

300627

20

203



UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE QUIMICA
Incorporada a la U. N. A. M.

**EFFECTO DE LOS POLIMEROS DERIVADOS DEL
TETRAMETILELENAMONIO EN EL CRECIMIENTO
DE: *Candida albicans*, *Saccharomyces cerevisiae*
y *Pseudomonas aeruginosa***

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
QUIMICO FARMACEUTICO BILOGO

P R E S E N T A

ANA MARIA MARTINEZ LUGO

DIRECTOR DE TESIS : Q. F. B. MARTHA ANGELICA MUSTRE DE LEON

MEXICO, D. F.

1993

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ABREVIATURAS UTILIZADAS.

ppm	partes por millón.
DBO	demanda bioquímica de oxígeno.
DQO	demanda química de oxígeno.
pH	potencial de hidrógeno.
UASB	reactor con flujo ascendente y manta de lodo.

I N D I C E.

OBJETIVO	1
CAPITULO I INTRODUCCION	2
CAPITULO II CONTAMINACION DEL AGUA	3
CAPITULO III INDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA	15
CAPITULO IV TRATAMIENTOS DE AGUAS	22
TRATAMIENTOS PRIMARIOS	25
TRATAMIENTOS SECUNDARIOS	26
TRATAMIENTOS TERCIARIOS	28
CAPITULO V MATERIAL Y METODOS	40
CAPITULO VI DISCUSION DE RESULTADOS TABLAS Y GRAFICAS	47
CAPITULO VII CONCLUSIONES	48
CAPITULO VIII REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	49

O B J E T I V O.

Determinar el efecto de los polimeros derivados del Tetrametiletilenamonió en el crecimiento de: Candida albicans, Saccharomyces cerevisiae y Pseudomonas aeruginosa.

C A P I T U L O I.

I N T R O D U C C I O N .

Puede decirse que solamente a partir de la década de los 60's, terminos tales como contaminación del aire, del agua, protección del medio ambiente, ecología; pasaron a ser palabras de uso común.

El agua constituye un elemento vital para la humanidad, su empleo en todas las actividades humanas así lo indica; destaca el empleo de este líquido en todos los procesos industriales en usos sanitarios y por supuesto en el consumo humano. De todos estos usos, el que ocupa el mayor volumen es el destinado al requerimiento industrial.(49),(4).

Dentro de los procesos industriales en los que puede intervenir el agua se tiene:

- En cualquier proceso de fabricación.
- Disolvente, diluyente.
- Medio de transporte térmico adicionando calor (agua caliente, vapor) o retirandolo (agua de refrigeración).
- Sistema auxiliar (lavado, limpieza general, etc.).

Los múltiples usos a que se destina el agua (consumo urbano, agricultura, ganadería, producción de energía, en aguas recreacionales y en la industria) y la creciente demanda la han convertido en un recurso limitado. Por otra parte, las aguas residuales pueden ser la causa de un impacto ambiental cuyo control forma parte de los programas de bienestar social del país.(31).

C A P I T U L O II.

C O N T A M I N A C I O N D E L A G U A

Una corriente natural sana, como un lago o un río posee una capacidad limitada de autopurificación. Cuando esta capacidad se destruye o se agota, la corriente se contamina. La capacidad de autopurificación se debe a cantidades relativamente pequeñas de microorganismos presentes en el agua. Estos se alimentan de la materia orgánica contaminante, descomponiéndola en compuestos simples como anhídrido carbónico o metano. Si se acumulan los contaminantes no se podrá establecer el equilibrio y el agua quedará contaminada permanentemente. Los tipos de contaminación son: (60).

1.1) Contaminación por envenamiento

- 1.- Materiales tóxicos.
 - a) venenos parciales.
 - b) venenos verdaderos.
- 2.- Iones hidrógeno o hidroxilo.

1.2) Contaminación por el efecto de los nutrientes disueltos.

