



ENFERMEDADES DE ORIGEN HIDRICO

Ing. Jorge Corredor

Silvia Vanessa Fuentes Moreno
Mayra Illeana Gomez Rey
2016

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA.
INGENIERIA CIVIL.**

Dedicatoria

La presente tesis de grado la dedicamos primero que todo a DIOS todo poderoso por habernos dado la vida, la voluntad y la oportunidad de estudiar en tan prestigiosa universidad a nuestras queridas familias en especial a nuestros padres por estar a nuestro lado cuando más lo necesitamos ya sea en los malos o en los buenos momentos de nuestras vidas quienes también han sido parte fundamental ya que nos han brindado el apoyo necesario para el feliz desarrollo de este proyecto de grado, por demostramos el interés para que pudiéramos desarrollarnos completamente en todos los campos que necesitamos desenvolvemos.

Agradecimientos

Primero agradecemos a DIOS quien ha sido luz para lograr cada objetivo. A nuestras familias por el apoyo incondicional, a nuestro tutor de tesis de grado el INGENIERO JORGE CORREDOR ya que no fue sencillo el camino hasta ahora sin embargo fue quien estuvo al tanto de cada momento crucial para el desarrollo del proyecto además nos apoyó con temas de su conocimiento y apporto con gran dedicación a todos les agradecemos y hacemos presentes nuestro gran afecto hacia ustedes los que pusieron un granito de arena para darle feliz término a tan mencionado proyecto de grado.

El agua es un componente de la naturaleza en donde es posible encontrar toda clase de microorganismos, el agua ocupa 3/4 del planeta y es indispensable para la vida de animales, plantas, y seres humanos que habitamos la tierra. Con esta cartilla se busca decidir si de acuerdo a los microorganismos encontrados el agua es de una calidad deseable para un propósito particular, su calidad debe ser especificada en términos de uso como agua para consumo humano y animal, agua de riego, agua de recreación y cultivos, agua de uso industrial y laboratorios entre otros. El agua es aquella que, por reunir los requisitos físicos, químicos y micro-biológicos, puede ser consumida por la población humana sin efectos adversos sobre la salud dando a conocer mediante esta cartilla que la presencia en el agua de cualquier forma de materia en concentración que puede producir efectos negativos en la salud del ser humano, flora y fauna, o deterioro de la calidad de agua en usos benéficos. Esta cartilla da a conocer las enfermedades que son producidas por agua contaminada, enfermedades causadas por microorganismos afectando la salud pública, el agua potable y el saneamiento se relacionan con el derecho a la educación, es por esta razón que mediante esta cartilla se informa acerca de microorganismos que se encuentran en el agua y son causantes de no tener acceso a agua descontaminada.

Abstract

Water is a component of nature where it is possible to find all kinds of microorganisms, water occupies 3/4 of the world and is indispensable for the life of animals, plants, and humans that inhabit the earth. With this book it is to decide if the microorganisms found in the water are of desirable quality for a particular purpose, its quality must be specified in terms of use of the water for human and animal consumption, irrigation water, recreational water and Crops, Industrial water and laboratories, among others. Water is one that, because it meets the physical, chemical and microbiological requirements, can be consumed by the human population without adverse effects on health by making known through this first that Presence in the water of any form of matter in concentration that can produce negative Effects on human health, flora and fauna, or deterioration of water quality in beneficial uses. This booklet discloses the diseases that are produced by contaminated water, diseases caused by microorganisms affecting public health, drinking water and sanitation are related to the right to education, it is for this reason that this primer is informed about Microorganisms that are in the water and are responsible for not having access to decontaminated water

TABLA DE CONTENIDO

v

INTRODUCCION.....	ix
OBJETIVOS.....	x
OBJETIVO GENERAL.....	x
OBJETIVO ESPECIFICO.....	x
JUSTIFICACION.....	xi
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	xii
METODOLOGIA.....	xiii
1. GENERALIDADES.....	1
1.1. Microbiología	1
1.1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Clasificación Microorganismos	2
1.2.1. Subcelulares.....	3
1.2.2. Celulares.....	4
1.3. Microorganismo de agua dulce	9
1.4. Microorganismos patógenos	13
1.5. Microscopios	14
2. ENFERMEDADES DE ORIGEN HIDIRCO.....	15
2.1. Enteritis.....	16
2.2. Cólera.....	18
2.3. Paratifoidea.....	20
2.4. Disentería ameboidea.....	21
2.5. Amebiasis.....	22
2.5.1. Filariasis.....	24
3. ENFERMEDADES DE ORIGEN PROTOZOARIA.....	27
3.1. ¿Qué es un protozoo?	27
3.1.1. Toxoplasmosis.....	27
3.1.2. Enfermedades del sueño.....	29
3.1.3. Cryptosporidium.....	30
3.1.4. Malaria.....	31
3.1.5. Tricomoniasis.....	33
4. ENFERMEDADES VIRALES.....	34
4.1. ¿Que es un virus?	34
4.1.1. Fiebre amarilla.....	35
4.1.2. Dengue.....	36
4.1.3. Hepatitis A.....	38
4.2. Poliomieltis.....	39
4.3. Gastroenteritis viral.....	40
5. CALIDAD DE AGUA.....	42
5.1.1. Clasificación biológica.....	42
5.1.2. Clsse I – Zona Oligosapróbica:.....	43
5.1.3. Clase II – Zona β – mesosapróbica.....	43
5.1.4. Clase III – Zona α – mesosapróbica.....	43
5.1.5. Clase IV – Zona polisapróbica.....	43
5.1.6. Clasificación física de la calidad de agua.....	44
5.1.7. Clasificación química de la calidad del agua.....	49

6.	MEDIDAS DE CONTROL.....	52
6.1.	Ebullición	52
6.2.	Desinfección con cloro	52
6.3.	Filtros de cerámica	53
6.4.	Filtro de carbón activado	53
6.5.	Purificación por ozono	53
6.6.	Desinfección por rayos ultravioleta (UV)	53
6.7.	Purificación por ósmosis inversa	54
7.	LISTA DE REFERENCIAS.....	55

LISTA DE ILUSTRACIONES

vii

Ilustracion 1 Priones	3
Ilustracion 2 Procariota.....	4
Ilustracion 3 Eucariota.....	5
Ilustracion 4 Arqueobacteria	5
Ilustracion 5 Eucariotas	6
Ilustracion 6 Protozoo.....	7
Ilustracion 7 Algas.....	8
Ilustracion 8 Hongos.....	8
Ilustracion 9 Protozoos ciliados.....	9
Ilustracion 10 Halteria	9
Ilustracion 11 Euplotes	10
Ilustracion 12 Paramecium	10
Ilustracion 13 Vorticella	11
Ilustracion 14 Stentor	11
Ilustracion 15 Euglena	12
Ilustracion 16 Chlamydomonas	13
Ilustracion 17 Microscopio.....	15
Ilustracion 18 Escherichia coli	16
Ilustracion 19 Salmonella	16
Ilustracion 20 Campylobacter jejuni	17
Ilustracion 21 Estafilococo dorado.....	17
Ilustracion 22 Yersinia enterocolitica.....	17
Ilustracion 23 Shigella.....	17
Ilustracion 24 Vibrio cholerae.....	18
Ilustracion 25 Proceso de transmision del Colera	19
Ilustracion 26 Intestino grueso	19
Ilustracion 27 Paratyphi.....	20
Ilustracion 28 Salmonella	20
Ilustracion 29 Entamoeba histolytica	21
Ilustracion 30 Entamoeba histolyca.....	22
Ilustracion 31 Amebiasis	23
Ilustracion 32 Filariasis	24
Ilustracion 33 Proceso de transmision filariasis.....	26
Ilustracion 34 Toxoplasma Gondi	27
Ilustracion 35 proceso de transmision de toxoplasmosis	28
Ilustracion 36 Tripanosomiasis.....	29
Ilustracion 37 Enfermedad del sueno	30
Ilustracion 38 Criptosporidiosis	30
Ilustracion 39 Cryptosporidiosis.....	31
Ilustracion 40 Procedimiento de dengue	32
Ilustracion 41 Trichomoniasis	34
Ilustracion 42 virus	35
Ilustracion 43 Arbovirus.....	36
Ilustracion 44 Aedes Aegypti	37

Ilustracion 45	Proceso de transmision del dengue	vii
Ilustracion 46	Virus hepatitis A.....	39
Ilustracion 47	Poliovirus.....	40
Ilustracion 48	Gatroenteritis Viral.....	41
Ilustracion 49	Virus Norwalk	41

En la actualidad los efectos adversos del agua sobre la salud humana ha tenido una connotación bastante significativa en la sociedad ya que a ocasiona distintas enfermedades que matan a más de 2 millones de personas en el mundo cada año según en PND (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). “El agua contiene suficientes sustancias nutritivas para permitir el desarrollo de diferentes microorganismos. Muchas de las bacterias del agua provienen del contacto con el aire, el suelo, animales o plantas vivas o en descomposición, fuentes minerales y materia fecal”. (Romero, 1996), por lo anterior, una primera aproximación hace referencia a la presencia de oxígeno en el agua como elemento dominante en la existencia de muchos seres vivos, en particular, para el agua la ausencia de oxígeno indica altos niveles de contaminación. Esta problemática limita la calidad de salud y el desarrollo de los países, por tal razón la Comisión de Naciones Unidas para los Derechos Económicos, Sociales y culturales en el año 2000 incluyó en el derecho de la salud factores como el agua apta para el consumo humano y saneamiento medio ambiental. En este trabajo de investigación y con el contexto que anteriormente fue relacionado, tendrá la finalidad de presentar una cartilla donde se dará a conocer ENFERMEDADES DE ORIGEN HIDRICO y un intento de informar desde lo más básico como lo es el concepto de la microbiología sus generalidades y desde luego su clasificación ya que desde este punto de vista el lector podrá contextualizarse y definir las principales características, los microorganismo patógenos y sus antecedentes teniendo en cuenta que la mayoría de estos microorganismos provocan enfermedades mediante contaminación con excretas humanas y finalmente estas ingresan al cuerpo por la ingesta, se manifiestan en el mayoría de los casos como enfermedades entéricas, el síndrome más frecuente es el de la diarrea, los agentes transmisores pueden ser bacterias, virus o parásitos y finalmente el agua por ser un componente natural no está excepto de distintos contaminantes como partículas y microorganismos que pueden llegar a ser dañinos para salud por tal motivo se enunciarán algunas medidas de prevención que se pueden implementar.

1.1.OBJETIVO GENERAL

Implementar una cartilla donde se darán a conocer los microorganismos patógenos encontrados en el agua superficial de las diferentes regiones y algunas de las enfermedades que son capaces de producir.

1.2.OBJETIVO ESPECIFICO

- Investigar e ilustrar el sistema cada microorganismo.
- Diseñar una cartilla con los distintos microorganismos patógenos.
- Dar a conocer los tipos de enfermedades que se pueden presentar en la población.
- Identificar algunas medidas de control implementadas para combatir a estos microorganismos de aguas superficiales.

Esta cartilla será presentada debido a que en la actualidad las fuentes hídricas que es una necesidad humana básica, han sido uno de los principales causas de enfermedades, además que tiene diferentes maneras de transmisión es por ello que se les dará a conocer de manera relevante algunos aspectos que la sociedad deberá tener en cuenta e identifiquen esta problemática desde puntos específicos, de esta manera con el conocimiento que se presente en la cartilla sea de uso útil y se constituyan en determinantes claves para la reducción de la morbimortalidad. El enfoque de género en este trabajo es de suma importancia ya que se publicará y se dará a conocer a la institución

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

xii

El estudio de estos microorganismos causantes de enfermedades debido al grado de contaminación que tiene el río Bogotá ha tenido grandes consecuencias es por esto que se desea estudiar los microorganismos que se encuentran en el mismo e implementar una cartilla que permita brindar información acerca de los mismos para conocimiento de los ingenieros civiles.

En conclusión: ¿Cuáles son las enfermedades de origen hídrico que debe conocer un ingeniero civil con la finalidad de aplicar estos conocimientos en el diseño de sistemas de tratamiento de agua potable y aguas residual?

La metodología aplicada para el desarrollo de la cartilla fue la compilación, procesamiento y análisis de información primaria que se dio principalmente por el apoyo del tutor de grado Ing. Jorge Luis Corredor Rivera, entrevistas a personas vinculadas con la gestión del agua.

Posteriormente se realizó un análisis y se establecieron los contenidos de la cartilla incluyendo temas generales para contextualizar al lector y luego darle mejor desarrollo al tema en específico. Siguiendo esto para clasificar la calidad de agua se empleó la metodología en donde se requirió de información físico – química y microbiológica, además de los estudios propios de la misma, motivo por el cual normalmente se acude a las características físico – químicas y a la norma que reglamenta su presencia o ausencia de sustancias que puedan afectar la salud humana para el caso de agua potable o el servicio ambiental que se requiera como en proyectos de riego y drenaje y recreación. De lo anteriormente nombrado en la cartilla fue mostrado al mencionado tutor quien dio la aprobación final de dicho producto.

2. GENERALIDADES

2.1. Microbiología

Es la disciplina que se ocupa del reino siendo los microorganismos siendo asignados a uno u otro reino a medida de que fueron descubiertos y agrupándose mediante criterios para su clasificación así algunos organismos unicelulares móviles que presentan afinidades con las células animales pluricelulares se les denominó protozoos y fueron asignados al reino animal, otros organismos unicelulares fotosintéticos denominados algas o protofitas se asignaron al reino vegetal, alguna de las bacterias que realizan fotosíntesis como un grupo más del reino vegetal de los protistas, microbios o microorganismos, cabe destacarse que estos organismos son observados únicamente a través de microscopio.

Se conoce un porcentaje muy pequeño en microbios que hay en el 1%, indicando que a pesar de los avances tecnológicos que se han obtenido mediante el desarrollo adjunto de la ciencia aún queda mucho camino por descubrir y recorrer.

Como consecuencia que su estudio está especialmente focalizado hacia aquellos microorganismos patógenos para el ser humano es que trabaja con especialidades de la medicina como la epidemiología, patología e inmunología.

2.1.1. Antecedentes

La historia de la Microbiología está en la relación de los logros de muchos científicos, pero se mencionan pocos hombres y acontecimientos destacados.

En la bacteriología, los nombres más famosos suelen ser de las personas que convencieron al mundo desarrollando una técnica, ideando un instrumento en donde ha sido posible experimentar los hallazgos con claridad.

La Microbiología nace cuando el hombre aprendió a pulir piezas de vidrio y combinarlas de manera que se lograban amplificar grandes microbios. En el siglo XIII Roger Bacon postuló que la enfermedad era causada por algunas criaturas invisibles.

Esta sugerencia la hicieron nuevamente Fracastoro de Verona y von Pleciz en 1762 pero ninguno dio prueba alguna.

En el año de 1658 un monje llamado Kircher hizo referencia a unos gusanos invisibles que se veían a simple vista en los cuerpos encontrados en descomposición carne, leche y

en los exudados diarreicos. Si bien su descripción no era precisa el fue el primero en reconocer la significación de las bacterias y otros microbios en la enfermedad.

Hooke estableció el hecho de que los cuerpos de animales y plantas están compuestos por algunas partes elementos repetidas con frecuencia, acotación que no es de Hooke sino de la descripción de Aristóteles de estructura celular de las cosas vivas remontadas en el siglo IV A.C.

Aunque probablemente el no fuera el primero en ver las bacterias y los protozoos Antonie van Leeuwenhoek, fue el primero en comunicar sus observaciones y dibujos fueron bastante precisos. Más de 250 microscopios que consistían en lentes de tallado casero montadas en latón y plata.

