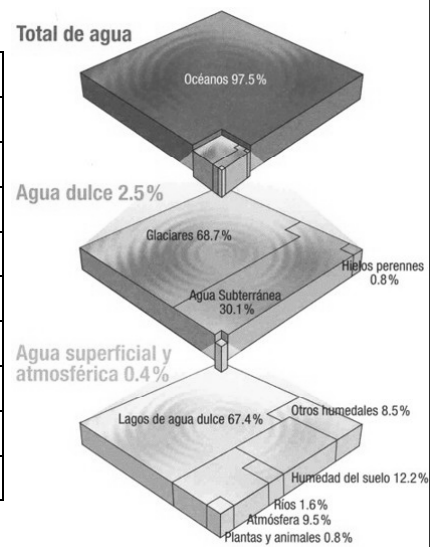


Ecología y Salud

Flujo de materia y energía I El agua y los alimentos

El agua

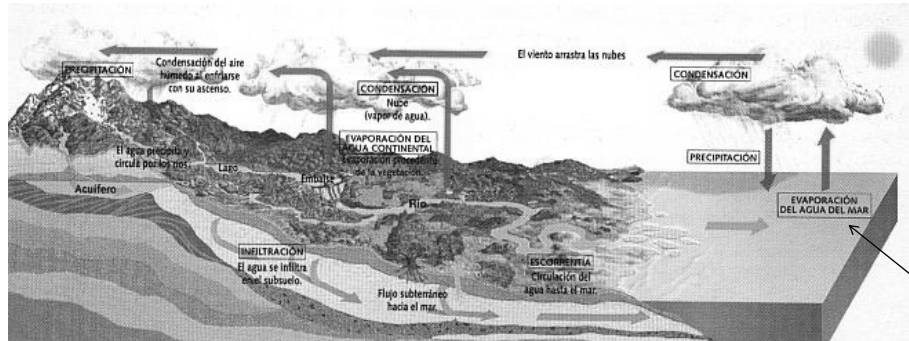
Origen del agua	Volumen (Km3)	% de agua total
Océanos	1,321,000,000	97.24%
Capas de hielo, Glaciares	29,200,000	2.14%
Agua subterránea	8,340,000	0.61%
Lagos de agua dulce	125,000	0.009%
Mares tierra adentro	104,000	0.008%
Humedad de la tierra	66,700	0.005%
Atmósfera	12,900	0.001%
Ríos	1,250	0.0001%
Volumen total de agua	1,360,000,000	100%



CICLO DEL AGUA

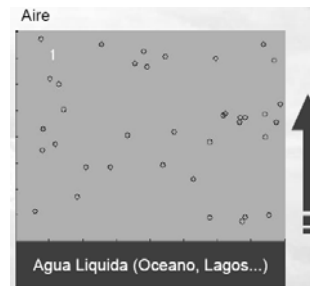
El agua de los océanos, lagos y ríos y la humedad de zonas con abundante vegetación se evapora debido al calor. Cuando este vapor se eleva comienza a enfriarse y a condensarse en forma de nubes, hasta que finalmente precipita.

El ciclo se cierra con el retorno del agua de las precipitaciones al mar y escorrentía.



Evaporación

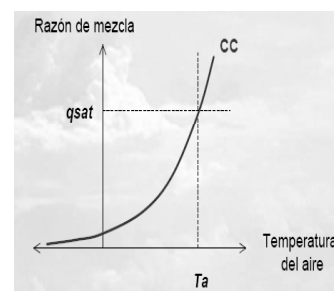
Las moléculas de vapor de agua pasan desde la superficie de cuerpos de agua hacia la atmósfera tras haber adquirido energía suficiente para vencer la tensión superficial... ebullición



Temperatura.

Un aumento de la T° eleva el vapor en la atmósfera.

Si la evaporación continua, la razón de mezcla (vapor agua/aire seco; q) aumenta hasta que el aire no puede contener más vapor de agua y comienza la formación de gotas... Condensación.



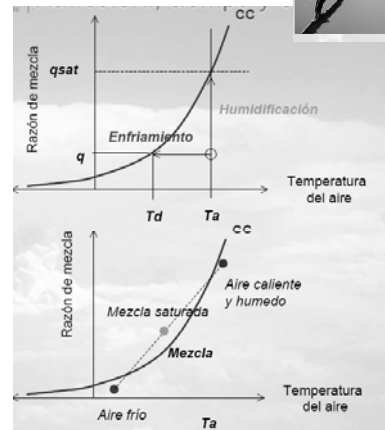
Saturación (q_{sat})

SATURACION

Cuando una masa de aire contiene la máxima cantidad de vapor de agua admisible a una determinada temperatura, es decir, que la humedad relativa llega al cien por cien, el aire está saturado.

La saturación de aire puede alcanzarse en la atmósfera a través de tres mecanismos:

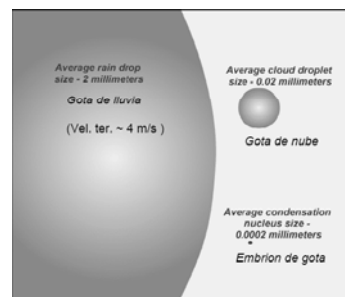
1. Humidificación (*por medio de evaporación se alcanza q_{sat}*)
2. **Enfriamiento** (disminuye q_{sat})
3. Mezcla de dos masas de aire subaturadas, pero cercanas a la saturación



Casi todas las nubes que observamos se debe al **enfriamiento** de masas de aire producto del ascenso de esta últimas...