- 1.- Oxígeno libre disuelto.
- 2.- Demanda bioquímica de oxígeno (DBO).

1.3) Contaminación térmica

- 1.- Aumento de la temperatura.

1.4) Eutroficación

- 1.- Crecimiento orgánico por nutrientes inorgánicos.

1.5) Contaminación nitrogenada

- 1.- Compuestos orgánicos de nitrógeno.
- 2.- Compuestos inorgánicos de nitrógeno.

Amoniaco
Nitrógeno oxidado

1.6) Contaminación por depósitos de lodos y plantas acuáticas.

1.7) Contaminación por bacterias y ciliados.

1.8) Contaminación por formas más desarrolladas de especies animales.

1.1) CONTAMINACION POR ENVENENAMIENTO: la población microbiana puede ser destruida por materiales tóxicos. Las materias que pueden descomponerse por procesos naturales, biológicos o químicos son llamadas venenos parciales; y aquellas que no pierden su toxicidad como los plagicidas son llamados venenos verdaderos.

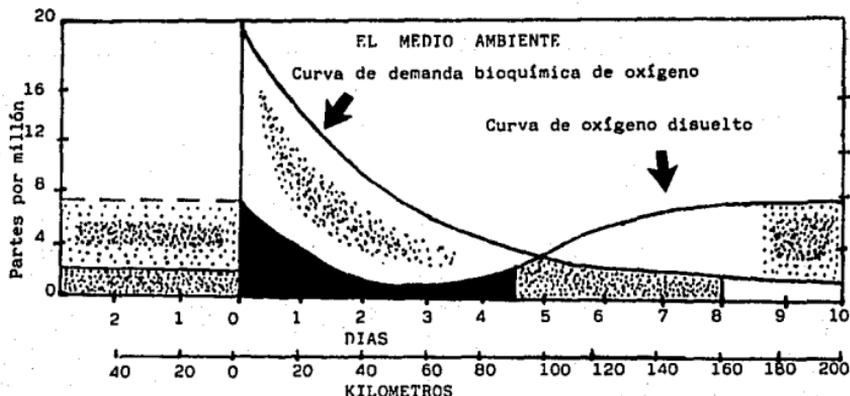
También se puede hablar de envenamiento por sustancias ácidas y/o alcalinas (iones hidrógeno o hidroxilo): los extremos de pH (potencial de hidrógeno),son letales o severamente inhibitorios para los organismos vivientes. Esta pH puede controlarse balanceando corrientes ácidas y alcalinas en los procesos. (60).

1.2) CONTAMINACION POR EL EFECTO DE LOS NUTRIENTES DISUELTOS

1.- OXIGENO LIBRE DISUELTO: los nutrientes causan contaminación cuando se encuentran en cantidades suficientes para destruir la capacidad de autopurificación del agua. Cuando los organismos aeróbicos utilizan los nutrientes también se consume oxígeno disuelto; si no se repone ese oxígeno el crecimiento aeróbico se detiene y empieza el crecimiento anaeróbico. La disponibilidad de oxígeno libre disuelto en el agua es el factor que limita la capacidad de autopurificación del agua.

Al detenerse rápidamente los procesos de purificación; los contaminantes orgánicos se acumulan en el agua, los procesos anaeróbicos producirán sustancias malolientes de los contaminantes y el agua se contaminará completamente. Las sustancias disueltas, aún en el caso de que carezcan completamente de propiedades nutrientes o tóxicas, reducirán la solubilidad del oxígeno y contribuirán a la contaminación. Ver figura 1.5 y 1.6 (60).

2.- DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO): se usa como una medida de la cantidad de oxígeno requerido para la oxidación de la materia orgánica biodegradable presente en la muestra de agua y como resultado de la acción de oxidación bioquímica aerobia.



1.3) **CONTAMINACION TERMICA:** puede aparecer como resultado de la elevación de la temperatura. Se presentan dos efectos que son:

1.- Al aumentar la temperatura, el oxígeno es menos soluble en el agua y la actividad metabólica de los microorganismos aumenta.