El descubrimiento de los microbios dio el interés en el origen de las cosas y despertó una fiebre con argumentos y especulaciones.

2.2. Clasificación Microorganismos

Los microorganismos cumplen papeles importantes en la regulación del ecosistema.

Los microorganismos son criaturas vivientes están formadas por las células. Las células son unas pequeñas unidades básicas de la vida estos microorganismos son las estructuras más pequeñas que son capaces de realizar varios procesos de la vida entre ellos se encuentran como la absorción de nutrientes y la expulsión de desechos, estos microorganismos son tan diminutos que solo pueden ser observados mediante el microscopio.

En un principio estos microorganismos no eran vistos como un tipo diferente de organismo pues aquellos microorganismos que realizaban fotosíntesis eran incluidos en el reino vegetal y quienes ingerían alimentos eran situados en el reino animal.

Dada la abundancia de microorganismos unos actúan como saprófitos descomponiendo la materia, otros como autótrofos fijando gases atmosféricos, también podemos encontrarlos en simbiosis con otro ser vivo y por último, otros pueden comportarse como parásitos u oportunistas provocando enfermedades.

Como podemos apreciar los microorganismos se pueden ver a simple vista, si no que han sido descubiertos cuando se empezó a trabajar con Lupas y Microscopios en distintos ámbitos de trabajo científico.

Tipos de microorganismos

Son clasificados según características celulares pues de la misma forma de los vegetales y los animales, existen dos tipos de microorganismos el primer tipo es el protista pues la mayoría de los organismos son eucariotes básicamente. Las células procariotas están rodeadas de una membrana que no contienen núcleo ni otras partes internas al contrario de lo que ocurre en las células eucariotas.

2.2.1. Subcelulares:

Se entiende por encontrarse dos tipos de estructura como lo son los virus, pues estos no se pueden considerar seres vivos, necesitan invadir una célula para reproducirse. Los orgánulos celulares aunque forman parte de la célula los orgánulos junto con la membrana y el núcleo forman la célula.

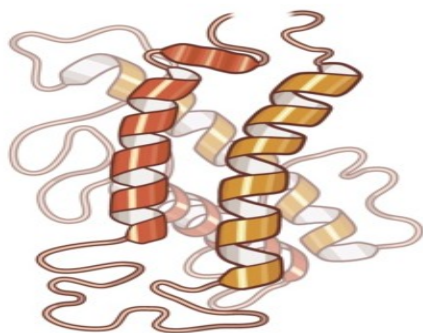
Los hongos al ser organismos eucarióticos poseen muchas células donde los organelos e inclusiones citoplasmáticas que están presentes en las células de organismos eucarióticos que son superiores. Otros componentes citológicos son exclusivamente de las células fúngicas.

- **Priones:** Los priones son partículas subcelulares, proteínas que sin ser virus, tienen también encuentran características patógenas que son infecciosas estos priones no son organismos vivos son solo proteínas que no tienen ácido nucleico. La forma de actuar de un prion es provocar un cambio de la configuración pues es

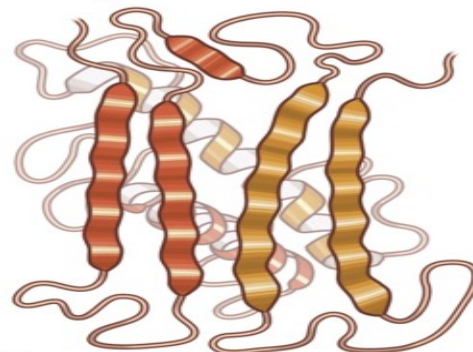
Ilustración 1 Priones

una proteína natural del organismo.

Configuración normal:



Configuración alterada:



Fuente: <http://www.encyclopediasalud.com/>

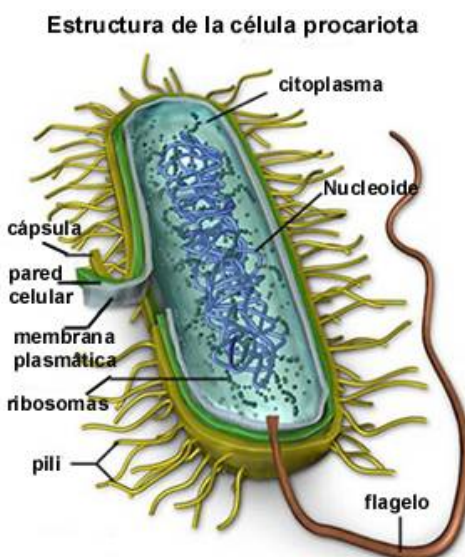
- **Viroides:** son partículas infectivas que pueden causar enfermedades en los organismos vivos que infectan, estos viroides afectan exclusivamente a plantas pues aún no se ha descubierto a un animal o ser humano que haya sido afectado por un viroide. Estos viroides no son considerados seres vivos pues no tienen actividad metabólica fuera de la célula que infectan.
- **Virus:** Los virus son parásitos intracelulares submicroscopicos compuestos por ARN o por ácido desoxirribonucleico (ADN) y una capa protectora de proteína o esta misma proteína que se encuentra combinada con componentes lipídicos o glúcidos. El tamaño y la forma de los virus son muy variables. Hay dos grupos estructurales básicos.

2.2.2. Celulares

Los microorganismos comprenden todos los procariotas y los microorganismos eucariotas (Los protozoos, los mohos, los mucosos, los hongos y las algas microscópicas).

- **Procariotas:** Estas células tienen ausencia de núcleo, la zona donde es encontrado el ADN y ARN no está limitada por una membrana como lo son las bacterias.

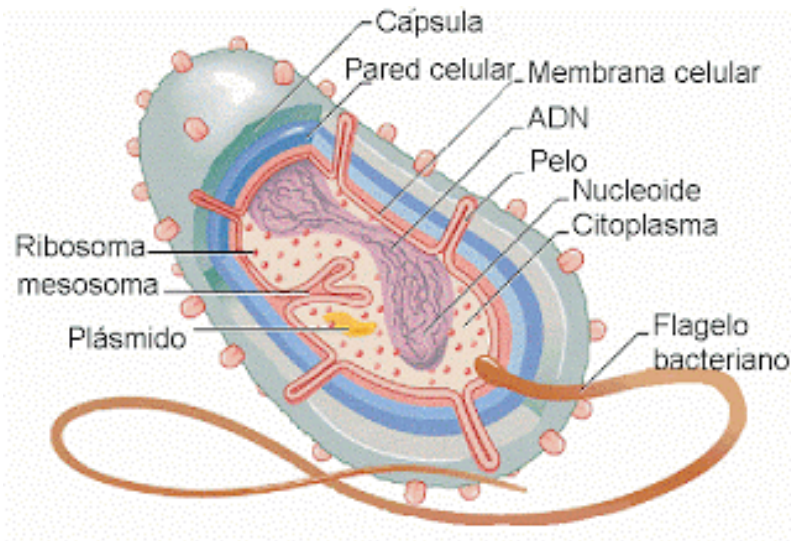
Ilustración 2 Procariota



Fuente: <http://celulabhill.galeon.com>

- ✓ **Eurobacterias:** poseen paredes celulares formadas por peptidoglicano incluye a la mayoría de bacteruas y también a las cianobacterias.

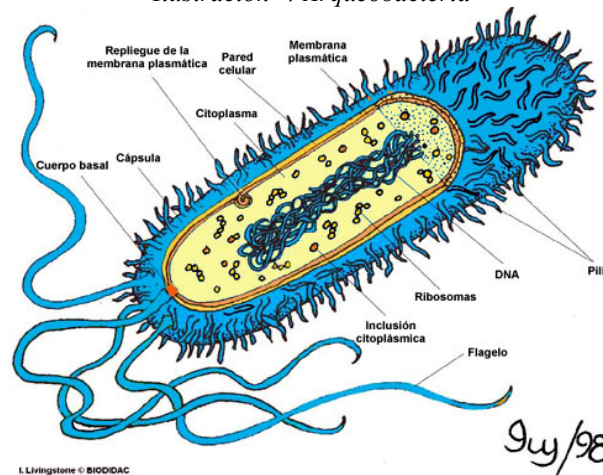
Ilustracion 3 Eucariota



Fuente: <http://eca-ensenanzamedia-biologia.blogspot.com.co>.

- ✓ **Arqueobacterias:** estas bacterias utilizan otras sustancias para constituir sus paredes celulares. Las características que poseen principalmente es que habitan en condiciones extremas como manantiales sulfurosos calientes o aguas de salinidad muy elevadas.

Ilustracion 4 Arqueobacteria

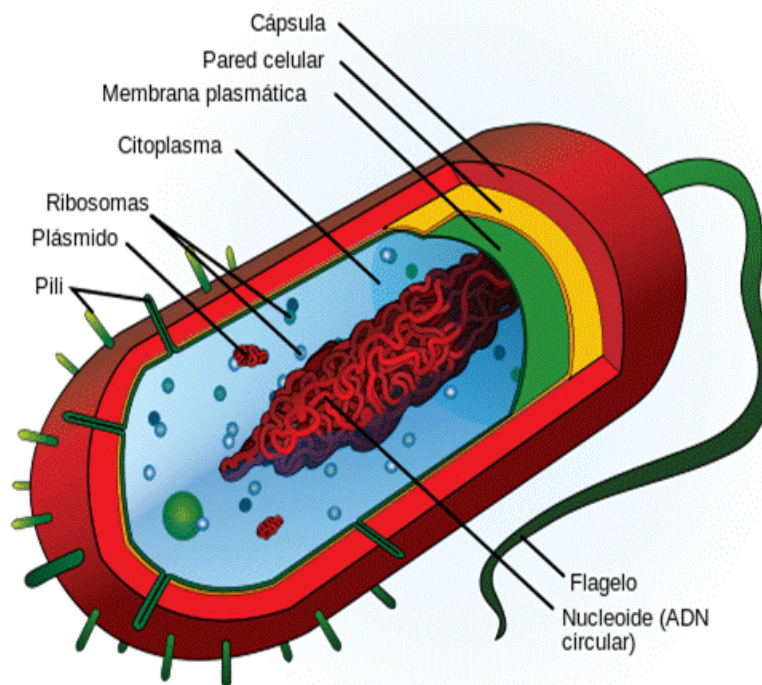


L.Livingstone © BIODAC

Fuente: <http://lamagiadelosovnis.blogspot.com.co/>

- **Eucariotas:** las células eucariotas son aquellas células en donde su núcleo es organizado con una envoltura celular o membrana que lo aísla del resto de la célula. Estas células forman parte de los tejidos de organismos multicelulares como hombres y animales poseen múltiples orgánulos. Las células de los vegetales, animales, hongos y protistas son eucariotas. La principal diferencia entre las células procariotas y las eucariotas es que la eucariota tiene un núcleo celular delimitado por una membrana que es llamada la membrana nuclear y la célula procariota tiene un núcleo pero este no está separado del resto de la célula por la membrana nuclear

Ilustracion 5 Eucariotas



Fuente: <https://www.celulaseucariotasyprocariotas>

- ✓ **Protozoos:** son organismos unicelulares y heterótrofos con distintas formas de vida y tienen su clasificación de acuerdo a la manera como se desplazan ya sea por:

- 1- Flagelados como es el Tripanosoma que es un parásito que produce la enfermedad del sueño transmitiéndola a través de la mosca tse-tse.
- 2- Ciliados, como el Paramecio este se encuentra en las charcas.
- 3- Seudópodos como ejemplo la ameba.
- 4- Inmóviles: como el Plasmodium que es un parásito que ocasiona transmitir la enfermedad de la malaria por medio del mosquito Anopheles a través de su

Ilustracion 6 Protozoo

picadura.



Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos31/protozoos/protozoos.shtml>

- ✓ **Algas:** Son estas algas protistas diversos organismos desde organismos que son unicelulares hasta aquellos que son hasta autótrofos de organización sencilla que pueden vivir en el agua o lugares húmedos, algunas de estas algas se encuentran inmóviles y otros se desplazan mediante de cilios, flagelos, o pseudópodos.

✓ **H**
o
n
g
o
s:
est
os
ho
ng
os

Ilustracion 7 Algas

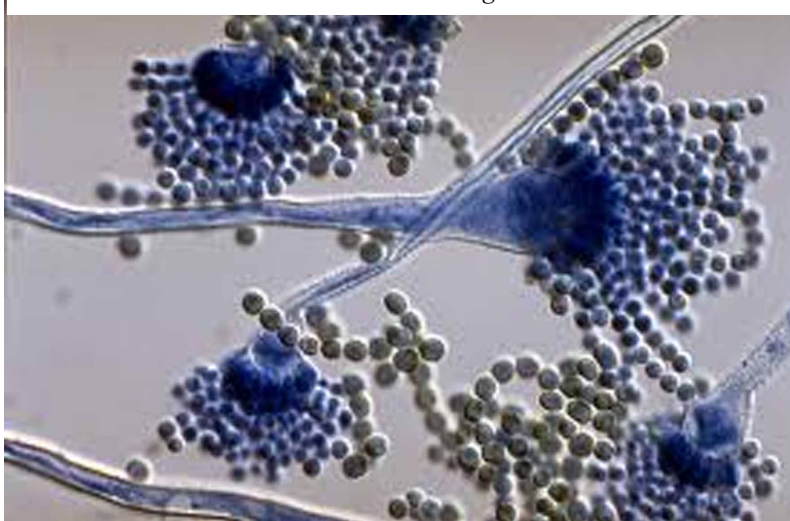


no son plantas ni animales aunque las características que desarrollan tanto como unos u otros se encuentran fijos a un sustrato y mientras estén vivos no cesan de crecer.

Los hongos parásitos viven dentro de los seres vivos obteniendo su alimento de estos llegando a producir enfermedades que se relacionan de manera mutualista entre otros organismos constituyendo de esta manera alianzas vivas de beneficio mutuo.

Los hongos tienen diferentes hábitos que les permiten subsistir en el ecosistema como lo hongos saprófitos, es decir descomponedores de materia orgánica cuales cumplen con una función ecológica pues se encargan de reciclar la materia muerta y de esta manera de la recirculación de sustancias nutritivas para el ecosistemas.

Ilustracion 8 Hongos



Fuente: http://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2013_610.html

2.3. Microorganismo de agua dulce

Son cuerpos de agua más pequeños que los océanos pero importantes de todos modos. Estos incluyen lagos, ríos, arroyos y riachuelos. Estos biomas ocupan 1/5 del planeta y son vitales para nuestra supervivencia. Más de la mitad de agua potable para los seres humanos y animales proviene de este recurso. En los biomas de agua dulce existe abundante nutrición y minerales, es por eso que tantos tipos de plantas y animales son capaces de prosperar en tales ubicaciones, sin embargo la intervención del ser humano ha sido perjudicial pues no colabora con la manutención y preservación de este recurso.

Algunos de los microorganismos más frecuentes de aguas dulces son:

Protozoos ciliados: Los ciliados o infusorios son protozoos unicelulares heterótrofos con el cubierto de cilios que les sirven para la locomoción y la captura del alimento. Generalmente estos protozoos se encuentran 0'12 a 0'30 milímetros.

Ilustracion 9 Protozoos ciliados



Fuente: <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/enlinea/Ruminal/microorganismos.htm>

Halteria: Protozoo que se mueve mediante la rotación acompañándose de grandes saltos. En la posición tiene unas largas y finas cerdas en círculo, cilios que son reducidos a la porción del citostoma, ciliados oligótrofos.

Ilustracion 10 Halteria



Fuente: <https://www.alteria.com>

Euplotes: Cuerpo oval, peristoma ancho curvado en la zona lateral de cuerpo así que por lo general cuatro estilos en la región cuadal y en l estilo frontal seis a ocho, contiene un núcleo grande, bien visible de forma arqueada.