Con la altura, una vez alcanzada la saturación comienzan a formarse “embriones” de gotas sobre **Núcleos de Condensación** (aerosoles higroscopicos), siendo el origen de las gotas de nubes.

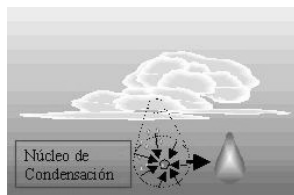


Nubes

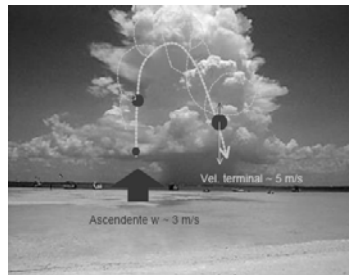
Las moléculas de vapor de agua no son capaces de unirse en gotas de agua por sí solas, necesitan de núcleos de condensación (sal marina, productos de la combustión).

Sin estos núcleos sería necesaria una humedad relativa del 300% para que el vapor de agua condensara en gotitas y venciese la tensión superficial de las gotas.

Una vez que comienzan a formarse las gotas de nube en torno al núcleo de condensación, el vapor de agua se condensa sobre el agua líquida que ya se ha formado y se precipitan.



La trayectoria de una gota se complica en una nube fría (parte de su volumen esta sobre isoterma de 0°C). En este caso el agua se congela rápidamente y sigue creciendo como granizo.

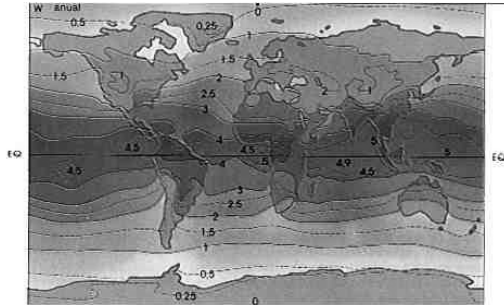


Si toda (o casi toda) la nube esta bajo 0°C, y la difusión de vapor ocurre en torno a núcleos de condensación de hielo (típicamente en forma prismática), se da origen a la nieve.

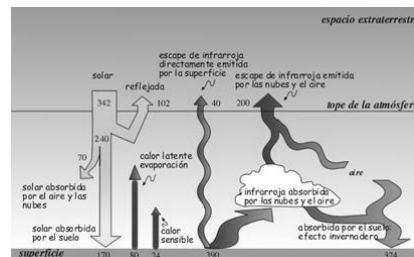


Distribución de vapor de agua en la atmósfera

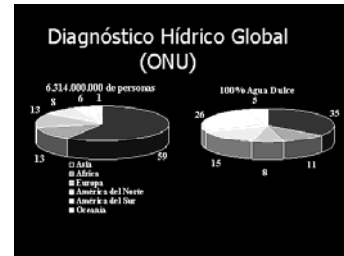
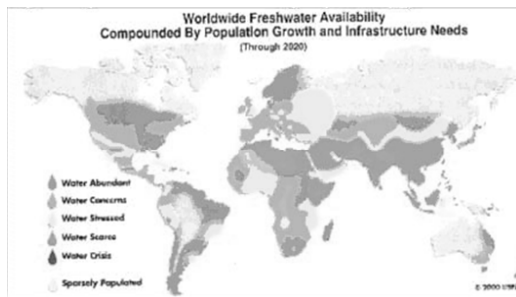
Las cantidades de agua precipitables de la atmosfera son máximas en el ecuador (50 Kg/m2) y disminuyen continuamente hacia los polos donde alcanzan un mínimo (menos de 5 Kg/m2).



Gran parte de la radiación infrarroja no puede salir al espacio porque la absorbe el vapor de agua de la atmósfera. Contribuye a la mantención de la temperatura de la tierra



Distribución de agua potable en el mundo



La distribución del agua no se corresponde con la distribución de la población, vislumbrándose desde el primer momento la posibilidad de conflictos bélicos por esta causa. Concretamente las zonas más pobladas como China e India tienen escasez de agua.

A nivel mundial, las actividades humanas generan escasez de agua de tres maneras:

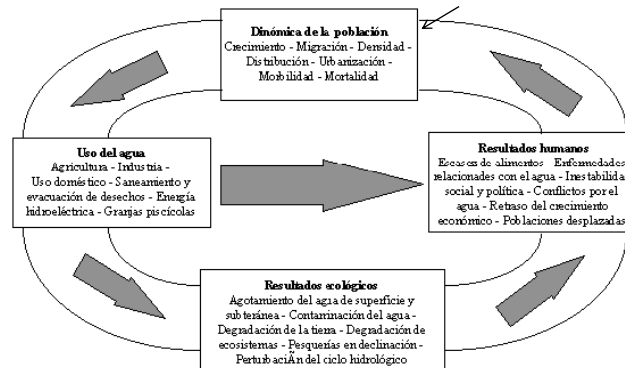
- a) Por el crecimiento de la población,
- b) Por la utilización errónea del agua y
- c) Por la falta de equidad en el acceso a ella.



El crecimiento de la población contribuye a la escasez de agua simplemente porque el suministro de agua disponible debe repartirse entre un número cada vez mayor de personas.



Figura 1. Vínculos entre la población y el agua dulce



Source: IUCN et al. 1996 (1999)

La demanda de agua dulce ha estado aumentando en respuesta al desarrollo industrial, la dependencia creciente en la agricultura de regadío (70%), la urbanización masiva y los niveles de vida más altos.

