALARIA (protozoo)
Síntomas:	Accesos febriles en tres fases, escalofríos, fiebre y sudores. Los accesos son cada dos días en la fiebre terciaria y cada tres días en la cuartaria, que corresponden a distintas especies. Es una enfermedad crónica. ¹
Transmisión:	Por intermedio del mosquito Anopheles (vector), con varias especies, al picar individuos enfermos y luego sanos (las hembras son hematófagos, los machos son fitófagos)
Factores Ambientales:	En relación a zonas pantanosas (de ahí el nombre de malaria: mal aire. Huevos, larvas y pupas se desarrollan en el agua.
Medidas correctivas:	Eliminación de los criaderos de mosquitos: obras de drenaje de aguas estancadas; protección de aljibes, tanques de agua, etc.; utilización de mallas finas en puertas y ventanas.
Otras informaciones	La aplicación de DDT eliminó drásticamente el mosquito y significó un aporte fundamental para la eliminación del paludismo. En nuestro país el Dpto. de Higiene solicitó por primera vez en nuestra historia el servicio de Ingenieros Sanitarios.

La vuelta del paludismo:

La primera enfermedad mortal en erradicarse fue la viruela. La OMS realizó un plan de 20 años para erradicar el paludismo, en uno de los mayores esfuerzos científicos de carácter internacional de la historia. Pero en el preciso momento en el que los controles parecían indicar que la enfermedad había desaparecido, comenzó otra vez afectando a más de 200 millones de personas.

La razón se debe a que tanto el mosquito Anopheles como los patógenos (plasmodium) son cada vez más resistentes a los insecticidas y a las drogas.

¹ En el paludismo maligno los parásitos pueden bloquear los vasos vitales del cerebro, causando así la muerte – LA PRENSA-



ESQUISTOSOMIASIS

Agentes Etiológicos:	SCHISTOSOMA HAEMATOBIIUM SCHISTOSOMA MANSONI SCHISTOSOMA JAPONICUM (Platelmintos)
Síntomas:	Debilitamiento general, acortamiento de la vida
Transmisión:	Hombre parasitado, heces, contaminación de las aguas. Larvas en caracoles. El hombre al entrar en contacto con esas aguas, las aguas penetran a través de la piel o bebiendo esa agua.
Factores Ambientales:	El contagio es favorecido por la existencia de aguas de curso lento, tranquilas, por lo que la construcción de las grandes represas y sus redes de regadíos, ha agrandado el problema (Assuán, la bilharziasis). Hay mucha población parasitada en el mundo: Brasil, Egipto, etc. En Argentina no es problema actualmente pero puede llegar a serlo con las represas del Norte o del Paraná Medio.
Controles ambientales:	El tratamiento habitual del agua no elimina las larvas. Tratamiento con SO ₄ Cu sólo o con CO ₃ Na. Eliminación de caracoles de agua.

FIEBRE HEMORRÁGICA O MAL DE LOS RASTROJOS

Agentes Etiológicos:	VIRUS JUNÍN
Síntomas:	Inicialmente fiebre, dolores musculares y de cabeza (es cuatro días), cansancio, inapetencia, náuseas (se confunde con una gripe), luego en el período agudo: complicaciones hemorrágicas en piel y mucosas, especialmente en encías y paladar, complicaciones neurológicas, que caracterizan a la enfermedad y le dan su gravedad. La mortalidad es del 5% al 10%. La enfermedad cura generalmente con tratamiento adecuado (sobre todo si se realiza sin demoras)
Transmisión:	Posiblemente relacionado con roedores silvestres
Factores Ambientales:	El virus se encuentra en la sangre y orina de los enfermos y de roedores silvestres: ratas y ratones de campo, de cultivos de maíz, lauchas de campo, cuises. Estos eliminan virus en sus excretas y secreciones que contaminan el ambiente, en procesos no aclarados hasta el momento.
Controles ambientales:	Las zonas de cultivo de maíz son las más afectadas: NO de Bs. As., Sur de Sta. Fé y Córdoba, son las más afectadas, y sus víctimas los trabajadores rurales de la cosecha de maíz. El desarrollo de la enfermedad es un caso de alteración del equilibrio biológico, por la desaparición de ciertos animales depredadores del campo por ejemplo: lechuzas, chimangos, garzas, gatos monteses, zorros, etc. Esta desaparición es debida al uso de biocidas también a los cazadores "deportivos" (estos también están expuestos a contraer el mal)



MAL DE CHAGAS (CHAGAS MAZZA O TRIPANOSOMIASIS)

Es una zoonosis. Importante en Argentina, donde se extiende desde La Pampa, Mendoza, y hacia todo el norte (en Argentina en 1977 se estimó que había 2.500.000 personas infectadas, con 400.000 con síntomas y problemas de gravedad), América del Sur y Central.

Agentes Etiológicos:	TRYPANOSOMA CRUZI
Síntomas:	Casi no da síntomas, hasta que después de varios años provoca enfermedades cardíacas.
Transmisión:	La vinchuca <i>Triatoma Infataus-Henuptero</i> o “chinche del monte”, parásito de mamíferos, aves, domésticos o silvestres, se alimenta de sangre de esos animales y del hombre. Al picar, emite deyecciones que originan la infección, ya que el T. CRUZI se aloja en el recto del insecto.
Factores Ambientales:	La vinchuca es de hábitos nocturnos, alojándose en ranchos (grietas, techos de paja, intersticios de madera, paredes, etc.), gallineros, palomares, nidos de aves, cuevas o sea donde duermen hombres o animales.
Controles ambientales:	Las viviendas precarias, los ranchos son medios favorables para el desarrollo de la vinchuca, por lo cual deben eliminarse, reemplazándose por viviendas limpias e higiénicas. Medidas: blanquear con lechada de cal las paredes y techos y aplicaciones periódicas de gamexane.

PESTE BUBÓNICA

Enfermedad de la rata transmitida al hombre. Es una enfermedad, conocida como una de las terribles plagas de la humanidad en toda la historia. En la edad media causó la muerte de la cuarta parte de la población de Europa. La última epidemia partió de Hong Kong en 1894 y llegó a la Argentina (Lepara – Carboneil)

Agentes Etiológicos:	Bacteria PASTEURELLA PESTIS
Síntomas:	Hay tres formas clínicas de la enfermedad bubónica: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Inflamación de los ganglios o bubones. ➤ Neumónica: con lesión inicial en el pulmón (puede ser fatal) ➤ Septicémica: en la sangre (puede ser fatal)
Transmisión:	El vector es la pulga XENOPSYLLA - CHEOPIS
Factores Ambientales:	La fuente de la infección está constituida por ratas infectadas y es transmitida al hombre por las picaduras de las pulgas.
Controles ambientales:	Lucha contra las ratas o desratización. También la lucha contra los insectos o desinsectización en habitaciones, ropas, etc.