Ilustracion 11 Euplotes



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=x4o9dBLXLJc>

Paramecium: Silueta que recuerda a una zapatilla este microorganismo se encuentra cubierto de cilios (ciliado holotrico)

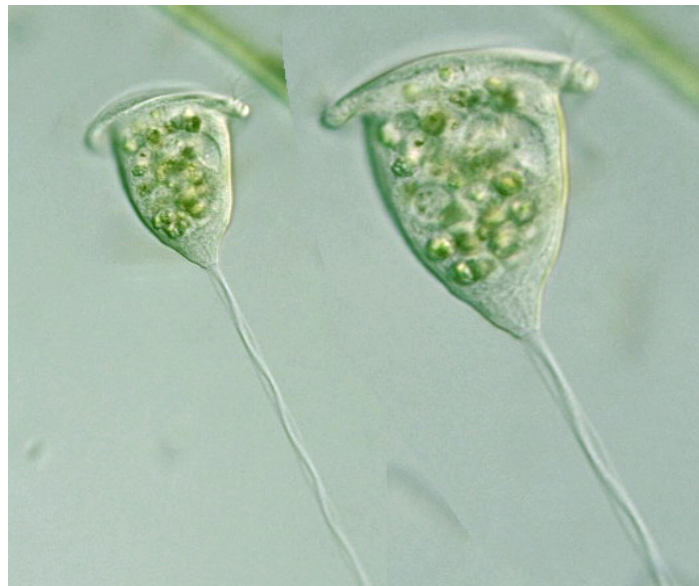
Ilustracion 12 Paramecium



Fuente: <http://losprotistas.blogspot.com.co/2006/07/protistas.html>

Vorticella: Cilios limitados a la zona del citostoma, pedicelo o pie contráctil filiforme que puede retraerse pues su núcleo se encuentra lardo en forma de herradura. Este microorganismo vive sobre algas filamentosas.

Ilustracion 13 Vorticella



Fuente: <http://protist.i.hosei.ac.jp/>

Stentor: Psee una forma de embudo o de trompeta, los cilios que tiene recubren todo su cuerpo, pero mas largos y diferenciados son los ciliados heteroticos, el peristoma de

Ilustracion 14 Stentor

forma espiralada en el borde anterior. Este protozoo posee un núcleo largo y monoliforme.



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=YybvNCWPXkA>

Euglena: Flagelado con abundantes cromatóforos verdes, en la porción anterior poseen un pequeño citoplasma que tiene una citofaringe reducida y mediante este citoplasma sale el flagelo, que en su base de inserción en el animal presenta un estigma, granulo de color rojo que es sensible a la luz, este protozoo abunda en agua de charcas en primavera y logra impregnar de un color verdoso a las aguas donde se encuentra.

La euglena es un organismo unicelular pero de forma variable dentro de la especie pues pueden ser flagelados pasando a un estado inmóvil cambiando de forma p lográndose hacer esféricos y equitándose. En ocasiones forman colonias unidas por una matriz gelatinosa, estos microorganismos no son totalmente autótrofos aproximadamente 1/3 son fotosintéticos la mayoría son heterótrofos obligados.

Ilustracion 15 Euglena



Fuente: <http://www.vidainvisible.com/>

Chlamidomonas: Con el cuerpo en forma elipsoidal o esférica, dos flagelos en la posición anterior, el contenido celular tiene color rojo, puede dar una pigmentación rojiza a las aguas de las lluvias o de la nieve.

Ilustración 16 Chlamydomonas



Fuente: <http://web.mst.edu/>

2.4. Microorganismos patógenos

Son organismos que si no es con ayuda de un microscopio son imposibles de observar por el ojo humano, estos son encargados de causar enfermedades en los seres humanos, encontrados en diversos campos como el agua donde tienen características que los logran diferenciar de los contaminantes químicos por ejemplo son organismos vivos que no se disuelven en el agua sino se coagulan o se anexan a unas sustancias coloidales o sólidos en suspensión que están presentes en el agua.

2.5. Microscopios

El microscopio es una conjunción de dos conceptos “micro” pequeño y “scpio” significa solo observar este instrumento permite observar objetos que son muy pequeños como para ser vistos por la vista del ser humano.

Este instrumento logra aumentar la capacidad de observación a niveles de acercamiento para lograr un posible análisis de las partículas obteniendo la imagen de la investigación acerca de los diminutos objetos. Al estudio de estos microorganismos se les denomina microscopia.

Origen e historia

Este instrumento fue inventado por Zacharias Janssen en el año de 1590, este instrumento óptico realizó grandes aportes a la investigación médica, en el año de 1667 Marcello Malpighi un biólogo italiano fue el primer investigador en estudiar los tejidos vivos gracias a este instrumento.

Un holandés Anton Van Leeuwenhoek, utilizo los microscopios describiendo por primera vez organismos, protozoos, bacterias, espermatozoides y glóbulos rojos. Se lo puede considerar como quien fundó el estudio de los microorganismos.

Avanzando más técnicamente se incrementa el nivel de la ampliación de los microscopios posibilitando investigaciones médicas exhaustivas, llegando más adelante el microscopio electrónico desarrollado en el año de 1931 por dos investigadores Max

Ilustración 17 Microscopio



Knoll y Ernst Ruska logrando un salto para la técnica.

Fuente: <http://datateca.unad.edu.co/contenidos/201101/curso/Microscopio.htm>

3. ENFERMEDADES DE ORIGEN HIDRICO

El agua forma parte de la estructura y el metabolismo de los seres vivos, al igual que es el elemento moderador del clima, y fuente de energía, interviene en todas las actividades posibles que realizan los seres vivos. El agua es vital para el hombre cuando esta es

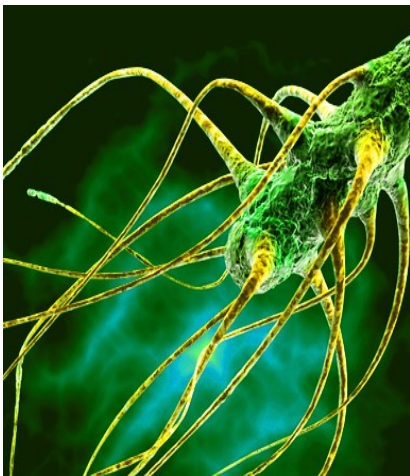
potable de lo contrario si esta es contaminada puede ser perjudicial lo que ocasionará enfermedades y en varios casos hasta la muerte. La capacidad del agua para transmitir enfermedades depende de su calidad microbiológica.

3.1. Enteritis

La enteritis es la inflamación del intestino delgado. En algunos casos dicha inflamación incluye el estomago y el intestino grueso, debido a que las bacterias y virus los infectan. Entre las bacterias causantes de esta enfermedad están Salmonela, Escherichia coli (E. coli), Estafilococo dorado (E. dorado), Campylobacter jejuni (C. jejuni), Shigella, Yersinia enterocolitica.

La ingesta de comida y agua contaminada por bacterias es una de las principales causas de la enteritis. Entre los factores más contribuyentes están la falta de higiene y el manejo inadecuado de los alimentos. Es más probable contraer enteritis al momento de viajar a sitios en donde los servicios sanitarios sean deficientes y practicas higiénicas de calidad inferior.

Ilustracion 19 Salmonela



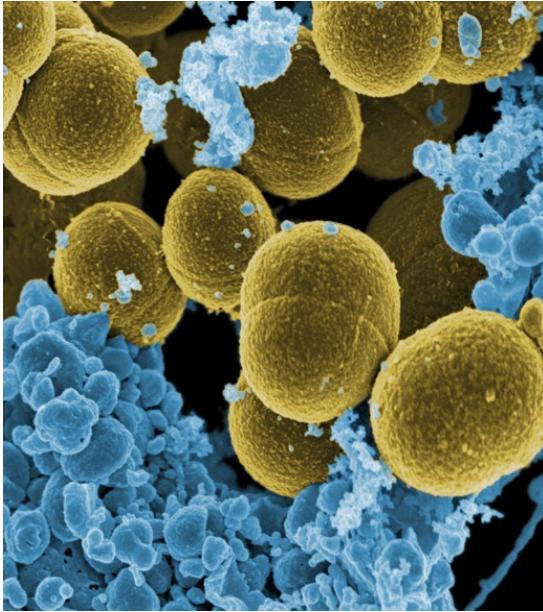
Fuente: <http://lideres.co/tag/salmonella/>

Ilustracion 18 Escherichia coli



Fuente: <http://cbtis253escherichiacoli.blogspot.com.co/>

Ilustracion 21 Estafilococo dorado



Ilustracion 20 Campylobacter jejuni



Fuente: <http://www.20minutos.es/>

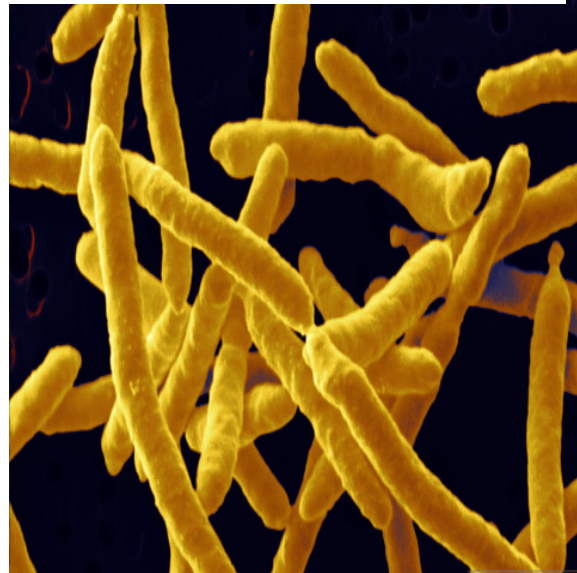
Fuente: <http://www.bacteriainphotos.com/>

Ilustracion 23 Shigella



Fuente: <http://bagginis.blogspot.com.co/>

Ilustracion 22 Yersinia enterocolitica



Fuente: <http://www.gettyimages.com/>

Los síntomas pueden comenzar de horas a días después de haber sido infectado. Los síntomas pueden incluir dolor de abdominal, diarrea aguda y grave, falta de apetito, vómito y sangre en las heces.

3.2. Cólera

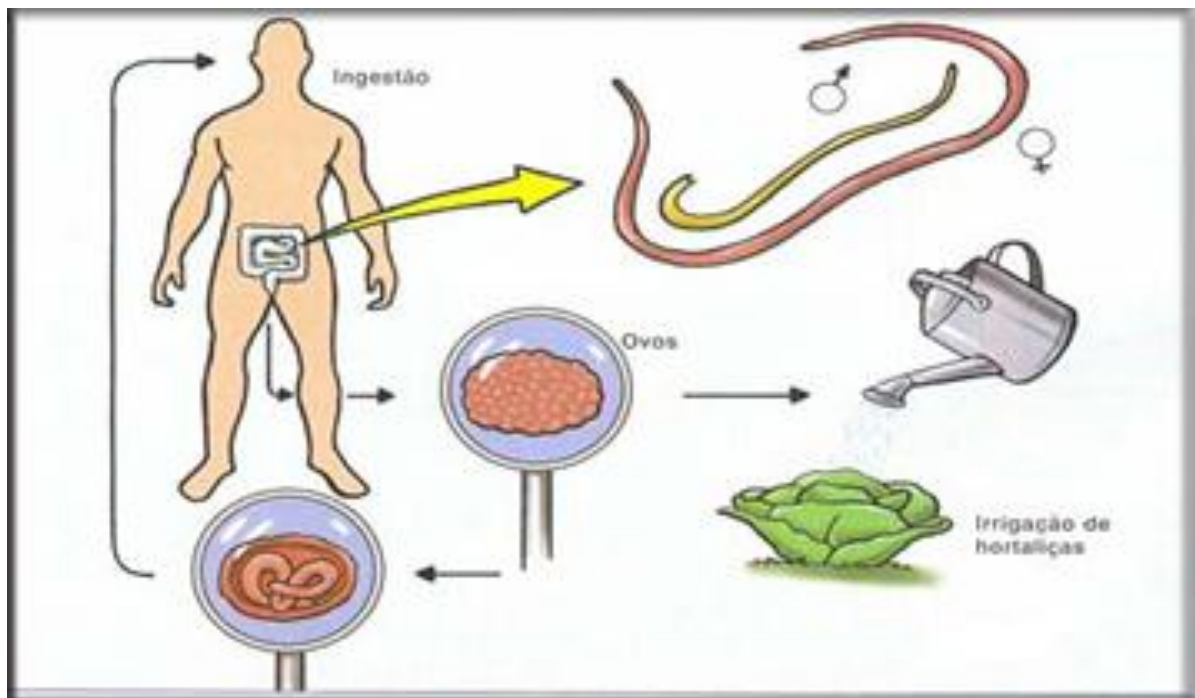
Es una enfermedad infecciosa producida por la bacteria *Vibrio cholerae* que al ingresar al organismo de una persona provoca diarrea muy abundante. Esta bacteria vive en el agua, en mariscos y en el plancton. Es resistente al frío y al calor, pero sensible a la falta de agua y a la luz del sol. Esta bacteria se aloja en el intestino de la persona infectada, por lo que la principal vía de es la ingesta de agua o alimentos contaminados con heces y vómitos que contiene la bacteria. Esto ocurre por consumir agua no potable y que puede estar contaminado con heces contaminadas o infectadas o por el contrario a la hora de consumir alimentos que estén en contacto con el agua contaminada. Se calcula que 1 de cada 20 personas mueren a causa de esta enfermedad.

Ilustracion 24 Vibrio cholerae



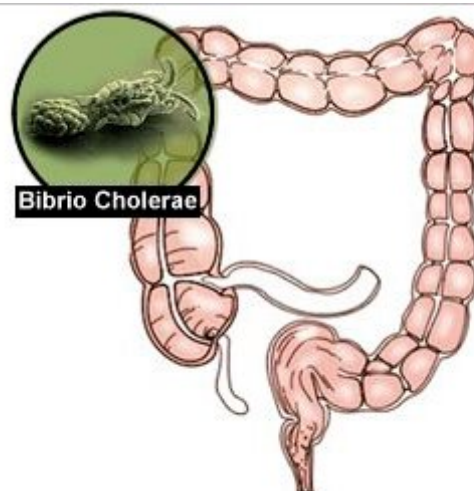
Fuente: <http://parasites.czu.cz/>

Ilustración 25 Proceso de transmisión del Cólera



Fuente: www.sq.com.b

Ilustración 26 Intestino grueso



Fuente: <http://agentevibriocholerae.blogspot.com.co/>

Los síntomas de cólera en casos graves se llega a perder casi un litro de líquido por hora, pero usualmente la cantidad es mucho menor. Por lo general, la enfermedad comienza

con una diarrea repentina, indolora y acuosa, además de vómitos. En tales situaciones graves, la gran disminución de agua y sal produce una marcada deshidratación con intensa sed, calambres musculares, debilidad y una producción mínima de orina

3.3. Paratifoidea

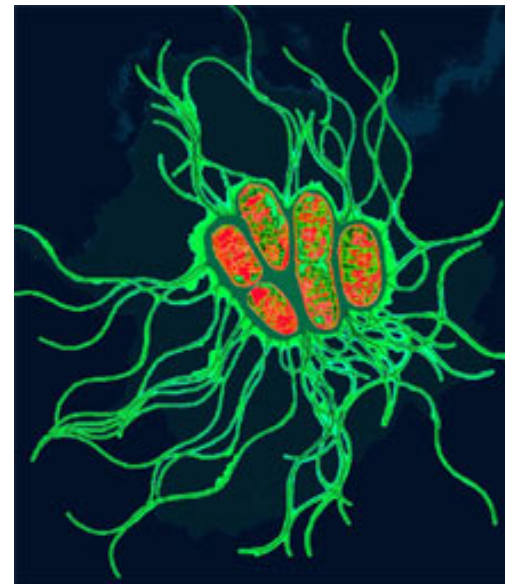
Es una infección entérica y bacteriana generalizada, agentes infecciosos pueden ser salmonella, schttmulleri, paratyphi, se presenta esporádicamente, el periodo de incubación es de 1 a 3 semanas para la fiebre entérica, de 1 a 10 días para producir la gastroenteritis o en otro caso se presenta un brotes limitados que suele tener principio brusco, con fiebre continua, esplenomegalia, a veces manchas rosadas en el tronco. mientras persiste el agente infeccioso en la excreta o desde que aparecen los síntomas anteriormente mencionados, la enfermedad evoluciona. Un dato importante es que las personas infectadas pueden convertirse en portadoras permanentes.