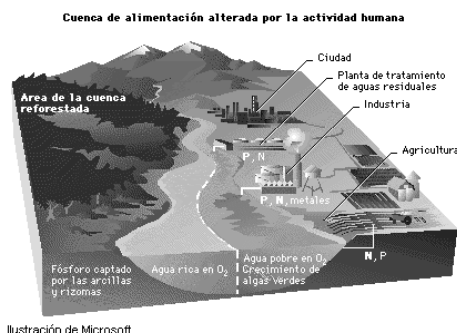
Además, el suministro de agua dulce de que dispone la humanidad se está reduciendo a raíz de la creciente contaminación de muchos de los recursos hídricos.

Contaminación hídrica

"Debe considerarse que un agua está polucionada, cuando su composición o su estado están alterados de tal modo que ya no reúnen las condiciones o una u otra o al conjunto de utilizaciones a las que se hubiera destinado en su estado natural"

Metales pesados de la minería, orgánicos y químicos de la agricultura y agentes patógenos de las ciudades corresponden a las principales causas.

1. Microorganismos patógenos.
2. Desechos orgánicos.
3. Sustancias químicas inorgánicas.
4. Nutrientes vegetales inorgánicos.
5. Compuestos orgánicos.
6. Sedimentos y materiales suspendidos.
7. Sustancias radiactivas.
8. Contaminación Térmica.

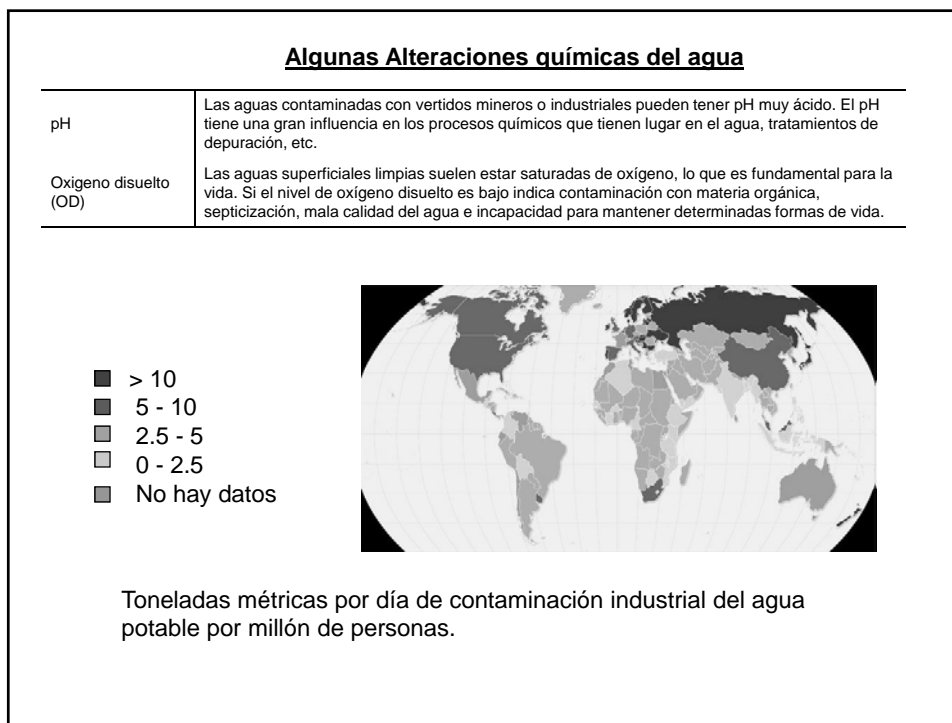


La OMS ha establecido límites máximos para la presencia de sustancias nocivas en el agua de consumo humano

Básicamente considera modificaciones de las propiedades **físicas**, químicas y biológicas del agua, que pueden hacer perder a ésta su potabilidad para el consumo diario o su utilización para actividades domésticas, industriales, agrícolas, etc., como asimismo los cambios de temperatura provocados por emisiones de agua caliente (polución térmica)

Sustancias	Concent. Máxima (mg/l)
Sales totales	2000
Cloruros	600
Sulfatos	300
Nitratos	45
Nitritos	No debe haber
Amoníaco	0,5
Mat. Org.	3
Calcio	80
Magnesio	50
Arsénico	0,05
Cadmio	0,01
Cianuros	0,05
Plomo	0,1
Mercurio	0,001
Selenio	0,01
Hid. aromáticos policíclicos	0,0002
Biocidas	No hay datos

Alteraciones físicas del agua	
Alteraciones físicas	Características y contaminación que indica
Color	El agua no contaminada suele tener ligeros colores rojizos, pardos, amarillentos o verdosos debido, principalmente, a los compuestos húmicos, férricos o los pigmentos verdes de las algas que contienen.
Olor y sabor	Compuestos químicos presentes en el agua como los fenoles, diversos hidrocarburos, cloro, materias orgánicas en descomposición o esencias liberadas por diferentes algas u hongos pueden dar olores y sabores muy fuertes al agua. Las sales o los minerales dan sabores salados o metálicos, en ocasiones sin ningún olor.
Temperatura	El aumento de temperatura disminuye la solubilidad de gases (oxígeno) y aumenta, en general, la de las sales. Aumenta la velocidad de las reacciones del metabolismo, acelerando la putrefacción. La temperatura óptima del agua para beber está entre 10 y 14°C.
Materiales en suspensión	Partículas como arcillas, limo y otras, aunque no lleguen a estar disueltas, son arrastradas por el agua de dos maneras: en suspensión estable (disoluciones coloidales); o en suspensión que sólo dura mientras el movimiento del agua las arrastra. Las suspendidas coloidalmente sólo precipitarán después de haber sufrido coagulación o floculación (reunión de varias partículas)
Radiactividad	Las aguas naturales tienen unos valores de radiactividad, debidos sobre todo a isótopos del K. Algunas actividades humanas pueden contaminar el agua con isótopos radiactivos.
Espumas	Los detergentes producen espumas y añaden fosfato al agua (eutrofización). Disminuyen mucho el poder autodepurador de los ríos al dificultar la actividad bacteriana. También interfieren en los procesos sedimentación en las estaciones depuradoras.
Conductividad	El agua pura tiene una conductividad eléctrica muy baja. El agua natural tiene iones en disolución y su conductividad es mayor y proporcional a la cantidad y características de esos electrolitos. Por esto se usan los valores de conductividad como índice aproximado de concentración de solutos. Como la temperatura modifica la conductividad las medidas se deben hacer a 20°C.