TIFUS EXANTEMATICO

Agentes Etiológicos:	RICKETTSIA PROWAZEKI
Síntomas:	Fiebre elevada, erupción generalizada pero respetando la cara, delirio, perturbaciones nerviosas.
Transmisión:	Los huevos o liendres son puestos por el piojo: ➤ En el cuerpo: PEDICULUS HUMANUS CORPORIS ➤ En el pelo de la cabeza: PEDICULUS HUMANUS HUMANUS ➤ PHTHIRUS PUBIS en el vello Todos son hematófagos. El piojo se infecta cuando pica a un enfermo. Elimina al patógeno por las deyecciones. El hombre se contagia al frotar dichas las heces o aplastar al piojo sobre a piel, penetrando la RICKETTSIA por las lesiones del rascado o lastimadura.
Difusión:	Grandes epidemias en Europa en el pasado, en aglomeraciones humanas castigadas por el hambre y la guerra (Rusia, Polonia, en la guerra de 1914-1918). En Argentina: brotes epidémicos aislados en el Norte, Jujuy, Catamarca, Salta.

RICKETTSIAS:

Son procariotas incluídas en bacterias.

Cocoides o brevemente baciloformes o filamentosas (hasta 2 um).

Con pared celular.

Los hongos, micosis profundas de carácter laboral

- **BLASTOMICOSIS SUDAMERICANA (PARACOCCIDIOSIS BRASILIENSIS)**

Se da en el noroeste de la Argentina y en Brasil. Aparece en obreros que trabajan en el movimiento de tierras. Ingresa por las vías respiratorias. Se producen anomalías pulmonares, parecidas a las de la tuberculosis y alteraciones dérmicas.

- **HISTOPLASMOSIS (HISTOPLASMA CASULATUM)**

Aparece en peones rurales en la zona de la pampa húmeda argentina. Provoca patologías pulmonares parecidas a los efectos de la tuberculosis.



Importancia de las algas

Las algas son vegetales que tiene clorofila y otros pigmentos, pudiendo llevar una vida independiente. Viven en su mayor parte en el agua dulce o salada.

Este grupo comprende varios PHYLUM² (clases):

1. Algas azul verdosas (CYNOPHYTA): Sus pigmentos son, además de clorofila A, carotenos, ficocianina, ficoeritrina, pero no en cloroplastos, sino distribuidos en toda una región de la célula, la más exterior. Son unicelulares simples o filamentosas. Viven en aguas saladas o dulces o sobre los suelos, árboles, etc. Pueden formar grandes y densas capas sobre la superficie del agua. Se multiplican por división como las bacterias.
2. Algas verdes (CHLOROPHYTA): Sus pigmentos son los mismos de las plantas superiores: clorofila A y B y carotenoides que se encuentran en cloroplastos. Son organismos unicelulares o las más evolucionadas pluricelulares formando filamentos o estructuras foliáceas. Viven en aguas dulces o saladas. Algunas algas verdes comunes son: CHLORELLA, SPIROGYRA, ULOTHRIX, etc, todas estas pueden encontrarse en lagunas de estabilización.
3. Algas pardas y amarillas (CHRYSTOPHYTA): Son en general unicelulares o forman colonias, viven en aguas dulces o saladas, con plástidos pardos o amarillos, que contienen clorofila A y B y algunos carotenoides. Entre ellas VAUCHERIA, común en las lagunas. Un grupo importante de éstas algas son las DIATOMEAS que tienen características especiales. Sus paredes celulares contienen sílice, están formadas por dos valvas superpuestas que encajan como las dos partes de una caja.
4. Algas Pardas (PHAEOPHYTA) y las algas rojas (RHODOPHYTA) son propias de aguas oceánicas y no tienen interés en ingeniería sanitaria.

² Especies relacionadas constituyen un género, éstos se agrupan en familias, éstas en órdenes y éstos a su vez constituyen clases. Las clases relacionadas conforman PHYLUM



Pueden representar un serio inconveniente en aguas superficiales, pues en condiciones favorables se reproducen rápidamente y cubren lagos, embalses, ríos con grandes colonias flotantes, crecimiento explosivo.

Este crecimiento es característico de lagos eutróficos, o sea con gran contenido de compuestos necesarios para el crecimiento biológico.

Siendo los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales generalmente ricos en nutrientes biológicos, la descarga de los mismos en lagos produce un enriquecimiento y aumento de la eutrofización. También en ríos la presencia de algas afecta la calidad del agua ya que produce olor y sabor.

En la Ingeniería Sanitaria se plantea un problema a la hora de tratar de evitar las algas. Se deben disminuir los vuelcos de carbono, nitrógeno, fósforo y tal vez de hierro, Cobre, etc.

Importancia los protozoos

Es un PHYLUM, que comprende a animales unicelulares o agrupados en colonias de células iguales. Muchos de ellos han desarrollado orgánulos para funciones especializadas: vacuólas, flagelos o cilias para el movimiento, manchas oculares, etc. La mayoría de ellos viven en el agua, desde charcos de agua dulce hasta el mar u océanos; otros en tierra húmeda y algunos son parásitos.

Comprenden cinco clases:

- Ciliados (CILIATA)

Son de formas definidas, cubiertos por gran cantidad de pelos protoplasmáticos llamados cilias. Ej: PARAMECIUM.

- Flagelados (FLAGELATA)

De forma más o menos estable, poseen unas largas prolongaciones protoplásmicas en su parte anterior denominadas flagelos. Algunos viven en colonias (VOLVOX); otros poseen cromatóforos con clorofila (EUGLENA VIRIDIS)



En la subclase zoomastigina (ZOOFLAGELATA) se encuentra la especie TRIPANOSOMA CRUZI causante del mal de Chagas-Mazza.

- SARCODINA (RHIZOPODA)

A esta clase pertenece la especie AMEBA PROTEUS que es una masa clara de protoplasma sin forma, con núcleo y que se moviliza emitiendo prolongaciones protoplasmáticas temporarias llamadas pseudopodio. Viven libremente.

- ESPOROZOARIOS (SPOROZOA)

Son parásitos. No poseen ningún método de locomoción. Un protozoo PLASMODIUM es el agente patógeno del paludismo, siendo transmitido por los mosquitos del género ANOPHELES.



Indicadores biológicos

Un indicador biológico o bioindicador es una entidad o sistema biológico que refleja los cambios en su hábitat de manera predecible y repetible y que se puede usar para identificar cambios en dicho hábitat. Indican una exposición y una respuesta a su stress ambiental o específico actual o pasado.

UTILIDAD Y APLICACIÓN DE LOS INDICADORES BIOLÓGICOS

1. Determinación integrada del efecto de diversos ajustes de stress ambiental.
2. Determinación del efecto de agentes de stress ambiental que actuaron en momentos ya pasados.
3. Determinación directa de los efectos biológicos ya causados
4. Bajo costo respecto a indicadores físico-químicos.

CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LAS ESPECIES INDICADORAS

- Las especies indicadoras son muy usadas en ecología. Por ejemplo: plantas para indicar contenido de agua y tipos de suelo, vertebrados y vegetales para temperatura, etc.
- Las especies "esterno", o sea que sólo pueden vivir en un estrecho intervalo para una variable dada son mejores indicadores que las especies "euri", o sea las que se adaptan a un amplio intervalo de variación de las variables.
- Las especies grandes son mejores indicadoras que las pequeñas, pues son en general de vida más larga, y la renovación de su biomasa es lenta.
- Debe considerarse la capacidad de adaptación, ya que dentro de una especie pueden existir ecotipos pronunciados, o sea variedades adaptadas a condiciones ecológicas particulares, en cuyo caso la



presencia de esas distintas especies en distintas zonas no significa que se den condiciones similares en esas zonas.

- Son más confiables las relaciones numéricas entre especies, poblaciones o comunidades, que las especies consideradas individualmente, ya que el conjunto refleja una mejor integración con el medio que sus componentes.

INDICADORES QUE CONSIDERAN COMUNIDADES DE ORGANISMOS

1. Sistema de los saprobios

Se utilizan para caracterizar la contaminación por materia orgánica. El sistema de saprobios fue creado en 1902 por Kolkwitz y Marsson y perfeccionado por otros autores en 1962-65. Se utiliza para aguas corrientes, en relación a la clasificación de lagos en eutróficos y oligotróficos.

Hace la clasificación en sectores, a lo largo del curso de agua, a medida que se va produciendo la auto – depuración, y denomina a las comunidades: polisaprobias, las de aguas con un mayor contenido de materia orgánica, mesosaprobias a las de contenido intermedio y oligosaprobias a las de menor contenido.

Por ejemplo, *OSCILLATORIA BREVIS* es un alga del grupo de la cianofíceas o algas azules que se encontrará en el sector mesosaprobio, extendiéndose algo en el sector polisaprobio.

Existen tablas que dan las especies características dentro de cada grupo taxonómico para cada sector.

2. La Relación

Son grupos de algas y protozoos. Considerando los números de cada grupo puede utilizarse como indicador de contaminación, teniendo valores mayores cuando esta aumenta, por adaptarse mejor las especies de los grupos del denominador a la situación de contaminación.



3. Índices bióticos de VERNEAUX y TUFFERY

En 1967 se inspiran en el método puesto a punto por TRENT RIVER AUTHORITY en Gran Bretaña, y efectúan el análisis de poblaciones de macroinvertebrados de bentos, crustáceos, gusanos, larvas de insectos, deduciéndose un índice de calidad creciente del río, entre 0 y 10.

OTRO TIPO DE INDICADORES ECOLÓGICOS

1. Otro indicador es el que indica la cantidad de pigmento azul – verde en algas, el que aumenta en aguas contaminadas.
2. la relación D430/D665

De densidades ópticas, a las longitudes de onda verde sobre longitudes de onda rojas. Indicadores en nanómetros, corresponde al cociente entre concentración de clorofila A y a concentración de pigmentos distintos a la clorofila A, es decir pigmentos amarillos (carotenos), en vegetales. Corresponde a

Clorofila A

Otros Pigmentos

Existiendo mucho material detrídico, en el cual los pigmentos amarillos se conservan mejor que los verdes, el índice es menor. Por ejemplo, en lagos eutróficos el valor es de 1,4 a 2,4, en lagos oligotróficos es de 2,4 a 3,6. (A una densidad óptica 2 corresponde una absorción de 99% de la luz)

INDICES BIOLÓGICOS

ENSAYOS DE DAPHNIA

Ensayo desarrollado en Francia, por CABRIDENC – LUDHUAL, con la Dafnis (DAPHNIA MAGNA) un crustáceo (cladócer) común. Se determina la concentración inhibidora (CI), o sea la que inmoviliza en 24 horas, el 50% de las Daphnias sometidas al experimento. Los resultados se expresan en EQUITOX: p.e. un efluente contiene



un equitos por m³ si en las condiciones del ensayo provoca en 24 horas la inmovilización del 50% de la población.

Las Dafnias utilizadas para este ensayo se seleccionan según su tamaño (entre 580 y 800 nanómetros). En un muestreo del cote así definido, se efectúa un control previo con dicromato de K, que sirve de patrón de toxicidad (inmovilizaron en 24 horas del 50% de las Dafnias para una C₀ = 1,2 mg/l de K₂Cr₂O₇). Norma AFNOR de Francia.

ICTYO - TEST

Es un ensayo biológico para determinar una contaminación accidental de un río aguas arriba de una planta de potabilización de agua, etc, generalmente se utiliza un pez: trucha o carpa. Hay diversos equipos para efectuar un control automático y continuo.

En Francia el sistema de Leynaud, Barbier y otros ha servido para el ICTYOTEST DEGREMONT. Es un tipo de ensayo dinámico que puede integrarse en estaciones de vigilancia muy complejas, en las que, por medio de autómatas se miden al mismo tiempo ciertos parámetros físico – químicos del agua. Por este ensayo el comportamiento de los peces asegura una determinación global de la calidad biológica de las aguas de la superficie.

El sistema está constituido por cuatro canales largos y estrechos, alimentados en serie y a velocidad constante con el agua objeto de vigilancia. En cada uno de estos canales se coloca un pez, preferentemente una trucha arco iris, la que por tendencia natural nada contra la corriente.

Aguas abajo del canal va situada la barrera foto-óptica, inmediata antes de la cual se encuentran instalados dos electrodos.

En ausencia de contaminación, el pez se mantiene aguas arriba del canal, en caso de intoxicación o como consecuencia de debilitamiento de su estado físico, lucha con menos fuerza contra la corriente, dejándose arrastrar hacia la barrera foto-óptica. Cuando un pez llega a la barrera, se aplican a los electrodos impulsos de varios voltios de amplitud, a intervalos de un segundo aproximadamente.



Pueden suceder tres cosas:

- La trucha está en la barrera por accidente, y en cuyo caso vuelve a la entrada del canal después del primer impulso
- La trucha está cansada y no abandona la carrera hasta después de haber recibido 4 o 5 impulsos.
- La trucha está muerta y oculta la barrera hasta que interviene el operario.

Todas estas informaciones se recogen en un gráfico y las alarmas un pez muerto o tres peces muertos pueden transmitirse a la distancia.

INDICADORES BIOLÓGICOS DE CONTAMINACIÓN DE AIRE

Los indicadores más útiles para determinar la contaminación del aire son los vegetales, por ser muy sensibles a la presencia de contaminantes. Además por ser muy variable la respuesta de las distintas especies vegetales a distintos contaminantes, son específicos.

1. para dióxido de azufre: alfalfa (*medicago sativa*), líquenes en general.
2. Para ozono: tabaco (*nicotiana tabacum*, soja (*glicine max*)
3. para fluor y fluoruros: gladiolo (*gladiolus gandavensis*, var. Snow princesa)
4. Para dióxido de nitrógeno: petunia (*petunia hybrida*)
5. para P.A.N: ortiga (*Urtica Urens*)
6. Para partículas: líquen XANTHORIA PARIETINA.
7. Para partículas de plomo: análisis de cortezas de árboles.