Ilustracion 28 Salmonella



Fuente: <http://www.prevensystem.com/>

Ilustracion 27 Paratyphi



Fuente: <http://www.marlerblog.com/>

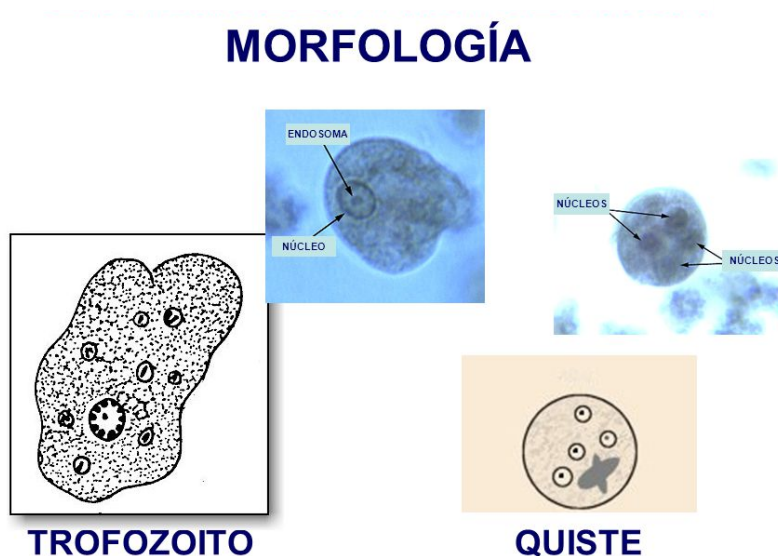
Los síntomas son muy parecidos a la fiebre tifoidea, sin embargo esta se presenta de repente y con síntomas leves y una duración muy corta. Un síntoma muy común es la fiebre alta y duradera, dolor de cabeza, dolor abdominal, malestar general, anorexia, tos

y bradicardia. Otros de los síntomas son dolor de garganta, dolor de garganta, mareos y dolores musculares, como también trastornos mentales.

3.4. Disentería ameboidea

El término de disentería se emplea para asignar a las enfermedades infecciosas que presentan ddiarrea sanguinolenta. Los microorganismos capaces de producir desinteria como es la ameba *Entamoeba histolytica*. El parasito se adquiere por el consumo de alimentos y agua contaminada con quistes de amebas. Este parasito se establece en el intestino donde puede vivir como “comensal” sin producir enfermedad alguna, sino que se produce una inflamación al intestino, atravesando la pared del intestino pasar a la sangre y así produce la

Ilustracion 29 Entamoeba histolytica



enfermedad a otros órganos como el hígado, el pulmón o el cerebro.

Fuente: <http://slideplayer.es/>

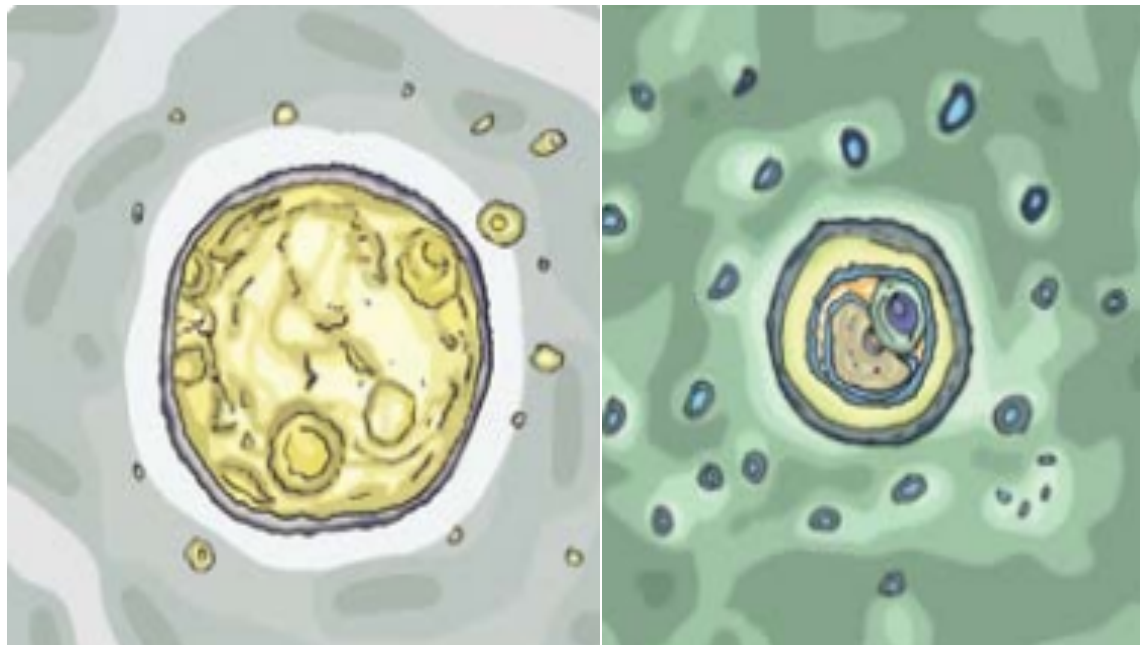
3.5.Amebiasis

Es una infección del intestino grueso causada por la *Entamoeba histolytica* un parasito unicelular. Para que este parasito sobreviva depende de la excreción de los quistes en las heces y de la subsiguiente ingestión en otro huésped (transmisión persona-persona).

La transmisión es más probable que la amebiasis se propague entre los que viven en instituciones que tienen una higiene incorrecta. Las frutas y verduras pueden contaminarse cuando crecen en tierra fertilizada con abono humano, se lavan con agua contaminada o las prepara alguien infectado. La transmisión se produce también por la acción de

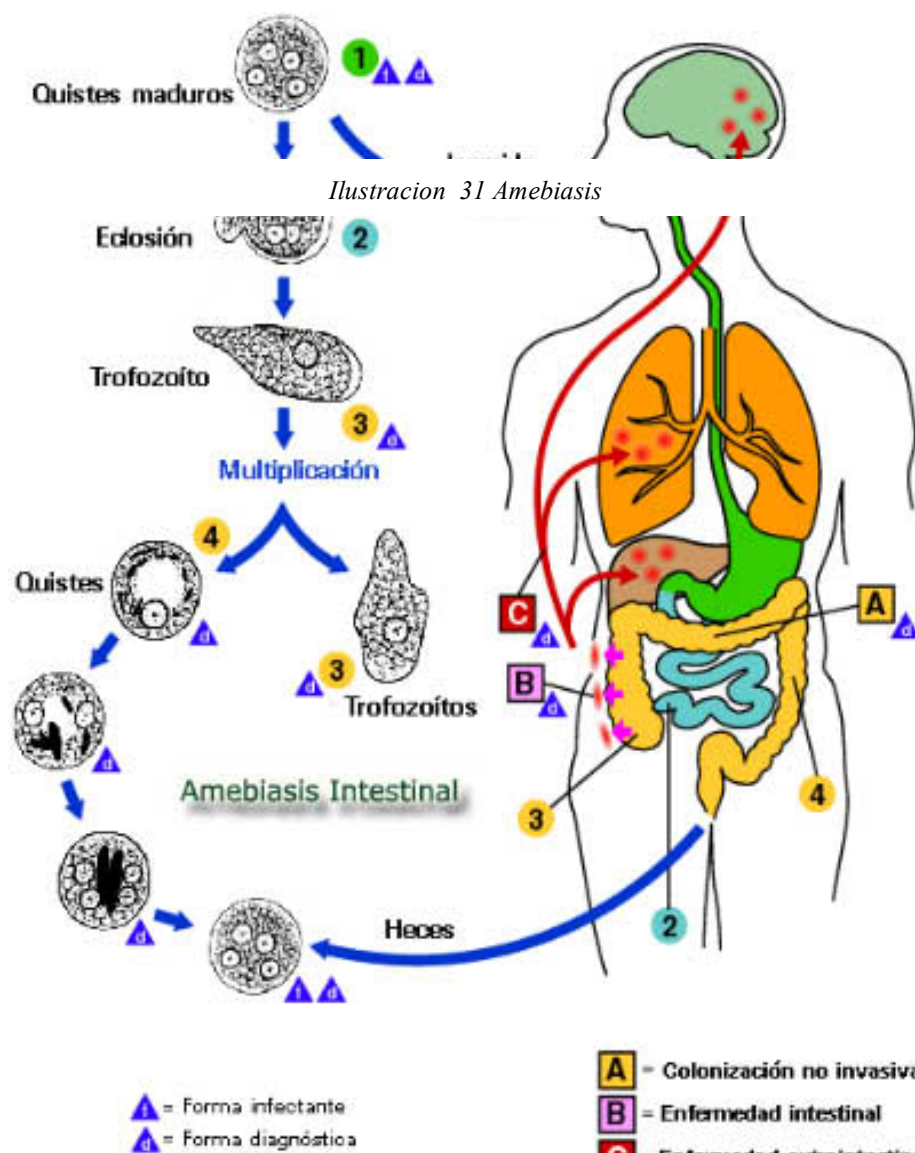
moscas y cucarachas, entre otros. La amebiasis se puede observar más que todo en lugares tropicales donde hay condiciones de hacinamiento y salubridad deficiente.

Ilustracion 30 Entamoeba histolytica



Fuente: <http://www.aguasimple.org>

Los síntomas de los infectados generalmente son personas que viven en climas templados, en algunos casos, los síntomas son leves que pasan desapercibidos. Se presentan síntomas como la diarrea y estreñimiento intermitentes flatulencia y retorsiones abdominales, al igual es posible que las heces contengan moco y sangre lo que ocasiona dolor en el abdomen. Puede haber fiebre. Cuando los trofozoitos invaden el intestino se forma un gran bulto en la misma (ameboma) que puede obstruir el intestino que en algunos casos se confunde con el cáncer.



Fuente: <https://encryptedtbn3.gstatic.com>

3.5.1. Filariasis

La filariasis linfática, conocida generalmente como elefantiasis es una enfermedad tropical desatendida. La infección humana se logra transmitir con unos parásitos filarias a través de los mosquitos.

Esta enfermedad es transmitida por tres tipos de gusanos como lo son *Wuchereria*, *Brugia malayi*, *Brugia timori*. Los gusanos adultos se alojan en el sistema linfático y alteran el sistema inmunitario, logrando vivir una medida de seis a ocho años y a lo largo de su vida producen millones de larvas que circulan en la sangre, los mosquitos se infectan con estas larvas que posteriormente infectan a las personas donde estas larvas maduran desde la

Ilustración 32 Filariasis



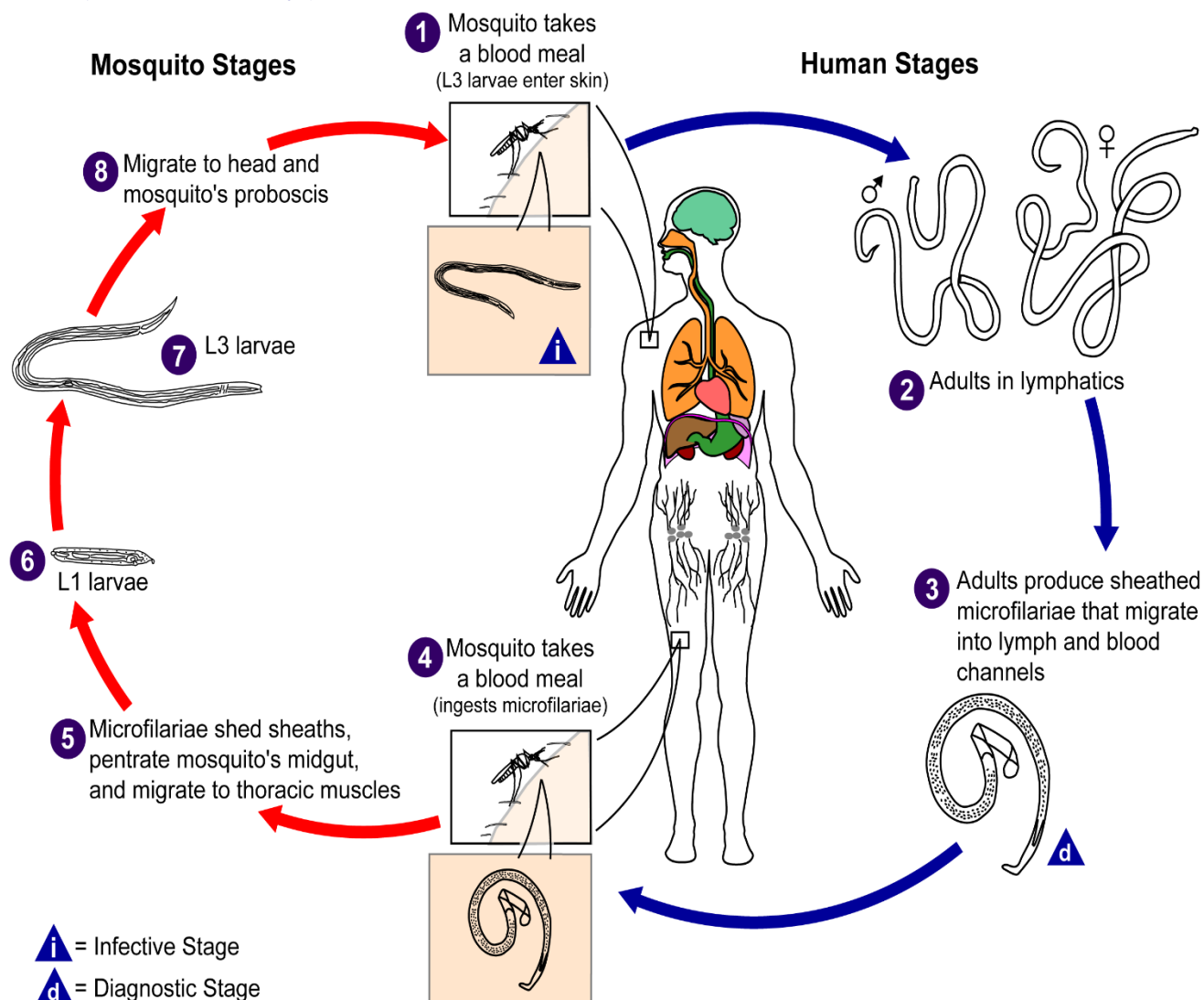
piel continuando el ciclo de transmisión.

Fuente: <http://www.medindia.net/patients/patientinfo/filariasis.htm>

Las manifestaciones dolorosas y muy desfigurantes de la enfermedad, linfedema, elefantiasis e inflamación escrotal, estos causan discapacidad permanente, los pacientes que poseen en una enfermedad no solo quedan discapacitados sino que su discapacidad aumenta también su salud mental, su comportamiento social y financiero contribuyendo a su estigmatización y la pobreza por no conseguir un empleo por su condición.