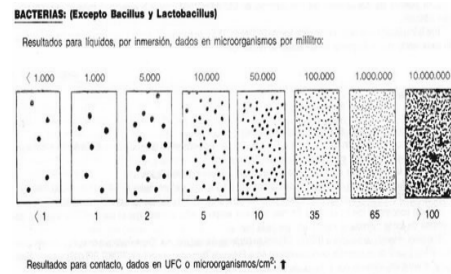


Contaminación por Microorganismos patógenos.

Son los diferentes tipos de bacterias, virus, protozoos y otros organismos que transmiten enfermedades como el cólera, tífus, gastroenteritis diversas, hepatitis, etc.

Normalmente estos microbios llegan al agua en las heces y otros restos orgánicos que producen las personas infectadas. Por esto, un buen índice para medir la salubridad de las aguas, en lo que se refiere a estos microorganismos, **es el número de bacterias coliformes** presentes en el agua.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) **en el agua potable debe de haber 0 colonias de coliformes por cada 100 ml, y un máximo de 200 colonias por 100 mililitros de agua para nadar.**

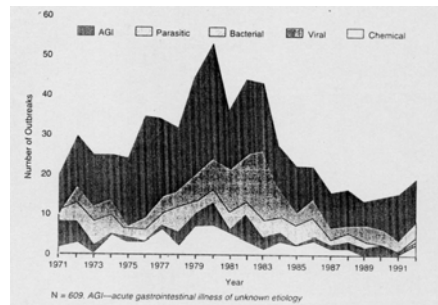


Enfermedades transmitidas por el agua

Las enfermedades transmitidas por el agua son enfermedades provocadas por el consumo del agua contaminada con restos fecales de humanos o animales y que contiene microorganismos patogénicos.

Enfermedades relacionadas con el agua

Anemia Anquilostomiasis Arsenicosis
Ascariasis Botulismo Campilobacteriosis
Colera Criptosporidiosis Toxinas cianobacteriales Dengue Diarrea
Dracunculiasis Fluorosis Giardiasis
Hepatitis Anquilostomiasis Encefalitis japonesa Contaminación del plomo
Legionelosis Leptospirosis Filariasis linfática Malaria Malnutrición
Metahemoglobinemia Oncocercosis Polio
Tinea Escabiosis Esquistomiasis Tracoma
Trichuriasis Tifoide



Dimensiones del problema

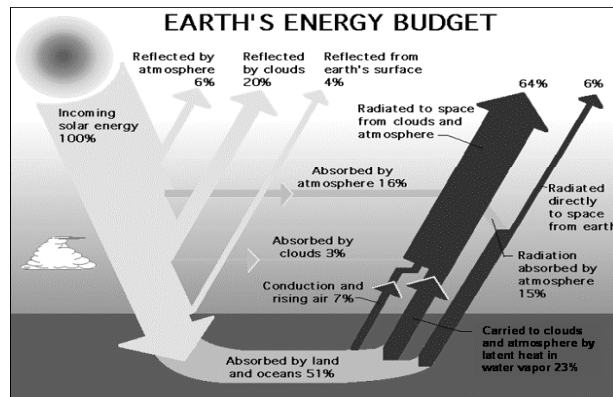
En países en vías de desarrollo, cuatro quintos de las enfermedades son transmitidas por el agua, siendo la diarrea la causa principal de muerte infantil.

La relación agua- salud tiene una importante dimensión local, afectando a alrededor de 1.1 billones de personas que carecen de acceso a fuentes de agua potable, y unos 2.4 billones de personas con falta de saneamiento adecuado.

Evidencia sobre el agua-, saneamiento e higiene- y enfermedades traen como consecuencia la muerte de unos 2,213,000 muertes anualmente y una pérdida anual de 82,196,000 -año de adecuada calidad de vida Discapacidad- capacity Adjusted Life Years (DALYs) (R. Bos, Dec. 2004).