INDICADORES BIOLÓGICOS DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA

Los indicadores biológicos para determinar contaminación en agua son, en muchos casos, de determinación laboriosa, y requieren un conocimiento o experiencia sistemática de los organismos profunda. Visto que existen para indicar la existencia de sustancias contaminantes en el agua, una cantidad de determinaciones físico químicas específicas de ejecución relativamente rápida, surge la pregunta que porqué recurrir a los indicadores biológicos. Entre ellas podemos decir que:



- Los indicadores biológicos dan una indicación más bien total de las condiciones del agua para la vida, o para determinados tipos de organismos, mientras que las determinaciones físico – químicas proporcionan una cantidad de índices por separado: temperatura, pH, oxígeno disuelto, sólidos, nitrógeno, sulfuros, etc.
- Los indicadores biológicos dan una información que resume las condiciones de las aguas durante un período más o menos prolongado, es decir el que corresponde al período de vida de una o más generaciones de organismos. Por ejemplo: si la contaminación de un curso de agua se debe a la descarga a intervalos espaciados de efluentes industriales, los indicadores físico-químicos no detectarán parámetros de contaminación pero tal vez si lo hagan los indicadores biológicos.

Existen indicadores biológicos, que se basan en determinar la presencia o no de algunas especies, que se adaptan a condiciones particulares del agua. En estos casos, para un indicador de este tipo, debe considerarse la abundancia de la superficie considerada, y no la presencia de individuos aislados de esa especie.

Un indicador de este tipo es el índice de coniformes, que determina la presencia en el agua analizada del bacilo Coli (*Escherichia coli*). Esta bacteria es la habitante normal del intestino humano, y no patógena, no subsistiendo mucho tiempo en el agua.

La presencia de este bacilo en el agua indica la contaminación reciente con aguas cloacales, y la posibilidad de existencia de otros organismos patógenos.

Para determinar la toxicidad de un efluente se han perfeccionado algunos ensayos, que en general se refieren a una sola especie, elegida de alguno de los siguientes grupos:

- Bacterias, *Escherichia coli*, *Pseudomonas*, *Microbacterium*, etc.
- Algas: *Chlamydomonas*, *Dunaliella*, *Selenastrum*, etc.
- Invertebrados: generalmente crustáceos; también protozoos, gusanos, etc.

Peces, truchas, carpas, gobios, etc.



Tratamiento de efluentes mediante vegetales.

(ver Anexo III: "S.O.S....Un viaje radicular")

Importancia sanitaria de los espacios verdes

(ver Anexo I: "La importancia de los espacios verdes")

V: TOXICOLOGÍA

Definiciones y conceptos fundamentales

La toxicología estudia los efectos perjudiciales sobre el hombre y los seres vivos en general, de cantidades no toleradas de cualquier sustancia (H. SMITH)

La toxicidad es la propiedad de una sustancia o sus productos metabólicos, en determinadas dosis, de perturbar, por acción química o físico-química, las funciones fisiológicas de un ser vivo.

Las vías de ingreso de una sustancia que puede ser tóxica son:

Respiratoria

Digestiva

Por la piel

DOSIS: Es la cantidad de sustancia actuante en un período de tiempo donde:

$$K = C \cdot t$$

K: dosis

C: concentración

t: tiempo

La toxicidad aguda se refiere a la provocada por la ingesta de una sola vez del producto tóxico.

La toxicidad dérmica es la que se refiere a la absorción del producto a través de la piel, por contacto, en un lapso prolongado.

La toxicidad por inhalación se refiere a la acción de la sustancia tóxica por las vías respiratorias.



La toxicidad crónica es aquella en la que los síntomas y efectos se hacen evidentes en lapsos de días, meses o años.

La experiencia recogida ha demostrado que son más peligrosos los insecticidas persistentes, como los clorados (DDT, dieldrin, etc) pues se acumulan en las grasas. En cambio los insecticidas de acción rápida, como los fosforados (paration), de diferente metabolismo, pues se metabolizan con rapidez, y no se acumulan, son menos peligrosos.

Ejemplos:

PRODUCTO	PPM en dieta alimenticia	Días de alimentación	Efecto
Aldrin	1	109 – 344	100% mortalidad
Aldrin	5	21	100% mortalidad
Captan	10000	730	Sin efecto
DDT	1	105	Se almacena en grasa
Dieldrin	2	22 – 35	100% mortalidad
Mercaption	5000	730	Depresión colniesterasa pero sin efecto adverso
Heptacloro	5	90	90% de mortalidad

Los efectos de un tóxico pueden ser locales o sistémicos.

Los efectos locales son los producidos en una zona determinada, en la vía de ingreso o de contacto.

Los efectos sistémicos son de carácter generalizado en el organismo ya que la sustancia tóxica se ha incorporado a la corriente circulatoria y provoca efectos en distintos sistemas u órganos.



DOSIS CONVENCIONALES

Dosis letal mínima (DLM): mínima dosis que produce la muerte de un individuo de una población en condiciones controladas.

Dosis letal cincuenta (DL 50): mínima dosis que produce la muerte del 50% de los individuos de una población en condiciones controladas.

Dosis letal media por inhalación (DL50): es la concentración de tóxico en el aire, respirada durante no más de una hora; capaz de matar durante un lapso de catorce días a la mitad o más de la población compuesta por diez animales de laboratorio, los que deben ser observados día a día. Se expresa en $\mu\text{grs/litro}$ cuando se trata de polvo o niebla y ppm en volumen cuando se trata de gases.

Dosis letal media oral (DL50): es la concentración de tóxico administrada en una dosis única por vía oral; capaz de matar a la mitad o más de la población compuesta por diez animales de laboratorio, los que deben ser observados día a día en un lapso no menor a tres semanas ni más de cuatro (Norma IRAM).

Dosis letal media dérmica (DL50): es la cantidad de tóxico, expresada en mg/kg de ser vivo que, en contacto con la piel durante 24 horas, es capaz de matar por absorción a la mitad o más de la población compuesta por diez animales de laboratorio los que deben ser observados día a día en un lapso de catorce días (Norma IRAM).

Dosis letal cien (DL 100): Es la mínima dosis que produce la muerte de toda la población determinada en condiciones controladas.

Cuando en lugar del efecto letal se analiza algún otro tipo de efecto en una población determinada y en condiciones controladas, se denominan dosis efectivas.

Toxicidad de elementos o sustancias químicas usados en la industria

CLORO

A temperatura ambiente y presión atmosférica se comporta como gas.



Es utilizado por la industria química para blanqueos, en tratamiento de potabilización de agua y tratamiento de efluentes como desinfectante, en la fabricación de P.V.C., etc.

Se utiliza para desinfección del agua, blanqueo en industrias químicas, para la fabricación de plásticos, etc.

Los principales efectos son la irritación del aparato respiratorio en la porción superior y media provocando irritación de nariz y garganta, tos intensa, dificultad respiratoria, mucha salivación, fuerte irritación en los ojos y sensación de quemadura en los mismos.

Después de horas de exposición se produce bronconeumonía, pleuresía. Los ojos sufren irritación fuerte y quemaduras.

CADMIO

Se utiliza en pigmentos y pinturas de color amarillo, en acumuladores, en procesos de galvanoplastia, aleaciones, soldaduras, etc.