Filariasis

(*Wuchereria bancrofti*)



Ilustracion 33 Proceso de tranmision filiarisis

Fuente: <http://dicciomed.eusal.es/palabra/filariasis>

4. ENFERMEDADES DE ORIGEN PROTOZOARIA

4.1. ¿Qué es un protozoo?

Es un grupo heterogéneo de organismos microscópicos unicelulares que poseen estructura celular típica. Se conoce comúnmente a este conjunto de animales como un filo único dentro del reino animal. En los protozoarios se observa todo tipo de simetría y una alta gama de complejidad estructural, y adaptaciones para todas las condiciones ambientales a las que serán sometidos.

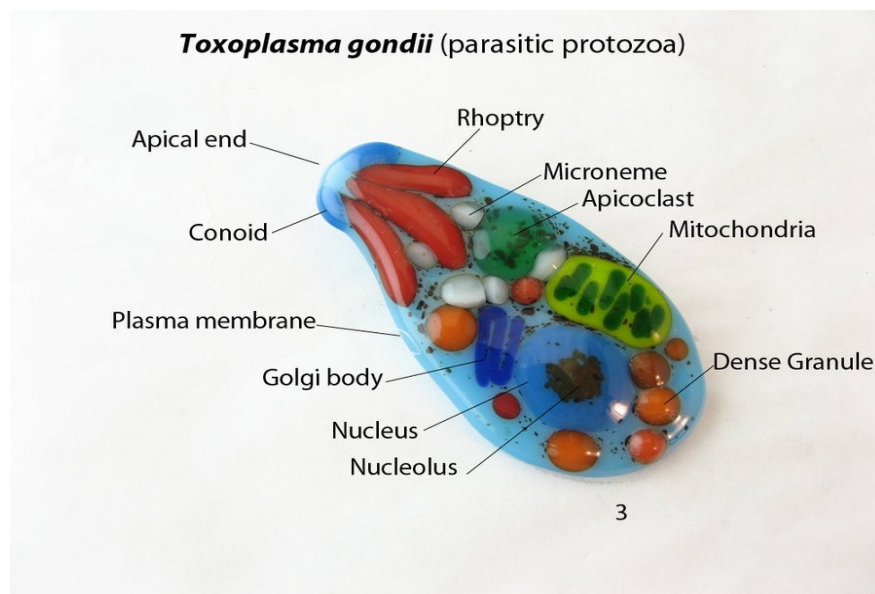
Los protozoarios se pueden encontrar principalmente en lugares húmedos, son comensales simbióticos y muchas especies parasitarias.

4.1.1. Toxoplasmosis

La toxoplasmosis se encuentra en los seres humanos en todo el mundo, también la padecen animales, y de aves. El parásito vive también en los gatos. La infección de los humanos puede transmitirse de diversas maneras como las transfusiones de sangre o el trasplante de órganos sólidos, el manejo de los excrementos de gato, ingerir tierra

Ilustracion 34 Toxoplasma Gondi

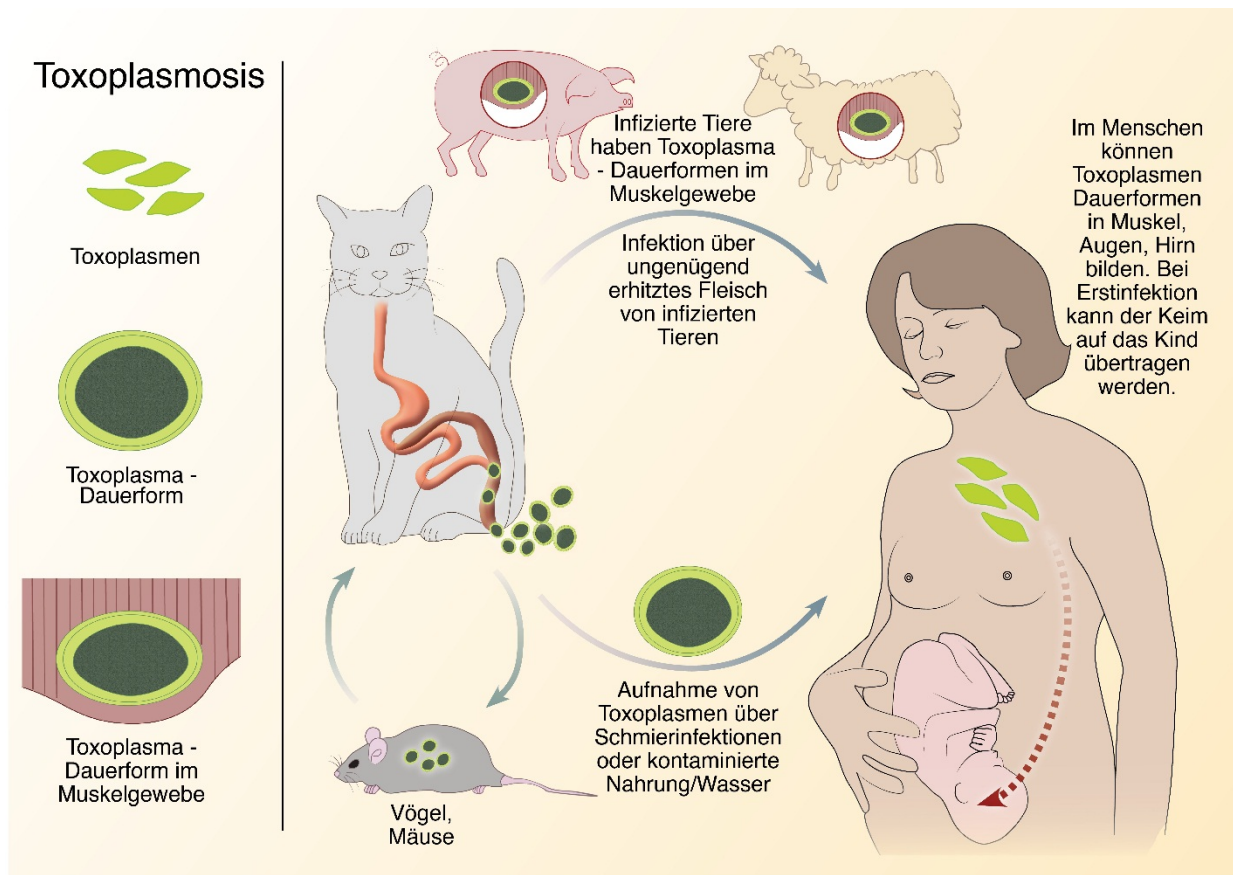
contaminada, comer carne cruda o mal cocido.



Fuente: <https://www.taringa.net/posts/info>

La toxoplasmosis afecta a personas con sistemas inmunitarios debilitados puede transmitirse de una madre a su bebe mediante la placenta ocasionando toxoplasmosis congénita.

Ilustracion 35 proceso de transmision de toxoplasmosis



Fuente: <http://www.taringa.net/post/mascotas/19275305/Toxoplasmosis-lo-que-tenes-que-saber.html>

El tratamiento para esta enfermedad depende si la persona es o no sintomática, las medicinas constan desde antipalúdicos hasta antibióticos, las personas que tienen Sida deben continuar el tratamiento en tanto el sistema este débil se debe prevenir la reactivación de la enfermedad.

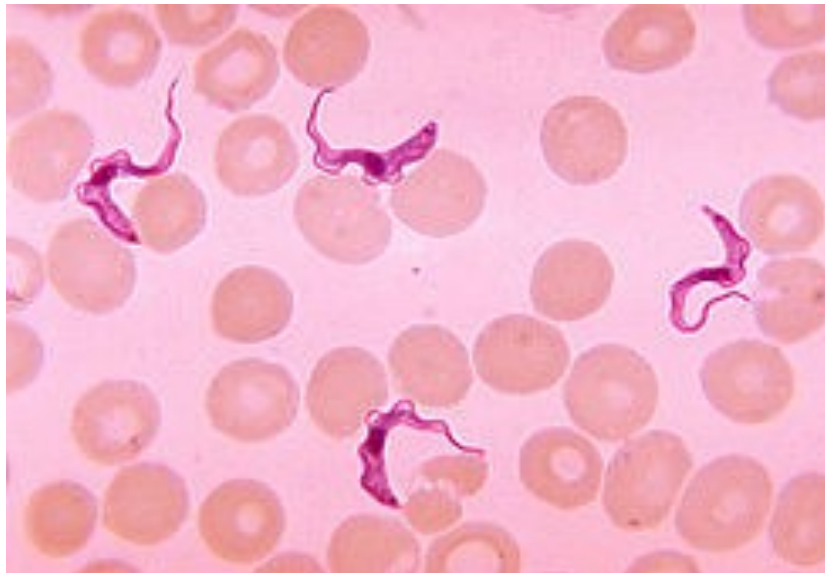
Los síntomas ocasionados por esta enfermedad si los hay aparecen de una a dos semanas después de entrar en contacto con el parásito, teniendo en cuenta que esta enfermedad puede afectar el cerebro, el pulmón, los ojos el hígado e incluso el corazón.

4.1.2. Enfermedades del sueño

Esta enfermedad es una infección causada por microbios que son transmitidos por ciertas moscas ocasionando una inflamación del cerebro, las causas de esta enfermedad del sueño está provocada por el *Trypanosoma brucei rhodesiense* el cual es quien produce la más grave enfermedad.

Las moscas llamadas tsetse también transmiten la infección pues cuando una mosca infectada pica la infección se propaga a través de la sangre pues uno de los principales factores de riesgo para contraer esta enfermedad es vivir en una parte de Africa en donde es encontrada la enfermedad por ser picado por este tipo de mosca, la enfermedad no se presenta en Estados Unidos.

Ilustracion 36 Tripanosomiasis



Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Tripanosomiasis_africana

Los síntomas se pueden evidenciar entre ansiedad, cambios de ánimo, fiebre, debilidad, el insomnio en la noche, somnolencia entre otros; Estos medicamentos para contrarrestar la enfermedad son Eflornitina, Melarsopol, Pentamidina, Suramina entre otros encontrados, la muerte puede estar dentro de los 6 meses siguientes a una insuficiencia cardíaca.



Ilustracion 37 Enfermedad del sueño

Fuente: <http://enfermedad-de.com/del-sueno/>

4.1.3. Cryptosporidium

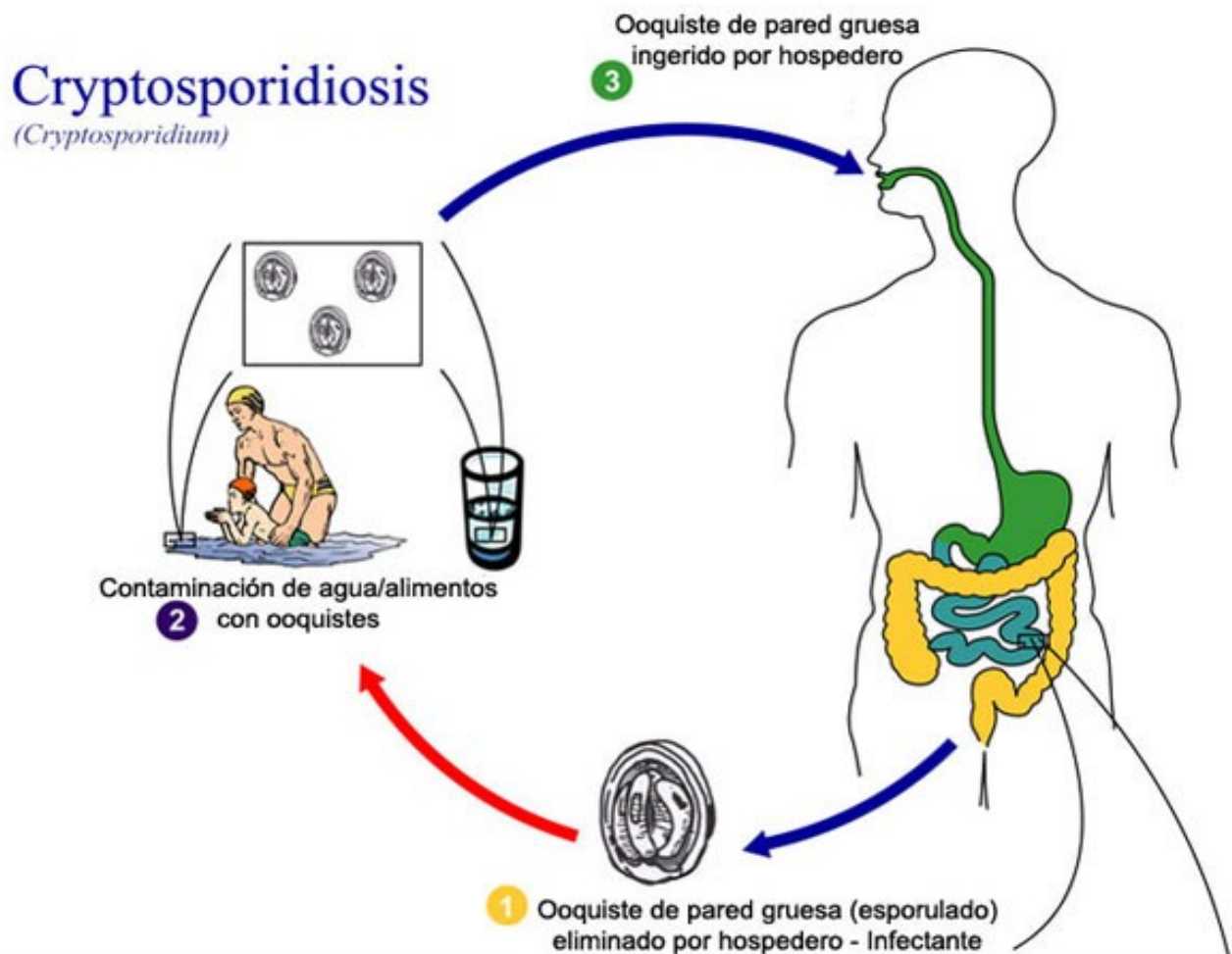
Es una enfermedad causada por un parásito que vive en los alimentos, la tierra y el agua este parásito puede estar en superficies contaminadas con heces por lo que cuando se consume esta agua puede infectarse al ingerir estos parásitos, esto puede infectarse al tocar la boca con las manos contaminadas.

Ilustracion 38 Criptosporidiosis



Fuente: <http://es.slideshare.net/erickmacario1/criptosporidiosis-27567336>

Ilustración 39 Cryptosporidiosis



Fuente: <http://www.facmed.unam.mx>

El síntoma más común es una diarrea acuosa otros síntomas pueden incluir, la deshidratación la pérdida de peso, cólicos o dolor estomacal, fiebre, náusea, vómitos se puede reducir su riesgo, lavando las manos con frecuencia es necesario beber agua potable, y tener muchas precauciones a la hora de comer vegetales o frutas.