Las estimaciones de la OMS indican que a nivel mundial unas 2 billones de personas están afectadas por esquistomas y helmintos transmitidos por el suelo y como consecuencia 300 millones sufren de graves enfermedades

Flujo de energía



- La fuente primera y principal de energía es el sol. Permite que se realicen todas las actividades de la vida.
- No toda la energía proveniente del sol está disponible para los organismos. Sólo un 0,023 % de la energía es disponible.
- Procesos de absorción y reflexión atmosférica consumen un 76% de la E

leyes de la termodinámica, dos principios que rigen la transferencia de energía

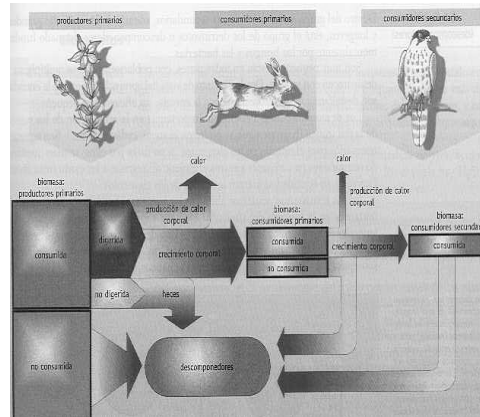
- 1.- La energía no se crea ni se destruye.
La cantidad total de energía en el Universo es constante; pasa de una comunidad a otra, en un flujo unidireccional continuo, por lo tanto es necesario reponer constantemente la energía a partir de una fuente externa - el sol-
- 2.- Cuando la energía se convierte de un tipo a otro, parte de ella se torna indisponible para realizar trabajo.



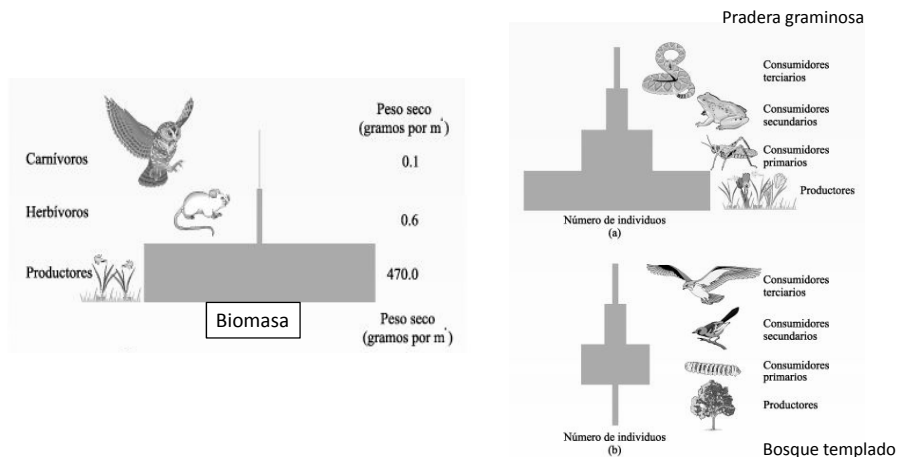
Esta ley gobierna los patrones del flujo de energía a través de los ecosistemas.

El flujo de energía en los ecosistemas ocurre a través de las tramas tróficas o relaciones de consumo de los organismos dentro del ecosistema

La mayor parte de la energía absorbida se utiliza en el mantenimiento o se pierde a través de las heces. Otra parte es liberada en forma de calor y una pequeña parte se convierte en producción secundaria (aumento de peso del animal o nuevas crías).



Cada nivel superior cuenta con una menor disponibilidad de energía que su predecesor



Las relaciones energéticas entre los niveles tróficos determinan la estructura de un ecosistema en función de la cantidad de organismos y de la cantidad de biomasa presente

Contaminación de los alimentos

La contaminación de los alimentos consiste en la presencia en éstos y otros productos relacionados, de sustancias de origen biológico o químico, que son riesgosas o tóxicas para la salud del consumidor.



No es lo mismo un alimento contaminado que un alimento deteriorado.

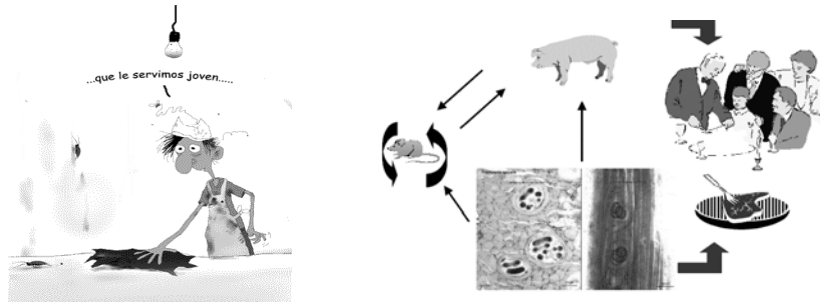
Cuando un alimento se encuentra deteriorado sus cualidades, olor, sabor, aspecto, se reducen o anulan, pudiéndose apreciar por medio de los sentidos (vista, olfato, gusto, tacto).

Un alimento contaminado puede parecer completamente normal, por eso es un error suponer que un alimento con buen aspecto está en buenas condiciones para su consumo, ya que puede estar contaminado por bacterias por ej..



Principales causas

1.- La contaminación biológica alimentaria. Es un fenómeno que se presenta por la invasión de microbios patógenos durante la elaboración, la manipulación, el transporte y la distribución al público de los alimentos, u originada por el mismo consumidor.



Las principales causas son las siguientes:

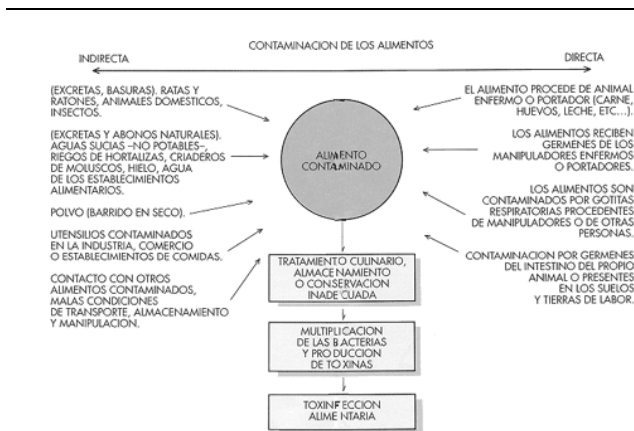
a) Portadores de enfermedades que manipulan alimentos y los contaminan. En el caso de las bacterias patógenas, las más frecuentes en este tipo de problemas son la Salmonella y el estafilococo.

b) Contaminación durante la elaboración, manipulación, transporte y distribución al público por falta de las previsiones sanitarias requeridas.