Una vez que ingresa al organismo humano queda retenido en el hígado y los riñones.

Provoca sequedad en la garganta, tos incontrolable, dolor de cabeza, temblores, malestar respiratorio.

CROMO

Los efectos son variables según su valencia (Cr^{2+} , Cr^{3+} , Cr^{6+}). EL Cr^{6+} es muy tóxico y corrosivo. El principal órgano afectado es la piel, causando dermatitis, úlceras en las membranas nasales, perforación del tabique nasal, úlceras en el aparato respiratorio superior. Los cromatos de plomo y zinc causan cáncer de pulmón.

Se usa en cromados, curtiembres, pigmentos, tintas, gomas y en aleaciones de Hierro, N, Mn, C, para fabricar aceros inoxidables.

La respuesta del organismo es variable según sean sus valencias:



Cr^{6+} es muy tóxico y corrosivo. El principal órgano afectado es la piel y mucosas: dermatitis, úlceras de membranas nasales, perforación del tabique nasal, úlceras del aparato respiratorio superior, laringe.

Los cromatos de Pb, Zn pueden producir cáncer de pulmón.

El cromo ingresa al ambiente a través del agua y del aire.

Luego ingresa al ser humano a través de los alimentos.

POLICLOROBIFENILOS (PCBs)

Son de los contaminantes más comunes actualmente del ambiente.

Se trata de mezclas de varios isómeros.

Usos principales: plastificantes, dieléctricos, en lacas, pinturas, barnices, etc.

En dosis elevadas, se produce atrofia del hígado.

Efectos crónicos: degeneración de la grasa del hígado y cloracné: dermatitis manifestada por granos donde después se desarrollan pústulas.

Los trastornos pueden pasar inadvertidos durante mucho tiempo

POLICLOROBIFENILOS (PCB)

Son mezclas de varios isómeros. Sus usos principales son: plastificantes, dieléctricos, lacas, pinturas, barnices, etc.

Ingreso al ambiente: a través del aire

Ingreso al ser humano: a través de alimentos principalmente

Efectos:

En dosis elevadas producen:

- Degeneración grasa del hígado
- Cloracné: dermatitis manifestada por granos donde después se desarrollan pústulas.

En general no son muy tóxicos, por ello los trastornos pueden pasar inadvertidos durante mucho tiempo.

En Japón, se desarrolló una intoxicación masiva por ingerir aceite de arroz contaminado con PCBs de una maquinaria.



La empresa MOBIL OIL de EEUU informó de una alta incidencia de cáncer de piel en trabajadores expuestos al PCB.

Biocidas

Los biocidas son sustancias utilizadas para eliminar a organismos, animales o vegetales, que causan daños al ser humano, a los animales domésticos o a las plantas cultivadas.

Es un término sinónimo al más antiguo de los plaguicidas, derivado de plagas, que es la denominación genérica y tradicional de los organismos que producen los daños indicados.

El término biocida etimológicamente significa "eliminador de vida", y en efecto, la acción de esas sustancias es eliminar a los organismos vivos; las dosis que se utilicen determinarán cuales serán los organismos afectados y cuáles no, así como las formas de aplicación, la época en que se administran, etc.

Es decir que si un biocida determinado se utiliza para combatir a un insecto, en una dosis calculada y aplicada en determinado momento; ese mismo biocida en una dosis más elevada o aplicado en otro lugar o época, puede ser perjudicial para otros organismos, tales como animales domésticos o el ser humano.

FUNCIÓN DE LOS BIOCIDAS

Según la función a que están destinados los biocidas pueden clasificarse en:

Insecticidas: acción sobre insectos

Fungicidas: sobre hongos

Herbicidas: sobre malezas

Y además los que actúan sobre organismos de grupos menos importantes: acaricidas, sobre ácaros, rodenticidas, sobre ratas y ratones, etc.



PLAGICIDAS MÁS UTILIZADOS

COMPUESTOS INORGÁNICOS

El verde París, pigmento con arsénico y cobre, usado en 1865 contra el escarabajo de la papa, muy eficaz y utilizado durante mucho tiempo.

Arseniato de plomo: muy usado durante la primera mitad del siglo XX, contra moscas de la fruta, etc,

Arseniato de calcio (el elemento común era el arsénico)

Azufre en polvo o mojable, fungicida.

Compuestos de cobre: caldo bordelés (cal y sulfato de cobre), sulfato de cobre, oxiclорuro de cobre, fungicidas.

Polisulfuros de calcio o bario: fungicidas e insecticidas.

COMPUESTOS ORGÁNICOS

Los primeros utilizados fueron aceites, naftalina, y compuestos no aromáticos: bromuro de metilo, óxido de etileno y otros que aún se usan.

ORGANO-CLORADOS:

Compuestos orgánicos que tienen cloro en su composición.

D.D.T:

El más conocido de ellos, es el dicloro difenil tricloroetano; descubierto en 1874, pero sus propiedades como insecticida fueron descubiertas por PAUL MILLER en 1939 en la firma Geigy, de Suiza, que propuso la aplicación contra una plaga de la papa, resultando exitosa.

El primer éxito del DDT se logró en el verano de 1943, en Nápoles, después del desembarco de las tropas aliadas y consistió en parar una epidemia de tifus que se propaga a través del piojo del cuerpo humano.

Habiéndose verificado la efectividad del DDT en pruebas de laboratorio se realizó una fumigación en la ciudad y en los habitantes de la misma que abarcó hospitales, cárceles, las tropas aliadas, etc. La campaña se realizó casa por casa,



especialmente en aquellos lugares donde había un enfermo o muerto, espolvoreándose, además de la vivienda, a enfermo o al cadáver, sus ropas, parientes y/o deudos. En Febrero de 1944 ya no se produjeron nuevos casos, habiéndose limitando la enfermedad en su etapa inicial por primera vez. Ese éxito inicial hizo que se generalizara el uso del DDT en todos los frentes de la guerra, usándose en espolvoreos directos sobre el cuerpo humano, en concentraciones del 10 % mezclado con talco.

Luego se uso contra piojos, diversos tipos de insectos, garrapatas, etc.

Problemas creados por el uso generalizado del DDT, provocaron intensos debates sobre el producto, que ha sido prohibido parcialmente en muchos países.

Prohibición

La [Agencia de Protección Medioambiental de EE.UU. \(EPA\)](#) prohibió el DDT en 1972, lo cual desencadenaría un desabastecimiento en el Tercer Mundo, agravado por el hecho de que numerosas ayudas se condicionaron y se siguen condicionando a que esos países dejaran de usar el conocido insecticida.

El DDT fue excluido de la lista de sustancias activas autorizadas para el uso en productos de protección de plantas en 1969, en muchos países, para protección de plantas contra plagas y pestes. Actualmente está prohibida la producción, uso y comercialización de todos los productos de protección de plantas que contengan DDT.