4.1.4. Malaria

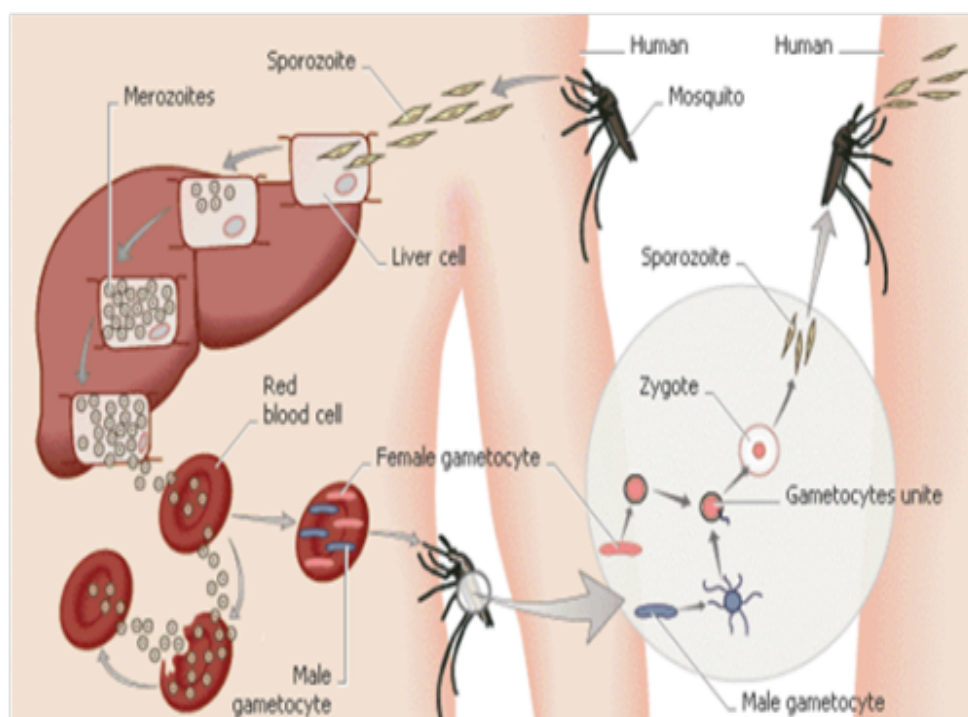
La malaria o paludismo es causada por un parasito que se transmite a los humanos por medio de la picadura de mosquitos anofeles que estaba infectados. Cuando la infección se realiza los parásitos son llamados esporozoitos los cuales viajan a través del torrente sanguíneo hasta el hígado donde maduran y se producen de otra forma llama merozoitos, la manera de transmitir esta enfermedad es mediante el torrentes sanguíneo infectando los glóbulos rojos.

Estos parásitos se logran multiplicar en los glóbulos rojos estos se rompen en un lapso de 48 a 72 horas infectando mas glóbulos rojos, estos primeros síntomas de presentan en el tiempo de 10 días a 4 semanas aproximadamente después que es infectado el cuerpo humano, pueden aparecer incluso a los 8 días o hasta 1 año después de la infección, los síntomas ocurren en ciclos de 48 a 72 horas, los síntomas correspondientes a esta enfermedad pueden ser incluidos la liberación de meozoitos en el torrente sanguíneo, la anemia resultante de la destrucción de los glóbulos rojos, las grandes cantidades de la hemoglobina libre que es liberada durante la circulación luego de la ruptura de los glóbulos rojos.

Esta enfermedad es un problema de gran salud mayor parte en enfermedades tropicales y subtropicales, los parásitos presentan resistencia a algunos antibióticos llegando a ser de gran

Ilustracion 40 Procedimiento de dengue

dificultad el control y la enfermedad.

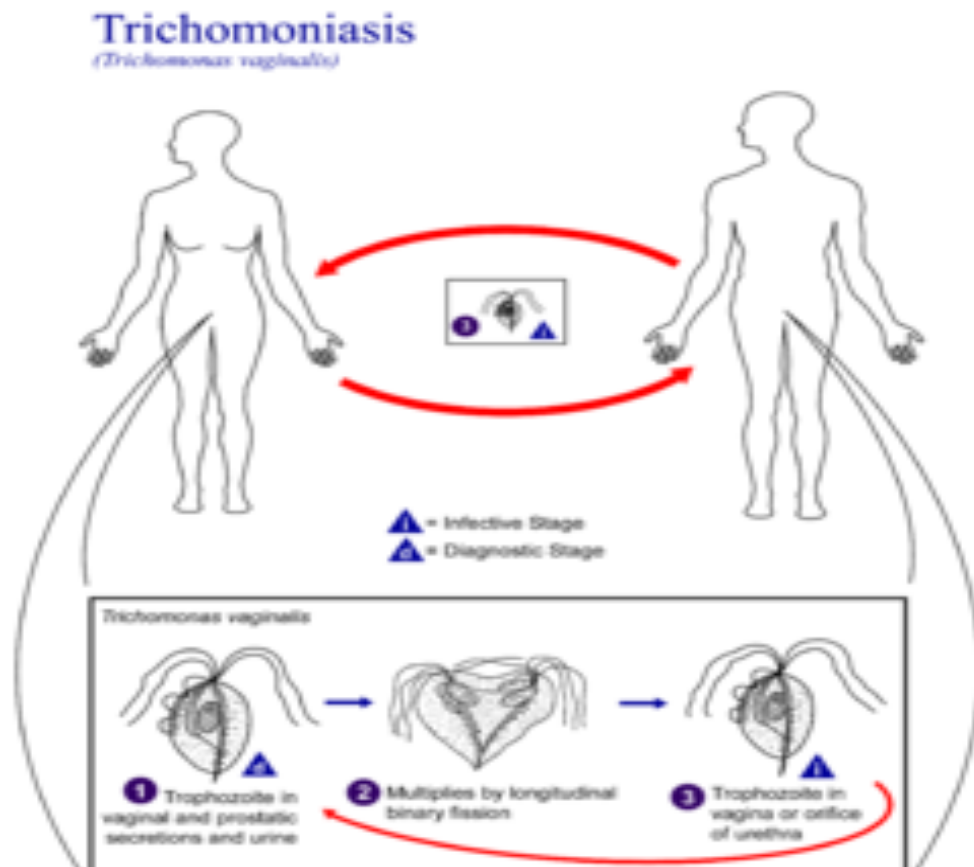


Fuente: <http://emergenmedhb.blogspot.com.co>

4.1.5. Tricomoniiasis

Es una enfermedad de transmisión sexual que es comúnmente transmitida por un parásito protozoaria llamado *Trichomonas vaginalis*. Los síntomas de esta enfermedad pueden variar ya que la mayoría de personas que no se encuentran infectados no saben que poseen este parásito.

La tricomoniasis se considera también una enfermedad de transmisión sexual curable, en Estados Unidos se calcula 3.7 millones de personas poseen esta infección pero tan solo el 30% de esta población logra presentar un síntoma. Esta enfermedad se transmite cuando una persona es infectada durante las relaciones sexuales, no es frecuente que este parásito infecte otras partes del cuerpo aparte de los órganos genitales; Las complicaciones



aumentan el riesgo o propagar otras infecciones de transmisión sexual.

Ilustracion 41 Trichomoniasis

Fuente <http://emergenmedhb.blogspot.com.co/2015/06/malaria-o-paludismo-enfermedad-de-los.html>

La tricomoniasis se puede curar con tan solo una dosis de antibióticos recetado en pastillas, las mujeres que se encuentran en estado de gravidez pueden tomar este medicamento, a pesar de que este tratamiento ha sido tratado puede ser transmitido nuevamente después de ser curado.

5. ENFERMEDADES VIRALES

5.1. ¿Que es un virus?

Es un microorganismo compuesto por material genético protegido por un envoltori proteico que causa diversas enfermedades introduciendo como parasito a una célula para

reproducirse en ella, el cual está formado por una capsida de proteínas que envuelve al ácido nucleico. Además de esto está rodeada por una envoltura vírica. Los virus se clasifican en los llamados virus ADN y los ARN.

Los virus ADN se identifican por que toman como escenario de su desarrollo el núcleo de la célula. En este caso existen dos clases el monocatenario que toma un ADN de cadena sencilla y el bicatenario que toma un ADN de cadena doble.

El virus ARN como su nombre lo dice utiliza el ARN como material genético y además toma el citoplasma como lugar para proceder a la reproducción. El virus es un agente

Ilustración 42 virus



Fuente: <http://ulum.es/el-mundo-oculto-de-los-virus/>

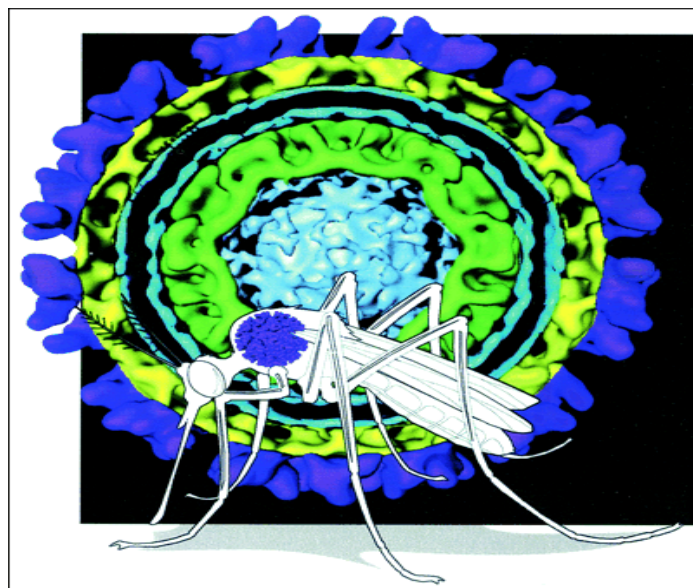
patógeno por naturaleza ya que toma las células las invade y luego duplica el material genético lo que la puede perjudicar hasta destruirla.

5.1.1. Fiebre amarilla

La fiebre amarilla es una enfermedad vírica aguda, hemorrágica, transmitida por mosquitos infectados. El término "amarilla" alude a la ictericia que presentan algunos pacientes. Las grandes epidemias de fiebre amarilla se producen cuando el virus es introducido por personas infectadas en zonas muy pobladas, con gran densidad de mosquitos y donde la mayoría de la población tiene escasa o nula inmunidad por falta de vacunación. En estas condiciones, los mosquitos infectados transmiten el virus de una persona a otra.

El virus de la fiebre amarilla es un arbovirus del género *Flavivirus* transmitido por mosquitos de los géneros *Aedes* y *Haemogogus* . Las diferentes especies de mosquitos viven en distintos hábitats. Algunos se crían cerca de las viviendas (domésticos), otros en el bosque (salvajes), y algunos en ambos hábitats (semidomésticos)

Ilustracion 43 Arbovirus



Fuente: <https://storify.com/microBIOblog/2-5-arbovirus-virus-y-msoquitos-micromooc>

Fiebre elevada y se ven afectados varios órganos, generalmente el hígado y los riñones. En esta fase son frecuentes la ictericia (color amarillento de la piel y los ojos, hecho que ha dado nombre a la enfermedad), el color oscuro de la orina y el dolor abdominal con vómitos. Puede haber hemorragias orales, nasales, oculares o gástricas. La mitad de los pacientes que entran en la fase tóxica mueren en un plazo de 7 a 10.

5.1.2. Dengue

Es una enfermedad ocasionada por cualquier de cuatro virus estrechamente relacionados. Los virus son transmitidos por la picada de un mosquito infectado. El mosquito *Aedes aegypti* es el trasmisor del virus aproximadamente una semana de que este infectado sana, esta enfermedad es una de las más relevantes en el hemisferio occidental.

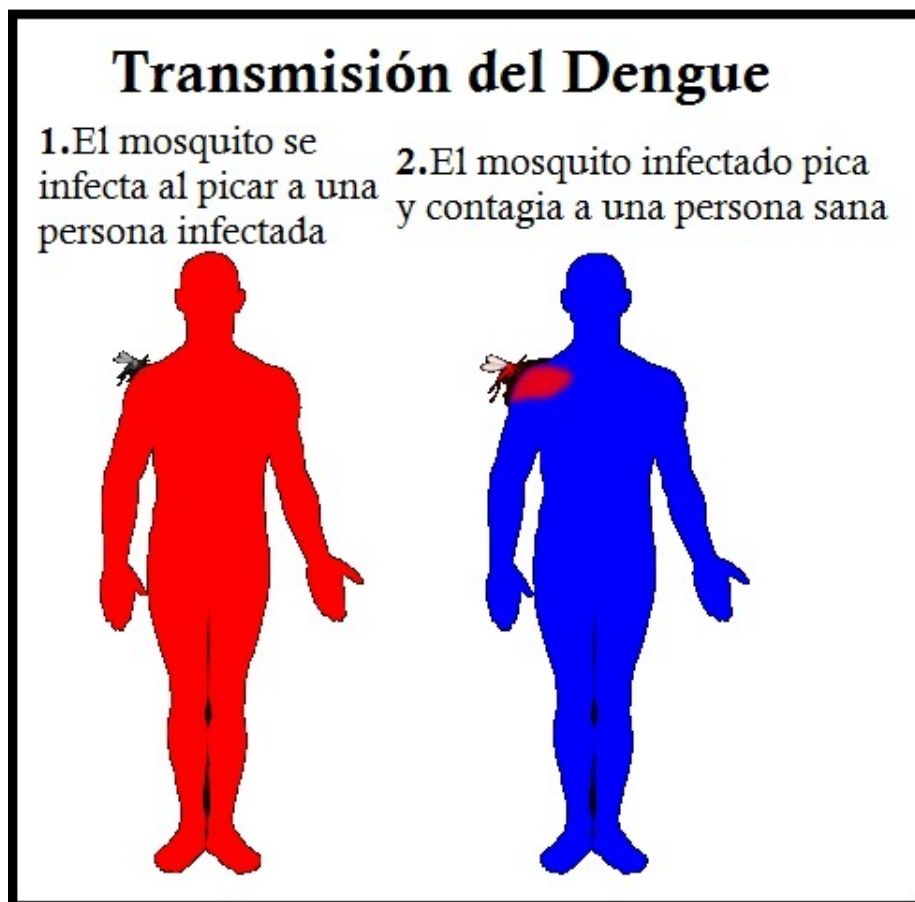
El dengue hemorrágico es una de la causas más severa, puede ser fatal si no se trata adecuadamente.

Ilustracion 44 Aedes Aegypti



Fuente: <http://www.mundotkm.com/>

Ilustracion 45 Proceso de transmision del dengue



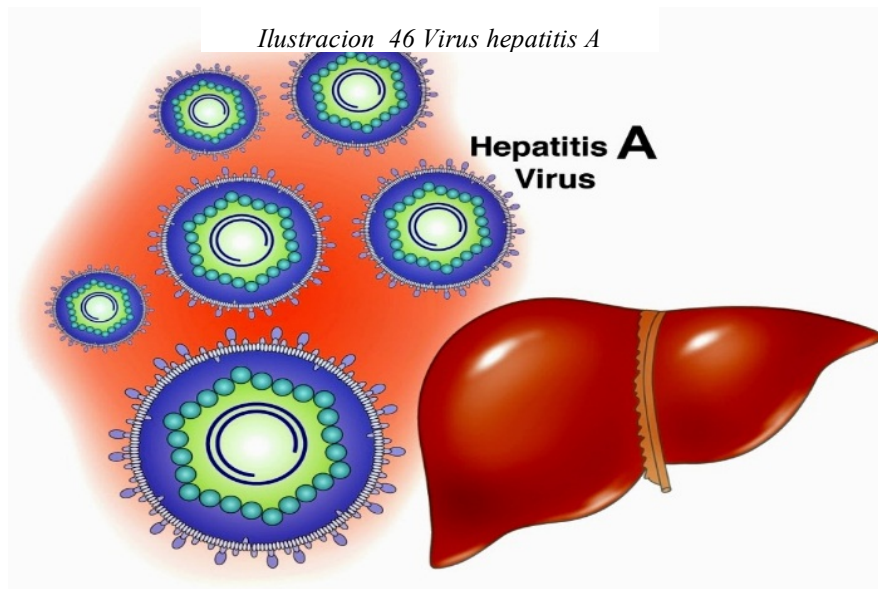
Fuente: <http://www.laizquierdadiario.com>

Los síntomas principales del dengue son fiebre alta, dolor de cabeza fuerte, dolor de espalda, dolor de las articulaciones, náusea y vómitos, dolor en los ojos y erupción de la piel. Esta etapa es seguida por manifestaciones hemorrágicas tendencia a tener fácilmente cardenales, magulladuras u otros tipos de hemorragias de la piel, sangrado de la nariz o de encías y posiblemente sangrado interno. Generalmente esta enfermedad es muy dura para los adultos que para los niños

5.1.3. Hepatitis A

La hepatitis A es una enfermedad hepática causada por el virus de hepatitis A de que puede causar morbilidad moderada o grave, este se transmite por la ingestión de alimentos o bebidas contaminadas o por contacto directo con una persona portadora. El

riesgo de este virus se asocia básicamente a la falta de agua salubre y a las malas condiciones higiénicas de saneamiento. La hepatitis A se presenta esporádicamente y en epidemias en el mundo entero y tiende a reaparecer.