Corresponden a alimentos contaminados por riego y lavado con aguas servidas; la manipulación de alimentos en lugares sucios (suelo, polvo, etc.); el contacto de los mismos con animales, el transporte en forma no higiénica (sin refrigeración, sin cobertura, etc.); y el deterioro por almacenamiento prolongado sin las medidas necesarias (refrigeración).



c) **Animales enfermos que dan origen a productos contaminados.** Tal es el caso de vacas lecheras con tuberculosis, que producen leche con el bacilo de la TBC; la leche y el queso que producen la fiebre de Malta, especialmente de origen caprino; la carne de cerdo infectada con triquina, y muchos otros casos.



Situación epidemiológica de las enfermedades transmitidas por alimentos en Santiago de Chile. Período 1999-2000

Rev. méd. Chile v.130 n.5 Santiago mayo 2002

En el 67% de los brotes no se identificó el agente causal. No fue posible obtener muestras de alimentos ni de los pacientes.

Los microorganismos más frecuentes fueron *Salmonella spp* y *Staphylococcus aureus*.

La causa no infecciosa más frecuente fue la intoxicación con histamina a través del consumo de pescados en mal estado de conservación

Tabla 1. Incidencia de brotes de ETA notificados por Servicios de Salud de la Región Metropolitana, 1999-2000

Servicio Salud	Población asignada	Año 1999		Año 2000	
		Brotos (n)	Tasa *	Brotos (n)	Tasa*
Norte	650.813	6	0,9	16	2,5
Sur	1.102.771	83	7,5	91	8,2
Centro	836.256	34	4,1	44	5,3
Occidente	1.094.713	9	0,8	25	2,3
Oriente	1.137.637	36	3,2	50	4,4
Sur-oriente	1.463.938	22	1,5	34	2,3
Total		190	3,0	260	4,1

* Número de brotes por 100.000 habitantes.
Fuente: Ministerio de Salud, Departamento de Estadística e Información en Salud.

Tabla 2. Agentes etiológicos asociados a brotes de ETA en la Región Metropolitana, año 2000

Resultado brotes ETA	n	%	Agente*	n
Estudio microbiológico positivo (coprocultivo, muestra alimentos, otros exámenes)	48	18,5	<i>Salmonella spp</i>	21
			<i>Staphylococcus aureus</i>	13
			<i>Shigella spp</i>	4
			<i>E. coli</i> enterohemorrágico	1
			<i>E. coli</i> enteropatógeno	2
			Calicivirus	1
			<i>Trichinella spiralis</i>	1
			<i>Blastocystis hominis</i>	1
			Hongos	4
			Sin diagnóstico microbiológico (cultivo negativo para enteropatógenos o sin muestra clínica ni alimento)	174
Sin muestra	122			
Otras causas de ETA	38	14,6	Histamina (pescados)	16
			Agentes químicos	15
			Aditivos, colorantes	4
			Ácidos enérgicos	2
Total brotes notificados	260	100	Nitritos	1

*Obtenidos de muestras clínicas y/o alimentos.

Los brotes ocurrieron principalmente por alimentos preparados en el hogar, 63,5% y en menor proporción, por alimentos consumidos en restaurantes, casinos, asadurías de ave y fuentes de soda, que en conjunto fueron responsables del 33,1% de los brotes.

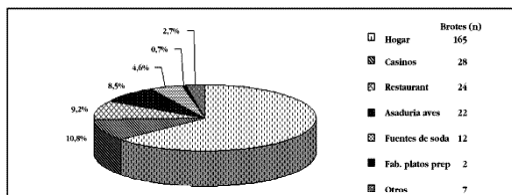


Tabla 4. Agente etiológico según tipo de alimento involucrado en brotes de ETA, Región Metropolitana, 1999-2000

Agente etiológico	Alimento
<i>Salmonella sp</i>	Queso cabra (15), mayonesa (3), platos preparados calientes (2), cecinas (1)
<i>Staphylococcus aureus</i>	Queso cabra (5), helados de fábrica (3), platos preparados calientes (2), emparedados (2), carne de cerdo (1).
<i>Shigella sp</i>	Platos preparados calientes (2), queso de cabra (1), bebidas no alcohólicas (1)
<i>Escherichia coli</i> enteropatógeno (ECEP)	Lasaña con carne molida (1), dieta para lactante (1)
<i>Escherichia coli</i> enterohemorrágico (ECEH)	Tallarines con carne molida (1)
Calicivirus	Mariscos (1)
<i>Trichinella spiralis</i>	Carne de cerdo (1)
Histamina	Pescados (14), mariscos (2), conservas de origen animal (1)
Agentes químicos	Bebidas de fantasía, cecinas, empanadas, chocolates, carne de ave, harinas, platos preparados, quesos.

() Número de brotes.