Polémica

El mismo año de la prohibición, 1972, el juez administrativo nombrado por la EPA Edmund Sweeney concluiría tras siete meses de audiencias en su informe de opinión que:

"el DDT no es un riesgo cancerígeno para el hombre... el uso del DDT bajo las regulaciones involucradas aquí no tiene un efecto deletéreo para los peces de agua dulce, organismos estuarianos, aves silvestres u otro tipo de vida salvaje".



A pesar de ello, el administrador de la EPA, William Ruckelshaus, desestimó la opinión del juez y prohibió prácticamente todos los usos del DDT por considerarlo un "carcinógeno potencial para el hombre".

El 15 de setiembre de 2006 la Organización Mundial de la Salud (OMS) anunció que el insecticida volverá a ser parte de su programa para erradicar la malaria fumigando el interior de residencias y matar así a los mosquitos que transmiten la malaria. Estudios científicos muestran que la utilización del DDT en interiores asociado a mosquiteras sí es efectivo en la prevención de la malaria y no presenta los peligros para la vida salvaje y la ineffectividad a medio plazo que su uso indiscriminado como biocida sí tiene en cultivos, etc.

Sin embargo, el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) planteó en mayo de 2005 en la primera reunión del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes la eliminación de 12 compuestos considerados "plaguicidas y productos químicos industriales peligrosos que pueden matar a la gente, producir daños en el sistema nervioso e inmunológico, provocar cáncer y desórdenes reproductivos, así como perturbar el desarrollo normal de lactantes y niños", entre los cuales se encuentra el DDT, cuyas características entran en la clasificación de: **"altamente tóxicos; son estables y persistentes y tienen una duración de décadas antes de degradarse; se evaporan y se desplazan a largas distancias a través del aire y el agua, y se acumulan en el tejido adiposo de los seres humanos y las especies silvestres"**.

El D.D.T. y la Malaria

Los defensores del uso del DDT, entre los que se incluyen científicos, estadísticos y ecologistas escépticos, argumentan que este es un método eficaz contra la malaria; afirman que gracias a ella la malaria desapareció de Europa, donde era endémica en Grecia o Italia. En Sri Lanka, los casos de malaria descendieron desde 2.800.000 casos en 1948 a 17 en 1963; en la India, de 100 millones de casos en 1935, la cifra bajó a 300.000 en 1969. Bangladesh fue declarada zona libre de malaria. Incluso circula la cifra que afirma que la prohibición



del DDT ha causado 50 millones de muertes. Defienden su idoneidad basándose en la eficacia que le atribuyen, junto con el bajo coste de su aplicación y el hecho de que no tenga problemas de patentes. Precisamente algunos argumentan que los motivos últimos de la prohibición están en la propia industria, la cual, al acabar las patentes del DDT, quisieron imponer nuevos pesticidas con patente.

Sin embargo, la comunidad ecologista y parte de la comunidad científica duda de esta benignidad, y existe consenso para atribuir potencial nocivo y en muchos casos cancerígeno al DDT. Tratándose de una cuestión en la que intervienen intereses económicos y grupos de presión, los estudios de ambas partes no han sido aceptados de manera concluyente y definitiva, aunque de forma generalizada se acepta que el DDT no es un compuesto inocuo para la cadena trófica. En cualquier caso, el **DDT** se comenzó a abandonar una década antes de su prohibición por la aparición de nuevos insecticidas según algunas fuentes, y según otras, por las cepas resistentes de insectos, por lo cual su potencial utilidad de no haber sido prohibido resulta sumamente dudosa, como ha pasado en la India, donde no ha sido prohibido en todos estos años.

Peligros y riesgos conocidos respecto al ambiente

Los efectos adversos para la salud de los animales del DDT incluyen fallos en la reproducción y en el desarrollo, posibles efectos en el sistema inmunitario y muertes difundidas de aves salvajes después de rociar el DDT.

Como sucede con muchos insecticidas organoclorados, el mayor objetivo de la exposición aguda al DDT es el sistema nervioso. La administración a largo plazo del DDT ha dado lugar en los animales a efectos hepáticos, renales e inmunológicos. El DDT impide al andrógeno de unirse con su receptor, bloqueando, por tanto, el andrógeno para conducir un normal desarrollo sexual en las ratas macho y dando lugar a anormalidades.

En cultivos de laboratorio del fitoplancton íntegro desde el mar Caspio al Mediterráneo, el DDT a una concentración de 1 ppb redujo la producción primaria hasta un 50% a. Los peces marinos parecieron ser muy sensibles al DDT: su **LC50** a



96 horas varía de 0,4 a 0,89 microgramos/l para muchos teleósteos. Los moluscos bivalvos, con su habilidad para concentrar plaguicidas organoclorados, sin llegar a ser un peligro para ellos tienen un LC50 a 96 horas mayor de 10 mg/l.

El transporte atmosférico a largo alcance del DDT en los países del norte, incluyendo el Ártico, está bien documentado; el DDT ha sido detectado en el aire del Ártico, terreno, hielo y nieve y virtualmente en todos los niveles de la cadena alimentaria del Ártico. Muchos estudios indican que los sedimentos del fondo en lagos y ríos actúan como reservas para el DDT y sus metabolitos

OTROS CLORADOS

Hexaclorobenceno: HCB, 66

Hexaclorocicloescano: HCH, 666

De este producto se pueden encontrar varios isómeros, uno de ellos es el isómero gamma. Se conoce en estado puro o como Gamexane, de mayor actividad y menor toxicidad para mamíferos.

Metaxicloro, toxafeno, DDD, son de estructura parecida al DDT, insecticidas.

Otros organoclorados: clordano, aldrin, endrin, dieldrin, heptacloro, todos insecticidas.

ORGANOFOSFORADOS

Son fuertemente tóxicos para los animales de sangre caliente, y algunos actúan por contacto, pero luego de aplicados se hidrolizan o degradan dando derivados no tóxicos.

- Paration: insecticida y acaricida
- Mercaptalión: Mas conocido como malation.
- Otros organofosforados: Diazinon, insecticidas, etc

ORGANOMETÁLICOS:



- Compuestos orgánicos con mercurio: como el acetato de fenilmercurio; u orgánicos con estaño, como el trifenil hidroácido de estaño o Duo – tes, todos los fungicidas

Compuestos orgánicos de azufre: o ditiocarbamatos (ziram)

Compuestos aromáticos: (PCNB: pentacloronitrobenzoceno)

Compuestos nitrogenados heterocíclicos (captan)

Quinonas

PLAGUICIDAS SISTÉMICOS

Son los que efectúan su acción en forma generalizada en el organismo vegetal, defendiendo al mismo de los insectos u hongos. Pueden ser insecticidas, como algunos organofosforados o fungicidas como el benomil, etc.

PLAGUICIDAS DE ORIGEN VEGETAL

Se utilizaron desde antaño como la nicotina, derivada del tabaco, el piretro y las piretrinas de una variedad de crisantem, o la rotenoma de las raíces de una planta tropical, etc.