Fuente: <http://rodrigo2307.blogspot.com.co/>

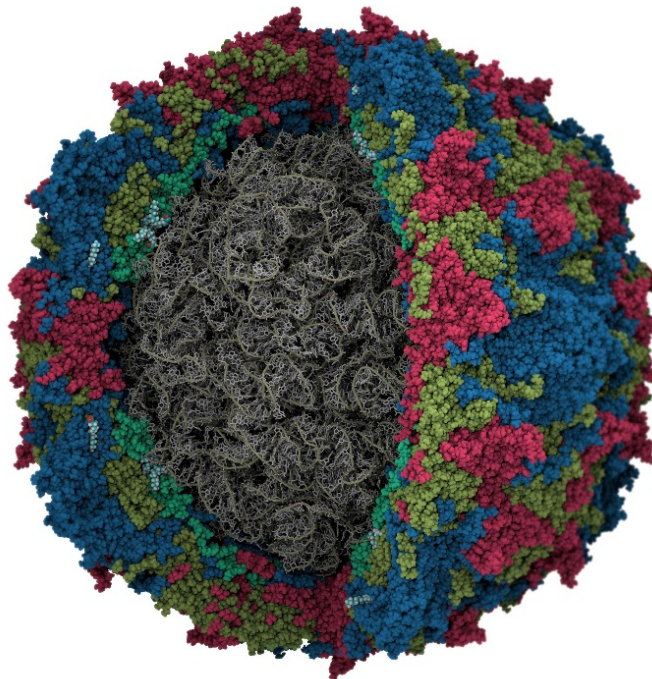
Causa de los síntomas más frecuentes el debilitamiento y hepatitis fulminante. El periodo de incubación suele ser de 14 a 28. Los síntomas de esta enfermedad puede ser fiebre, malestar, pérdida de apetito, diarrea, náuseas, molestias abdominales, coloración oscura de la orina e ictericia, coloración amarillenta de la piel y la esclerótica ocular. Los infectados no siempre presentan los anteriormente mencionados. Los adultos presentan y desarrollan signos y síntomas con mayor frecuencia que en los niños. En ocasiones esta enfermedad puede volver a presentarse a una persona que se haya recuperado de esta.

5.2. Poliomielitis

Es una enfermedad contagiosa causada por un virus que invade el sistema nervioso y puede causar parálisis en cuestión de segundos ya que ataca la médula espinal atrofiando

los músculos. Este virus se transmite de persona en persona por vía fecal-oral o por el vínculo con el agua contaminada. La enfermedad la produce el virus poliovirus. También llamado infantil porque los principales infectados son los niños de 4 a 15 años en climas templados, en verano calido o invierno un poco frio.

Ilustracion 47 Poliovirus



Fuente: <http://www.virology.ws/>

Los síntomas iniciales son fiebre, cansancio, cañeala , vómitos rigidez del cuello y dolores en los miembros y para complementar causa parálisis irreversible. En algunos casos fallecen.

5.3. Gastroenteritis viral

La gastorenteritis viral es una causa importante de la diarrea es grave tanto en los niños como en los adultos esta puede ser causada por distintos virus como por ejemplo: Astrovirus, adenovirus entérico, norovirus también llamado Norwalk. Todos estos virus suelen estar en el agua o en alimentos contaminados. Las personas con mayor riesgo de estar infectados son los niños.

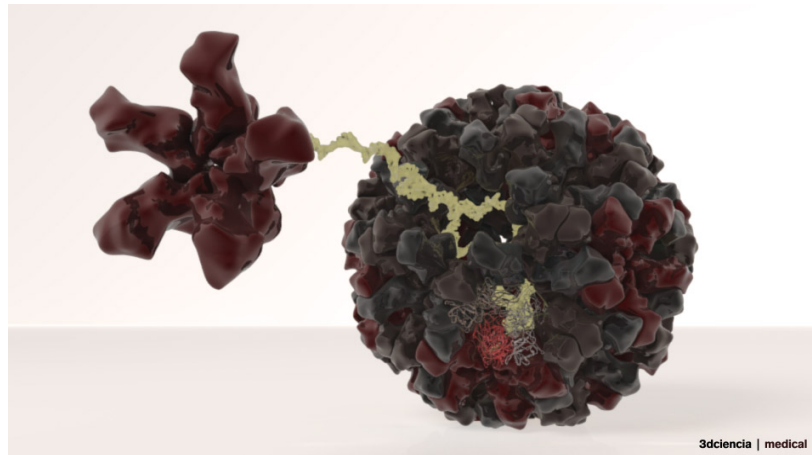
Los síntomas casi siempre aparecen dentro de las 4 a 48 horas después del contacto con el virus. Los síntomas comunes abarcan: Dolor abdominal, Diarrea, Náuseas y vómitos. Otros síntomas pueden ser: Escalofríos, piel fría y húmeda o sudoración, Fiebre, Rigidez articular o dolor muscular, Alimentación deficiente, Pérdida de peso.



Ilustración 48 Gastroenteritis Viral

Fuente: <http://planoinformativo.com/>

Ilustración 49 Virus Norwalk



Fuente: <http://3dciencia.com/>

6. CALIDAD DE AGUA

El recurso hídrico es uno de los componentes fundamentales para la vida del planeta y del universo entero y desde luego del ser humano, también es uno de los recursos más abundantes cubriendo el 71% de la superficie de nuestro planeta tierra. Teniendo en cuenta que nuestro medio ambiente es muy diverso, el agua también tiene variedad de condiciones las cuales tienen connotaciones específicas, la clasificación del agua se determina según la funcionalidad que desee la población, su origen, motivo por el cual también se producen normas del orden legal que establecen límites en sus características físicas, en la presencia de sustancias químicas y de microorganismos.

6.1.1. Clasificación biológica

Esta clasificación se puede presentar desde diferentes puntos de vista según las necesidades y alcances que se busquen en el conocimiento de las características del agua. Las características biológicas indican el grado de contaminación del agua y los microorganismos presentes en la misma, las aguas sin tratar contienen muchas bacterias. El grupo de microorganismos de más interés para agua residual son los *coliformes*, básicamente por ser bacterias patógenas que indican contaminación fecal. Los análisis que usualmente se hacen para determinar la calidad biológica del agua, son los de DBO, DQO y OD. Los microorganismos patógenos detectables en análisis rutinarios, transmiten enfermedades al hombre, dentro del grupo de bacterias más

conocidas que transmiten enfermedades se encuentran, Salmonella, Shigella, Staphylococcus aureus, Pseudomona aeruginosa y Vibrión colérico.

6.1.2. Clase I – Zona Oligosapróbica:

En esta zona el agua es rica en oxígeno y carece casi por completo de sustancia orgánica muerta es, por tanto, pobre en sustancias nutritivas y en especies e individuos, aunque se clasifica como un agua pura.

En su forma prístina todos los lagos y arroyos cerca de la fuente de nacimiento son oligosapróbicos, excepción hecha de aquellos sitios en los que en condiciones naturales hay sustancias que pueden contaminarlas como es el caso de la presencia de hierro.

6.1.3. Clase II – Zona β – mesosapróbica

El agua es rica en oxígeno, en lagos hay gran presencia de plancton (diatomeas planctónicas, dinoflagelados, rotíferos, microcrustáceos, algas verdes) y en las orillas muestran una abundante vegetación herbácea. Los organismos indicadores de esta zona son susceptibles a las sustancias de putrefacción, a la disminución del contenido de oxígeno y a las oscilaciones del pH.

De este tipo de aguas se puede obtener agua potable mediante un tratamiento adecuado de ella, que puede reducirse a filtrado y cloración reducida. En general, presentan especies animales y vegetales en forma más variada en otros tipos de aguas.

6.1.4. Clase III – Zona α – mesosapróbica

En esta zona, ante los agentes contaminantes la autodepuración ha progresado con predominio de procesos de oxidación. Aunque hay abundancia de oxígeno el mismo es consumido a causa de la actividad de las bacterias, los animales y plantas superiores son menos frecuentes, con presencia de diatomeas, algas verdes, flagelados y ciliados. Se puede obtener agua potable mediante un tratamiento avanzado de aguas que incluye procesos químicos.

6.1.5. Clase IV – Zona polisapróbica

El nivel de contaminación es alto, con poca o ninguna presencia de oxígeno, despiden mal olor y deposita cieno putrefacto. Existe gran cantidad de bacterias, entre ellas la

spharotilus natans, que son bacterias de azufre blancas y rojas, algunas especies de algas azules, algunos flagelados y muchos ciliados, de los organismos pluricelulares es frecuente el oligoqueto tubifex tubifex, pero pocos seres vivos de otras especies. En todas las clases anteriores siempre está presente la susceptibilidad a la contaminación de diferentes orígenes, como es el caso de la putrefacción de material vegetal que pueda llegar al agua, animales muertos que se descomponen en su interior, contaminación con sustancias químicas presentes en los estratos geológicos que atraviesan las aguas en las zonas de recarga hídrica y de origen antrópico como es el caso de los vertimientos de aguas contaminadas a los cuerpos de agua en forma directa, entre otros.

6.1.6. Clasificación física de la calidad de agua

En las muestras de agua es también necesario analizar los parámetros físicos y químicos para determinar sus características con la finalidad de comprobar que se encuentran dentro de límites permisibles según las normas existentes al respecto para la protección de la salud humana. En Colombia se emplea el Decreto 1575 del 9 de mayo de 2007 para clasificar el agua con respecto a su potencial de potabilidad para consumo humano con base en la cuantificación de las variables que se describen enseguida.

Para iniciar se hablara acerca de las características físicas, en donde se consideran de mayor importancia el color, el sabor, el olor, la temperatura y la presencia de sólidos y la turbiedad, también conocidos como propiedades organolépticas por ser aquellas que pueden ser apreciadas fácilmente por los sentidos.

- **Color.** Es causa de los sólidos suspendidos, material coloidal y sustancias disueltas que contiene el agua. Generalmente son de color gris, el color oscuro representa la edad del agua. Se puede deber a que el agua residual se encuentra en descomposición o contiene residuos industriales. Para determinar el color se puede utilizar el método del platino – cobalto, que consiste en comparar el agua con soluciones de referencia de platino cobalto, o con vidrios coloreados, se expresa en unidades Hazen o unidades de platino cobalto (UPC). (Sawyer, 2001)

- **Turbiedad.** es una medida de las propiedades de dispersión del agua, esta ocasionada por la presencia de partículas sólidas en suspensión o coloides. El método para medir la turbiedad se basa en la comparación entre la intensidad de luz dispersa en una muestra y la luz dispersa por una solución referencia en las mismas condiciones. Para determinar este parámetro es útil el método que utiliza absorbancia este se hace por medio de un espectrómetro o nefelómetro a 720 nm. Los resultados se expresan en unidades de turbidez nefelométrica (UTN). (American Public Health Association, 1985)
- **Olor.** Generalmente se libera cuando en las aguas residuales se produce la degradación biológica bajo condiciones anaerobias. Para determinar este parámetro solo puede utilizarse el sentido del olfato. El método utilizado hace una comparación y descubre el olor utilizando una dilución de agua hasta que no se perciba olor. La Tabla 2 muestra el umbral de detección de algunos compuestos más comunes presentes en el agua:

COMPUESTO OLOROSO	PESO MOLECULAR	UMBRAL DE OLOR (PPM)	OLOR CARACTERÍSTICO
Amoniaco	17.00	46.8	Amoniacal
Cloro	71.00	0.314	
Clorotilmercaptano	90.19	0.000029	Zorrillo
Dimetilsulfuro	62.00	0.0001	Vegetales descompuestos
Difenilsulfuro	186.00	0.0047	
Etilmercaptano	62.00	0.00019	coles descompuestas
Sulfuro de hidrógeno	34.00	0.00047	Huevo podrido
Indol	117.00	0.0001	
Metilamina	31.00	21.0	
Metilmercaptano	48.00	0.0021	coles descompuestas

Eskatol	132.00	0.0019	Materia fecal
Dióxido de azufre	64.07	0.009	
Tiocresol	124.00	0.000062	Zorrillo, rancio

Fuente: Tchobanoglous, 2000

- **Temperatura.** Es un parámetro que afecta las reacciones químicas. La temperatura del agua residual se incrementa debido principalmente a la incorporación de agua caliente de tipo doméstico, pero también puede afectarse por la hora del día y la profundidad del cuerpo de agua. Se determina por medio de termómetros. (APHA, 1985).
- **Conductividad.** Es la medida de la capacidad de una solución para permitir el paso de corriente eléctrica, varía con la temperatura. La medida de conductividad permite estimar la concentración de sales minerales en el agua. Se determina con base en el principio del puente de Wheatstone utilizando un galvanómetro y midiendo la conductancia de una columna de agua comprendida entre dos electrodos metálicos de un cm² de superficie, separados un cm. El valor de conductividad usualmente se expresa en μ siemens/cm.

Según Navarro, 2000, dentro de los estudios necesarios para evaluar las características químicas del agua se encuentran los que avalúan parámetros orgánicos, inorgánicos y gases. Los ensayos más utilizados son el de alcalinidad, dureza, nitrógeno, fósforo, salinidad, sulfatos, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, grasas, sólidos, fenoles. Las pruebas de pH, alcalinidad, cloruros y sulfatos determinan la capacidad de reutilización del agua y las pruebas para metales estiman la capacidad de digestión de biosólidos. Los siguientes son los métodos utilizados para determinar algunos de los parámetros químicos:

- **Alcalinidad.** Es la capacidad del agua para neutralizar ácidos, se debe en agua residual a la presencia de hidróxido, carbonato y calcio entre otros. Las aguas alcalinas son generalmente de procedencia doméstica o infiltración de agua subterránea. Para determinar este parámetro se utiliza el método volumétrico y el

de flujo continuo (titulación); si el agua es turbia o coloreada se utiliza el método potenciométrico. Generalmente se expresa como mg/l de carbonato de calcio (CaCO_3) equivalente a la alcalinidad determinada.