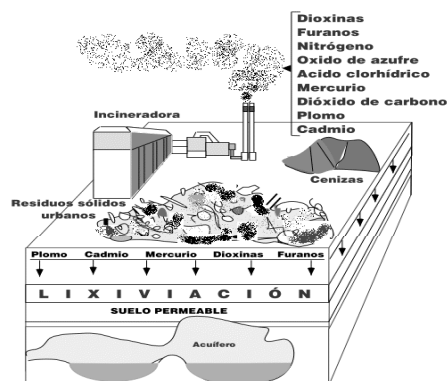
Destaca la asociación entre queso de cabra y brotes por diferentes agentes bacterianos como **Salmonella**, **Staphylococcus aureus** y **Shigella**;

Infecciones por *E coli* diarreogénicos se relacionaron con carne molida y calicivirus con mariscos, específicamente ostras.

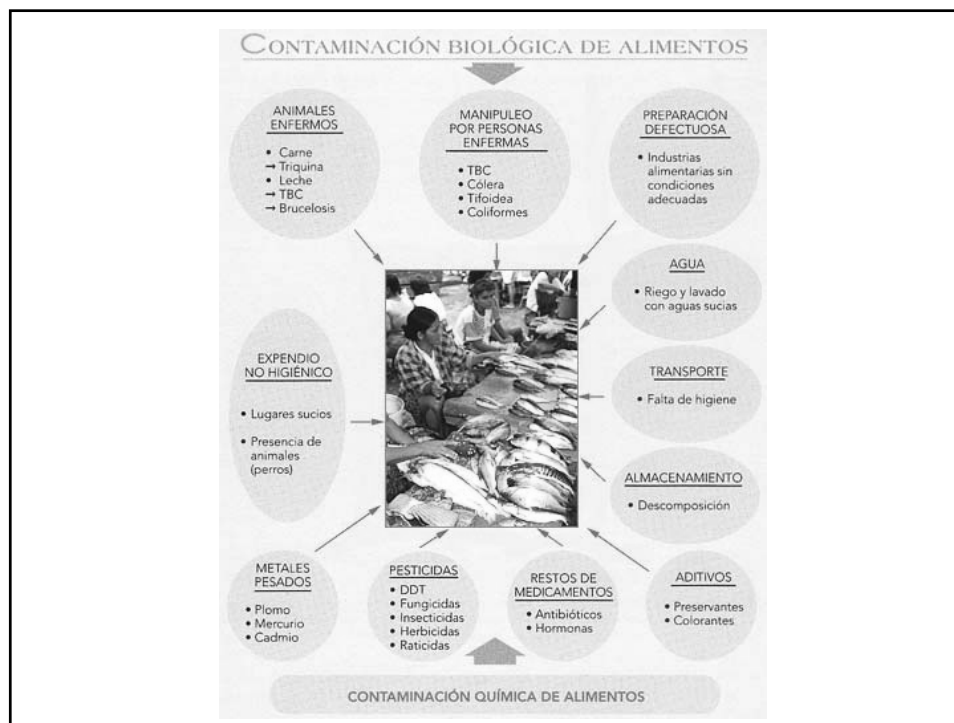
2. La contaminación química alimentaria.

Se debe a la presencia de elementos o sustancias químicas provenientes de desechos de actividades humanas, de la adición deliberada de sustancias, o sustancias tóxicas de origen natural, que convierten a un alimento en peligroso para la salud.

-La presencia de metales pesados, por lo general tóxicos, en bajas concentraciones. Los principales son plomo, arsénico, mercurio, cadmio, cobalto, estaño y manganeso.



- **Pesticidas** (plaguicidas, biocidas o agrotóxicos), que son diversas sustancias químicas usadas para el control de plagas (ratas, insectos, hongos, etc.) como carbamatos, insecticidas órganoclorados, insecticidas órganofosforados, fungicidas y herbicidas, utilizados en los cultivos y algunos muy peligrosos, como el DDT.
- **Restos de medicamentos y sustancias de crecimiento** aplicados a los animales, como antibióticos y hormonas.
- **Aditivos para preservar y colorear los alimentos**, hoy usados intensamente en la industria alimentarla.
- **Sustancias tóxicas naturales** como micotoxinas, biotoxinas y alérgenos.



En términos operacionales la contaminación de alimentos es consecuencia de un manejo defectuoso de los alimentos, permitiendo que entren en contacto con fuentes contaminantes, las que pueden tener diferentes orígenes

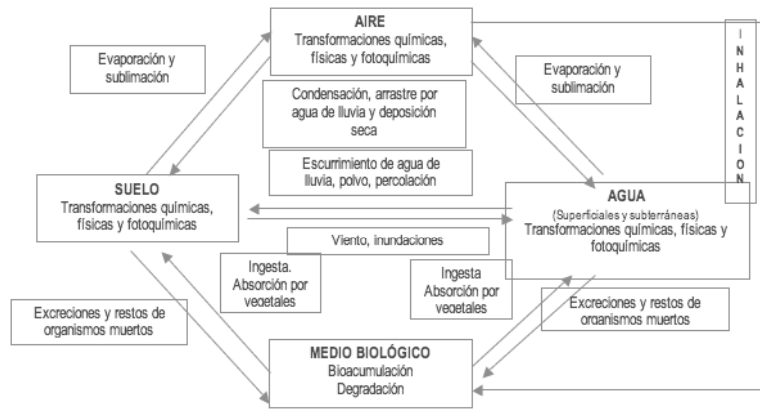


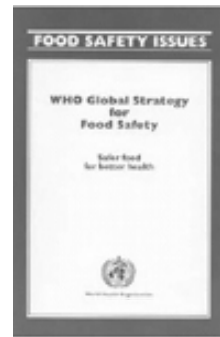
Figura 1: Las rutas ambientales de la contaminación

La Organización Mundial de la Salud ha desarrollado las 5 claves de la Inocuidad de los Alimentos, cuya implementación constituyen una accesible manera de evitar las ETA.