PLAGUICIDAS MICROBIOLÓGICOS

Son microorganismos que, por acción directa o por compuestos que produce, provocan efectos patológicos o la muerte de los insectos donde se hospedan. Su uso es equivalente a un control biológico cuando es de largo plazo o permanente. El más importante de los plaguicidas de este grupo se denomina BACILLUS THURINGIENSIS. Este se utiliza para controlar isocas de varios cultivos. No es peligroso para las personas ni animales de sangre caliente, aún en el caso de ingestión accidental. Además no deja residuos tóxicos. Es inofensivo para abejas y peces.

Su poder residual tiene una duración de 7 a 10 días, por lo que deben repetirse los tratamientos.



OTROS AGROQUÍMICOS

Son los productos químicos utilizados en las actividades agropecuarias con determinados objetivos. Los biocidas son un grupo importante de ellos pero hay otros tipos de agroquímicos:

ANTIBIÓTICOS: cicloheximida, estreptomina, griseofulvina.

ATRACTIVOS Y REPELENTES: Atractivos químicos artificiales (vinagre de vino, proteínas hidrolizadas de levadura o de maíz, trimedlure).

ESTERILIZANTES QUÍMICOS:

Agentes de alquilación (afolato y otros derivados de la azidirina)

Antimetabolitos (5-fluorauracil)

Otros (hemel o hexametilamina)

Su riego es que pueden esterilizar a organismos superiores y en los mamíferos dañan los tejidos hematopoyéticos.

ANTI-ALIMENTARIOS

Inhiben los receptores gustativos de la boca del insecto, el que no reconoce en un vegetal a su alimento buscado. El primero usado fue el 2i, para los roedores, liebres, etc, evitando que ataquen las cortezas de los árboles.

Se usan triazinas, derivados orgánicos del estaño (Brestan), carbonatos, extractos botánicos (meliandrol de las semillas del paraíso, etc.)

FERTILIZANTES, HERBICIDAS:

1°GRUPO: totales, impiden la fotosíntesis. Monurón .

2°GRUPO: selectivos por varios mecanismos. Afectan a las plantas de hojas anchas dicotiledóneas, pero en general no a las monocotiledóneas.

Derivados del ácido fenoxiacético:

2,4 – D ácido 2,4 diclo-fenoxiacético

2, 4, 5 T ácido 2, 4, 5, tricloro fenoxiacético

MCPA



RESIDUOS DE LOS PLAGUICIDAS

Depósito

Es la cantidad de plaguicida que queda sobre el vegetal inmediatamente después de su aplicación y se expresa en $\mu\text{g}/\text{cm}^2$. Una vez aplicado, el plaguicida sufre durante un tiempo, procesos que lo llevan a su transformación parcial o total

Los depósitos pueden ser parcial o totalmente removidos por lluvias, lavado, cepillado, etc.

Residuo

Es la porción que queda en el vegetal después de cosechada, y está constituida por los restos de plaguicidas, sus metabolitos y algunos coadyuvantes de la formulación. Se miden en ppm respecto al peso de muestra fresca.

Los residuos, constituidos por el plaguicida o sus metabolitos que penetraron en el tejido vegetal o animal no pueden removerse.

Vida residual media (VR50): Es el tiempo, expresado en días, que tarda el residuo en llegar a un valor correspondiente al 50% del valor del depósito.

Los depósitos y residuos tienen importancia desde dos puntos de vista opuestos:

- por su efectividad biológica interesa que un biocida tenga una acción duradera, o sea una larga vida residual
- desde otro punto de vista sanitario es deseable que existan pocos residuos para evitar la contaminación de los alimentos y la posterior concentración biológica



CONTROL INTEGRADO

Es el análisis de los factores biológicos, físicos y químicos en una zona determinada, para prevenir la acción de plagas o reducirlas a un nivel que no signifique perjuicios económicos.

En la práctica implica no reducir la lucha contra las plagas unicamente al empleo de biocidas, sino asociar a estos otros métodos de lucha, biológicos o físicos, y el conjunto de los mismos se denomina y control del manejo integrado.

Esos otros métodos de lucha pueden agruparse de la siguiente manera:

- Utilización de productos agroquímicos (no biocidas).
- Variedades resistentes a plagas, creadas por hibridación.
- Manejo del hábitat y variaciones en los métodos de cultivo.
- Control biológico.
- Otros métodos.

Variedades resistentes a plagas

Son variedades que son inmunes al ataque de insectos, hongos, etc, o sea que resisten al ataque de determinadas plagas. Son creadas por hibridación, y deben conservar las características de calidad, producción, adaptación al clima, suelo, etc. Es ideal para cultivos extensivos como los cereales, girasol, sorgo, etc. donde no se pueden usar biocidas. Pero se trata de un método muy laborioso, que requiere tiempo. Ejemplo: trigo resistente a las royas y carbonos; sorgos resistentes al mildew, etc.

MANEJO DEL HÁBITAT Y VARIACIONES EN LOS MÉTODOS DE CULTIVO

Hay plagas que pueden evitarse o mitigarse produciendo modificaciones del hábitat que lo tornen inadecuado para el desarrollo de los agentes patógenos, por ejemplo: técnicas de laboreo.

También es factible variar la época de un cultivo para evitar una determinada enfermedad. Ejemplo: la roya negra del trigo ataca al cultivo al iniciarse el verano.



Pero si se siembra al comenzar el período de siembra, por mayo, puede cosecharse antes de que empiece el verano en nuestro país y se cosecha antes de la aparición de la enfermedad.

CONTROL DE INSECTOS POR FISICOESTERILIZACIÓN O RADIACIÓN INDUCIDA

Se puede criar y liberar machos estériles en un número tal supere al de la población natural y así controlar, con ventaja numérica a los machos de una población.

Se puede inducir la esterilidad por medios químicos (quimioesterilizantes) o por medios físicos (físico esterilización).

La esterilización por radiaciones ionizantes se comprobó en 1916; rayos X sobre el insecto causante del carcinoma del tabaco produjo machos estériles.

Los machos estériles son liberados. Su comportamiento es normal: fecundan a las hembras, que ponen sus huevos, pero los embriones perecen en su desarrollo.

Prácticamente en la cuarta generación la población perece.

EFFECTOS RETARDADOS Por la cadena alimenticia

El hombre puede ingerir residuos de plaguicidas a través de la cadena alimenticia forraje – ganado – hombre cuando el forraje está contaminado; esto ocurre en los tratamientos con organoclorados en plantas forrajeras, que al ser pastoreadas se acumulan en las grasas de animales, pasando luego al ser humano cuando éste se alimenta de la grasa de dichos animales.

Además se produce el fenómeno de concentración biológica (concentración de sustancias tóxicas a lo largo de la cadena trófica). Se han encontrado trazas de DDT en la leche de mujeres en los alrededores de la Facultad de Farmacia, en las que se observó 40 veces más DDT que en la leche de vaca. (Dr. García Fernandez).

También se han observado rastros de plaguicidas en niños sanos y enfermos, en comunidades urbanas y rurales, en el cordón umbilical de recién nacidos y en focas y pingüinos de la Antártica



En ecosistemas acuáticos pulverizados con DDT se produce la concentración biológica en la cadena plancton – peces – aves marinas. En un lago de California, la concentración inicial era 1 en 70 millones, en el plancton 5 ppm. Luego en las aves acuáticas era de 40 a 2500 ppm. De 1000 parejas de aves sólo subsistieron 20 y con síntomas de esterilidad.