- **Acidez.** Es la capacidad del agua para neutralizar una base. En el agua este parámetro puede ocasionar corrosión de las alcantarillas afectar o destruir flora y fauna. Un agua ácida contiene generalmente ácido sulfúrico.
- **Dureza.** La dureza es causada por cationes metálicos polivalentes (iones bivalentes de calcio, magnesio, estroncio, hierro ferroso e ion manganeso). Cuando el jabón disuelto en agua no produce la suficiente cantidad de espuma y se recurre a utilizar más cantidad de jabón para producir espuma, se considera que se tienen un agua dura. La dureza normalmente se expresa en mg/l de carbonato de calcio (CaCO_3) y se determina por el método titulométrico con EDTA, como indicativo se suele emplear el reactivo negro de eriocromo.
- **Nitrógeno.** Es un nutriente inorgánico esencial para la síntesis de proteínas. Se determina por medio del proceso Kjeldhal, en el cual el nitrógeno orgánico se convierte en amoníaco para luego ser destilado y medido por Nesslerización, en este método se determinan los compuestos orgánicos aminados y el amoníaco, el nitrógeno total es la suma de los nitritos, nitratos, ion amonio y nitrógeno orgánico. Para determinar el nitrógeno amoniacal se utilizan los métodos ionométrico y del azul de indofenol. El nitrógeno en forma de nitrito indica contaminación previa al proceso de estabilización se determina por métodos colorimétricos. El nitrógeno en forma de nitrato es la especie química del nitrógeno más oxidada, se determina por métodos colorimétricos. Los resultados para todas las formas de nitrógeno se expresan en mg/l de nitrógeno.
- **Fósforo.** Es un nutriente inorgánico que contribuye al crecimiento de algas y otros organismos biológicos se encuentra usualmente en forma de ortofosfato, polifosfato y fósforo orgánico. Los polifosfatos deben ser convertidos a ortofosfatos para poder ser analizados, estos últimos se analizan por medio de métodos gravimétricos. Los resultados para se expresan en mg/l de fósforo.

- **Sulfatos.** Es muy común en las aguas naturales, en aguas residuales la cantidad de sulfatos es un factor muy importante para la determinación de los problemas que pueden surgir por olor y corrosión de alcantarillas; las aguas con alto contenido de sulfato tienden a formar incrustaciones en las calderas y en los intercambios de calor (Romero, 1996). El método para determinarlo se basa en el principio de que los sulfatos se oxidan en presencia de yodo y con medio de ácido. El exceso de yodo se valora con tiosulfato sódico. Los resultados se expresan en mg/l de sulfatos.
- **Hierro y manganeso.** Las aguas con hierro y manganeso se hacen turbias e inaceptables estéticamente debido a la oxidación del hierro y el manganeso soluble cuando se exponen al aire. Las aguas subterráneas contienen mayor concentración de hierro. El hierro puede determinarse por medio del método con fenantrolina y para determinar manganeso el método de persulfato.
- **Grasas y aceites.** Reducen la capacidad de flujo de los conductos y afectan la transferencia de oxígeno en el agua. Se pueden determinar por extracción de la muestra de residuo con triclorotrifluoretano debido a que las grasas y aceites son solubles en éste, gravimétricamente después de la extracción con hexano-n y en análisis por cromatografía de gases.
- **Detergentes.** Es un compuesto no biodegradable. Su presencia favorece la formación de espumas y disminuye la tensión superficial en el agua. Generalmente son sulfatos y sulfonatos como el sulfonato alquil benceno (ABS) y el sulfonato alquil lineal (LAS). Para determinar detergentes se agrega solución de azul de metileno estándar a la muestra para que forme una sal de color azul con LAS o ABS, los resultados se reportan como sustancias activas al azul de metileno SAAM. (Romero, 1996)
- **Surfactantes.** Son contribuciones de grasas y aceites que afectan la respiración de los peces y otras formas de vida acuática. Producen espuma en el agua. Se determinan mediante pruebas como la filtración de la muestra a través de una resina de intercambio de iónico, sustancias activas al azul de metileno SAAM y sustancias activas al cobalto thiocynate. (Genium Publishing Corporation).

- **Metales pesados.** Afecta principalmente el suministro de agua a cultivos y los animales debido a su intervención en la cadena alimenticia humana. A largo plazo y en altas concentraciones genera daños en el terreno y es tóxico para animales y plantas. Si se pretende reutilizar el agua residual se deben eliminar los metales pesados. Dentro de los metales pesados se encuentran entre otros el arsénico, cadmio, cromo, cobre, mercurio, níquel, plomo y zinc.

6.1.7. Clasificación química de la calidad del agua

Según Navarro, 2000, dentro de los estudios necesarios para evaluar las características químicas del agua se encuentran los que avalúan parámetros orgánicos, inorgánicos y gases. Los ensayos más utilizados son el de alcalinidad, dureza, nitrógeno, fósforo, salinidad, sulfatos, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, grasas, sólidos, fenoles. Las pruebas de pH, alcalinidad, cloruros y sulfatos determinan la capacidad de reutilización del agua y las pruebas para metales estiman la capacidad de digestión de biosólidos. Los siguientes son los métodos utilizados para determinar algunos de los parámetros químicos:

- **Alcalinidad.** Es la capacidad del agua para neutralizar ácidos, se debe en agua residual a la presencia de hidróxido, carbonato y calcio entre otros. Las aguas alcalinas son generalmente de procedencia doméstica o infiltración de agua subterránea. Para determinar este parámetro se utiliza el método volumétrico y el de flujo continuo (titulación); si el agua es turbia o coloreada se utiliza el método potenciométrico. Generalmente se expresa como mg/l de carbonato de calcio (CaCO_3) equivalente a la alcalinidad determinada.
- **Acidez.** Es la capacidad del agua para neutralizar una base. En el agua este parámetro puede ocasionar corrosión de las alcantarillas afectar o destruir flora y fauna. Un agua ácida contiene generalmente ácido sulfúrico.
- **Dureza.** La dureza es causada por cationes metálicos polivalentes (iones bivalentes de calcio, magnesio, estroncio, hierro ferroso e ion manganoso). Cuando el jabón disuelto en agua no produce la suficiente cantidad de espuma y se recurre a utilizar más cantidad de jabón para producir espuma, se considera que

se tienen un agua dura. La dureza normalmente se expresa en mg/l de carbonato de calcio (CaCO_3) y se determina por el método titulométrico con EDTA, como indicativo se suele emplear el reactivo negro de eriocromo.

- **Nitrógeno.** Es un nutriente inorgánico esencial para la síntesis de proteínas. Se determina por medio del proceso Kjeldhal, en el cual el nitrógeno orgánico se convierte en amoníaco para luego ser destilado y medido por Nesslerización, en este método se determinan los compuestos orgánicos aminados y el amoníaco, el nitrógeno total es la suma de los nitritos, nitratos, ion amonio y nitrógeno orgánico. Para determinar el nitrógeno amoniacal se utilizan los métodos ionométrico y del azul de indofenol. El nitrógeno en forma de nitrito indica contaminación previa al proceso de estabilización se determina por métodos colorimétricos. El nitrógeno en forma de nitrato es la especie química del nitrógeno más oxidada, se determina por métodos colorimétricos. Los resultados para todas las formas de nitrógeno se expresan en mg/l de nitrógeno.
- **Fósforo.** Es un nutriente inorgánico que contribuye al crecimiento de algas y otros organismos biológicos se encuentra usualmente en forma de ortofosfato, polifosfato y fósforo orgánico. Los polifosfatos deben ser convertidos a ortofosfatos para poder ser analizados, estos últimos se analizan por medio de métodos gravimétricos. Los resultados para se expresan en mg/l de fósforo.
- **Sulfatos.** Es muy común en las aguas naturales, en aguas residuales la cantidad de sulfatos es un factor muy importante para la determinación de los problemas que pueden surgir por olor y corrosión de alcantarillas; las aguas con alto contenido de sulfato tienden a formar incrustaciones en las calderas y en los intercambios de calor (Romero, 1996). El método para determinarlo se basa en el principio de que lo sulfatos se oxidan en presencia de yodo y con medio de ácido. El exceso de yodo se valora con tiosulfato sódico. Los resultados se expresan en mg/l de sulfatos.
- **Hierro y manganeso.** Las aguas con hierro y manganeso se hacen turbias e inaceptables estéticamente debido a la oxidación del hierro y el manganeso soluble cuando se exponen al aire. Las aguas subterráneas contienen mayor

concentración de hierro. El hierro puede determinarse por medio del método con fenantrolina y para determinar manganeso el método de persulfato.

- **Grasas y aceites.** Reducen la capacidad de flujo de los conductos y afectan la transferencia de oxígeno en el agua. Se pueden determinar por extracción de la muestra de residuo con triclorotrifluoretano debido a que las grasas y aceites son solubles en éste, gravimétricamente después de la extracción con hexano-n y en análisis por cromatografía de gases.
- **Detergentes.** Es un compuesto no biodegradable. Su presencia favorece la formación de espumas y disminuye la tensión superficial en el agua. Generalmente son sulfatos y sulfonatos como el sulfonato alquil benceno (ABS) y el sulfonato alquil lineal (LAS). Para determinar detergentes se agrega solución de azul de metileno estándar a la muestra para que forme una sal de color azul con LAS o ABS, los resultados se reportan como sustancias activas al azul de metileno SAAM. (Romero, 1996)
- **Surfactantes.** Son contribuciones de grasas y aceites que afectan la respiración de los peces y otras formas de vida acuática. Producen espuma en el agua. Se determinan mediante pruebas como la filtración de la muestra a través de una resina de intercambio de iónico, sustancias activas al azul de metileno SAAM y sustancias activas al cobalto thiocynate. (Genium Publishing Corporation).
- **Metales pesados.** Afecta principalmente el suministro de agua a cultivos y los animales debido a su intervención en la cadena alimenticia humana. A largo plazo y en altas concentraciones genera daños en el terreno y es tóxico para animales y plantas. Si se pretende reutilizar el agua residual se deben eliminar los metales pesados. Dentro de los metales pesados se encuentran entre otros el arsénico, cadmio, cromo, cobre, mercurio, níquel, plomo y zinc.

7. MEDIDAS DE CONTROL

7.1. Ebullición

Para eliminar las bacterias es necesario que el agua hierva de 15 a 30 minutos. Es una forma sencilla y económica de desinfección al alcance de la mayoría de los hogares. La desventaja es la concentración del contenido de minerales disueltos, debido a la vaporización del agua.

7.2. Desinfección con cloro

La cloración es uno de los métodos más rápidos, económicos y eficaces para eliminar las bacterias contenidas en el agua. La cantidad de cloro que debe agregarse al agua depende de la concentración que tenga el compuesto de esta sustancia que venden en su región, generalmente, tres gotas por litro son suficientes. Después de agregar el cloro, es importante esperar media hora antes de tomar el agua.

El agua del acueducto ya viene clorada, por lo que puede suceder que al agregarle más cloro el exceso se manifieste en el sabor (haciéndolo muy desagradable); esto no representa riesgos para la salud.

Desinfección con plata iónica

En el mercado existen algunos productos para desinfectar agua y verduras que utilizan compuestos de plata iónica o coloidal. Aunque los fabricantes recomiendan esperar aproximadamente diez minutos después de añadirlos al agua, es preferible esperar el doble del tiempo sugerido.

7.3. Filtros de cerámica

Estos filtros separan materia sólida del líquido gracias a que tienen un poro muy fino. Al comprar un filtro de este tipo, es importante verificar que éste libere o esté impregnado con plata iónica, ya que esta sustancia tiene un efecto germicida

7.4. Filtro de carbón activado

En este sistema el agua pasa por un filtro de carbón activado, el cual contiene millones de agujeros microscópicos que capturan y rompen las moléculas de los contaminantes. Este método es muy eficiente para eliminar el cloro, el mal olor, los sabores desagradables y los sólidos pesados en el agua, así como para retener algunos contaminantes orgánicos, como insecticidas, pesticidas y herbicidas. El riesgo que representan estos filtros es que pueden saturarse y contaminarse con microorganismos, por tanto, es necesario cambiarlos cada cinco meses, de lo contrario, si no se cuenta con un sistema de desinfección colocado después del filtro (como luz UV o plata iónica), el agua ya no es segura para beber. El equipo de filtración por carbón activado incluye un tanque de fibra de vidrio, una válvula de control y el filtro; puede durar hasta 6 años.

7.5. Purificación por ozono

Como purificador de agua, el ozono es un gas muy efectivo porque descompone los organismos vivos sin dejar residuos químicos que puedan dañar la salud o alterar el sabor del agua. Reduciendo su aspecto turbio, el mal olor y sabor del agua, así como la cantidad de sólidos en suspensión. No sólo elimina las bacterias causantes de enfermedades, sino que también inactiva virus y otros microorganismos que el cloro no puede destruir. Es costoso y requiere mantenimiento constante, instalación especial y utiliza energía eléctrica.

7.6. Desinfección por rayos ultravioleta (UV)

En una primera etapa, el agua pasa por un filtro que retiene las partículas en suspensión. Después pasa por un filtro de carbón activado, el cual elimina el mal olor, sabor y color

en el agua, así como el cloro. Por último, el agua es purificada por medio de luz ultravioleta, que se encarga de destruir las bacterias. Este método es automático, efectivo, no daña al medio ambiente y es fácil de instalar; además, puede purificar hasta 200 litros de agua al día. Los filtros de este tipo de equipos se deben reemplazar cada seis meses y el bulbo de la lámpara de rayos UV debe cambiarse cada año.

7.7. Purificación por ósmosis inversa

El proceso de ósmosis inversa utiliza una membrana semipermeable que separa y elimina del agua sólidos, sustancias orgánicas, virus y bacterias disueltas en el agua. Puede eliminar alrededor de 95% de los sólidos disueltos totales (SDT) y 99% de todas las bacterias. Las membranas sólo dejan pasar las moléculas de agua, atrapando incluso las sales disueltas. Un equipo de filtración por ósmosis incluye un filtro de sedimentación, uno de carbón activado, una membrana, una lámpara de rayos UV y dos posfiltros. Su rendimiento diario es de 200 litros de agua y, con un mantenimiento adecuado, puede utilizarse hasta por 10 años. Este método no es recomendable cuando se trata de agua dura, esto es, agua que contiene un alto porcentaje de sales de calcio y magnesio.

7. LISTA DE REFERENCIAS

- <http://www.definicionabc.com/ciencia/microbiologia.php>
<http://www.encyclopediasalud.com/categorias/ecologia-biologia-y-biomedicina/articulos/que-es-un-prion>
<http://celulabhill.galeon.com/enlaces1218266.html>
<http://www.areaciencias.com/celula-eucariota.htm>
<http://ficus.pntic.mec.es/amoh0004/protistas.html.html#mozTocId71370>
<https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/001149.htm>
http://www.academia.edu/8366182/PROTOZOARIOS_DE_AGUA_DULCE
<http://www.biopedia.com/aguas-dulces/>
odrigo2307.blogspot.com.co
<http://netdoctor.elespanol.com/>
<https://es.wikipedia.org/wiki/Poliomielitis>
<https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/000637.htm>
<http://definicion.de/virus/>
<http://www.aguasimple.org.mx/>
- A. J. y L. E. , Biological indicators of water quality, New York: John Wiley & Sons, 1978.
- H. S. y D. K. , Atlas de los microorganismos de agua dulce, Barcelona: Ediciones Omega, S. A., 1985.
- H. Lasso y J. Corredor, «Los humedales en la descontaminación del recurso hídrico,» Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, 2005.
- Hidromecámicas Ltda., Ecology and Environment Inc., «Plan de manejo

ambiental de los humedales Torca, Guaymaral, Embalse de Córdoba, Capellanía, El Burro, Techo, La Vaca y Tibanica,» Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB), Bogotá, 1997.

<http://comunidadplanetaazul.com/>

R. Crites y G. Tchobanoglous, Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones, Bogotá: McGraw-Hill, 2000.

J. Romero, Tratamiento de aguas residuales. Teoría y principios de diseño, Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería, 2008.

<http://comunidadplanetaazul.com/agua/aprende-mas-acerca-del-agua/metodos-para-purificar-el-agua-en-casa/#sthash.HaSzUi0Q.dpuf>

See more at: <http://comunidadplanetaazul.com/agua/aprende-mas-acerca-del-agua/metodos-para-purificar-el-agua-en-casa/#sthash.HaSzUi0Q.dpuf>