La inocuidad de los alimentos engloba acciones encaminadas a garantizar la máxima seguridad posible de los alimentos.



- 1) Conservar la higiene;
- 2) Separar alimentos crudos y cocinados;
- 3) Cocinar completamente los alimentos;
- 4) Mantener los alimentos a las temperaturas seguras;
- 5) Usar agua potable y materias primas seguras.



Dimensiones del problema América latina y el caribe

Pais	Total de brotes	No. de afectados	Total fallecidos
Argentina	147	3149	5
Bolivia	5	1248	2
Brasil	432	10701	4
Chile	3	48	0
Colombia	1	19	0
Costa Rica	1	4	0
Ecuador	28	1871	12
El Salvador	13	249	0
México	461	9889	41
Nicaragua	105	1059	0
Panamá	14	101	1
Paraguay	65	1055	0
Perú	83	3849	31
Rep. Dominicana	62	1681	0
Uruguay	94	2312	1
Venezuela	193	5322	9

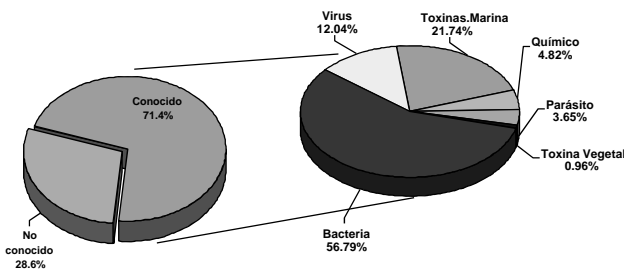
Fuente: Harrison (2004).

Brotos: 6332

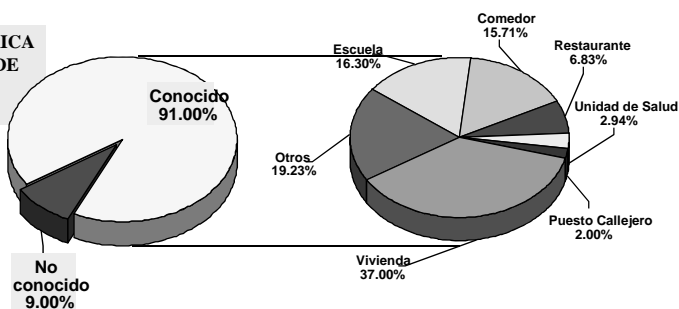
Casos: 230141

Muertes: 317

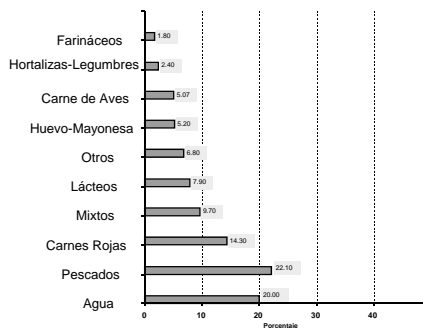
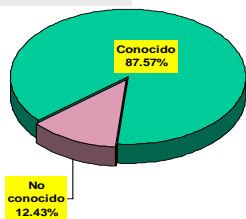
BROTOS DE ETA EN AMERICA LATINA SEGUN AGENTE CAUSAL, 1993-2002



BROTOS DE ETA EN AMERICA LATINA SEGUN LUGAR DE CONSUMO, 1993-2002.



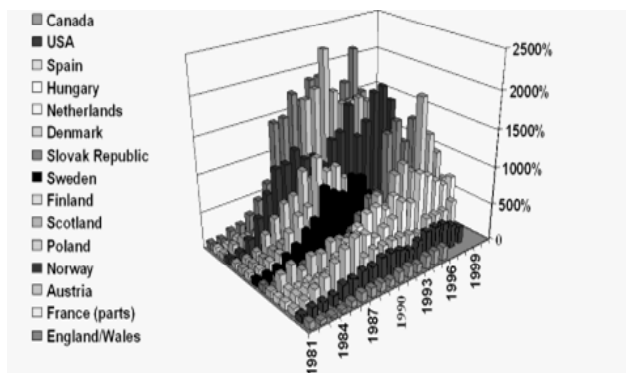
BROTOS DE ETA EN AMERICA LATINA SEGUN ALIMENTO IMPLICADO, 1998-2001.



PATOGENOS EMERGENTES

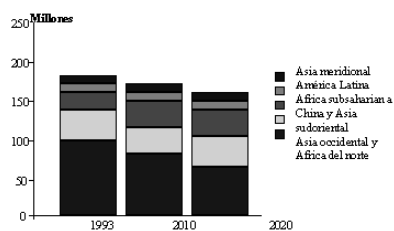
Salmonella enteritidis; *Campylobacter jejuni*; *Escherichia coli* O157: H7; *Listeria monocytogenes*; *Cryptosporidium parvum*; *Cyclospora cayetanensis*; *Salmonella Typhimurium* DT 104; *Vibrio vulnificus* Norovirus

S. enteritidis:
aumento porcentual
en las infecciones
humanas
Europa y EEUU,
1981-2000 (OMS)



Todo el proceso de garantía de la calidad e inocuidad de los alimentos puede considerarse como fase inicial para garantizar un suministro alimentario adecuado, tanto en cantidad como en calidad, basado a la vez en alimentos de buena calidad y aptos para el consumo

Figura 2 Número de niños malnutridos en los años 1993, 2010 y 2020



Fuente: simulación de impacto del HIPA

DISPONIBILIDAD DE ALIMENTO