Otro ejemplo similar (Ver ODUM, pag. 81)

En los ecosistemas terrestres se observó en EEUU que se pulverizaban olmos con DDT para protegerlos de insectos. La parte de DDT que cae al suelo es ingerida por lombrices, que si bien, son poco sensibles, lo concentran en sus tejidos. Una especie de pájaros, el robin, muy común en ese país consume lombrices en abundancia, las que, aún mucho después del tratamiento, aportan sustancias tóxicas a los robines. Los pájaros mueren con convulsiones y parálisis locomotriz. La mortalidad llega hasta el 86% después de un período de latencia de varias semanas.

Efectos en los seres humanos

El DDT se acumula en los tejidos grasos, pero no sólo en el abdomen, sino en los tejidos de tal constitución como los que hay en glándulas, en el cerebro, en las fibras nerviosas, etc. y no se conoce en estos casos cuáles son sus efectos.

Si una persona disminuye de peso rápidamente, aumenta el tenor de DDT en la sangre.

Estudios hechos en la Argentina determinaron un valor en la concentración en los seres humanos de 5 a 6 ppm y en niños de 4,3 ppm.

En países con cultivos intensivos, como Israel y Hungría, el porcentaje es mayor.

Efectos en los animales:

Gran variedad de insectos son eliminados por los insecticidas

- Los insectos entomófagos
- En regiones próximas a París, en 1954 fueron destruidos 20000 enjambres por tratamientos.



- Pulverizaciones de DDT en el oeste de EEUU y Canadá ocasionaron la muerte de truchas y salmones. Estimaciones efectuadas en Canadá indicaron que esos tratamientos provocaron la muerte de 2/3 de esa población y en algunos años, la muerte de todas las crías.



ANEXO I

IMPORTANCIA SANITARIA DE LOS ESPACIOS VERDES

LIC. HERNAN H. LAURIA
INSTITUTO DE INGENIERÍA SANITARIA

IMPORTANCIA DE LA VEGETACIÓN SOBRE EL AMBIENTE

Existe una interrelación de gran importancia entre la vegetación y el ambiente, que no es apreciada por lo general en su verdadero valor.

En principio, las condiciones climáticas y el suelo determinan el tipo y características de la vegetación que puede desarrollarse en una zona dada pero, a su vez, el tipo de vegetación existente en un lugar determinado ejerce una acción importante sobre el ambiente, cumpliendo funciones de protección del mismo.

En especial, y en relación a este aspecto de protección del ambiente, debe destacarse la importancia de los bosques.

LOS ESPACIOS VERDES URBANOS

Al considerar la importancia de la vegetación sobre el ambiente, debe destacarse la función fundamental de los espacios verdes urbanos. En las ciudades, además de los edificios para viviendas u otros usos (comerciales, institucionales, etc) debe analizarse y planificarse lo relacionado con los espacios urbanos no edificados.

Los espacios urbanos no edificados pueden clasificarse de acuerdo a los siguientes criterios:

Según la ocupación del suelo:

- a) Espacios Libres: son espacios o plazas, cubiertos de cemento, baldosas, pedregullo, etc. (plazas secas, patios porteños), aceras sin césped ni árboles, terraplenes, etc.

Son utilizados para diversos fines. Los patios de las casas tienen iguales características en las propiedades privadas.



b) Espacios arbolados o espacios verdes

En general los espacios arbolados corresponden a plazas, parques, paseos, explanadas, etc. Y al arbolado de avenidas o calles y también al arbolado de instituciones, tales como escuelas, hospitales, etc. Todo esto en el dominio públicas o de instituciones privadas. A ello deben agregarse los espacios arbolados de propiedades particulares. Los espacios verdes correspondientes a los mismos tipos de uso de suelo pueden ser arbolados o no. En este último caso, se pueden citar las áreas cubiertas de césped, jardines, paseos, terrenos para prácticas de deportes, etc.

Según su régimen jurídico:

- a) Los espacios que pertenecen al dominio público: de la nación, provincias, partidos, distritos, etc.
- b) Los que pertenecen al dominio privado: de personas jurídicas o personas físicas.

IMPORTANCIA DE LOS ESPACIOS VERDES URBANOS

Los espacios verdes urbanos cumplen importantes funciones en las ciudades, en parte coincidentes para los bosques. Merecen destacarse, entre ellas, la acción higiénica, por proveer oxígeno y contribuir al balance de dicho elemento en la atmósfera, así como la absorción de dióxido de carbono, siendo ambos procesos resultantes de la fotosíntesis.

El efecto benéfico de los espacios verdes en las ciudades más perceptibles tal vez sea la creación de microclimas más confortable para los seres humanos.

En las ciudades se producen las llamadas "Islas de calor urbano". Este efecto es consecuencia de que las paredes de los edificios, almacenan calor durante el día, y lo despiden lentamente durante la noche. Ello es más notable en edificios de gran altura, donde el calor irradiado, no se disipa hacia espacios abiertos o al cielo, sino a los otros edificios de gran altura.



En estudios realizados trazando isotermas, se ha comprobado que el aumento de la temperatura es mayor en las zonas de mayor densidad. La diferencia de temperatura respecto a zonas vecinas no edificadas puede llegar a 6 °C.

También debe considerarse la temperatura del suelo sea su cubierta.

La temperatura según la naturaleza de esa cubierta, producida por la acción solar alcanza los siguientes valores:

Temperatura en 0°C, con sol de verano al mediodía:

Suelo cubierto de césped: 35°C

Suelo desnudo, según color: 40,6 a 42,8 °C

Pavimento de hormigón: 43 °C

Pavimento de asfalto: 51 °C

Aire entre 30 y 120 cm sobre el nivel del pavimento asfáltico: 42,2 °C

Fuente: *The architectural forum, Marzo 1947*

Los espacios verdes contribuyen además a la absorción de parte de los gases contaminantes, especialmente si son arbolados, y como barrera para las partículas.

También contribuyen a la absorción por el suelo de parte del agua de las lluvias.

Otro efecto muy importante es la acción de los espacios verdes sobre el estado psíquico de los habitantes de las ciudades, al permitirles ciertos contactos con la naturaleza, aún cuando sea artificial, y la recreación y práctica de esparcimientos naturales: caminatas, arabismos, etc.

SUPERFICIES NECESARIAS

La necesidad de espacios verdes está determinada por las condiciones y hábitos de vida de los habitantes de cada ciudad.

Pueden ser superfluos en pueblos agrícolas, pero son indispensables en las ciudades de gran densidad de población, o con características industriales. Las



superficies que deben asignarse pueden ser variables según las características de las ciudades.

Auzelle indica, para las ciudades con jardines privados, o bosques cercanos, de 2 a 5 m² por habitante, y para grandes ciudades de 10 a 20 m² por habitante.

Munford indica, en general, 13.5 m² por habitante.

La O.M.S. (Organización Mundial de la Salud) calcula de 10 a 20 m² por habitante.