2.- Si es muy alta destruye la flora microbiana.

1.4) **EUTROFICACION:** es la contaminación del agua por un gran crecimiento orgánico, estimulado por nutrientes inorgánicos. Es el proceso de envejecimiento de los lagos. La contaminación ayuda a acelerar el envejecimiento de los mismos. Este proceso esta dividido en varias etapas, basadas cada una en el grado de nutrición o productividad, estas son:

1.- **Lago oligotrófico:** es la etapa más joven, se caracteriza por una concentración muy baja de nutrientes de las plantas y una productividad biológica pequeña.

2.- **Lago mesotrófico:** etapa intermedia, donde la concentración de nutrientes de las plantas es igual a la productividad biológica.

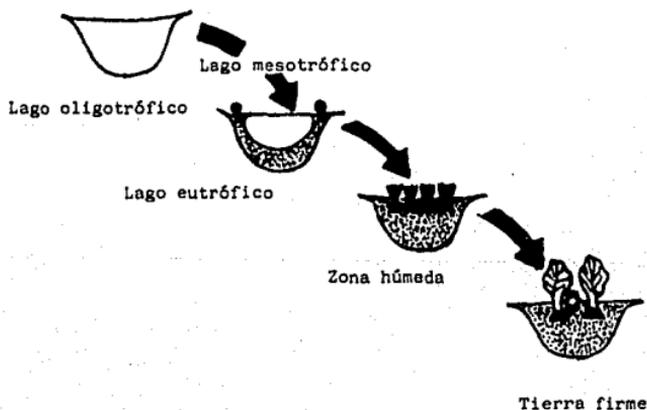
3.- **Lago eutrófico:** es la etapa altamente productiva.

4.- **Zona húmeda:** la vegetación en la orilla de los lagos y las plantas acuáticas superiores crecen abundantemente reteniendo los sedimentos y provocando que el lago se vaya rellenando por la acumulación en el fondo de las plantas y sedimentos, haciéndose más pequeño por la invasión de la vegetación en las orillas, pudiendo llegar a ser tierra firme.

5.- **Terreno firme:** es la última etapa del proceso donde el lago ya ha desaparecido.

El crecimiento de los microorganismos esta controlado por la disponibilidad de los compuestos de nitrógeno y fósforo; cuando las concentraciones son muy grandes tanto de nitratos o fosfatos, hay un crecimiento importante de microorganismos, principalmente algas.

Tanto los desperdicios, los fosfatos en los detergentes y el nitrógeno en los residuos humanos, han estimulado el crecimiento algáceo, provocando un acumulamiento en los ríos y presentando un peligro para la salud. Ver figura 1.11. (49), (60).

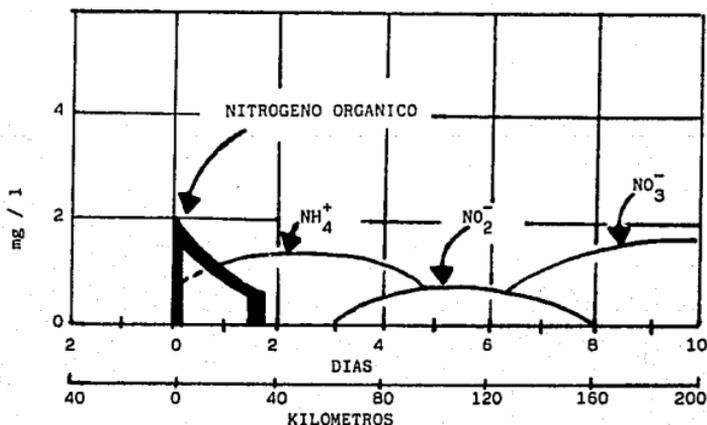


1.5) CONTAMINACION NITROGENADA: 1.- Los compuestos orgánicos de nitrógeno se encuentran en los desechos domésticos y agrícolas.

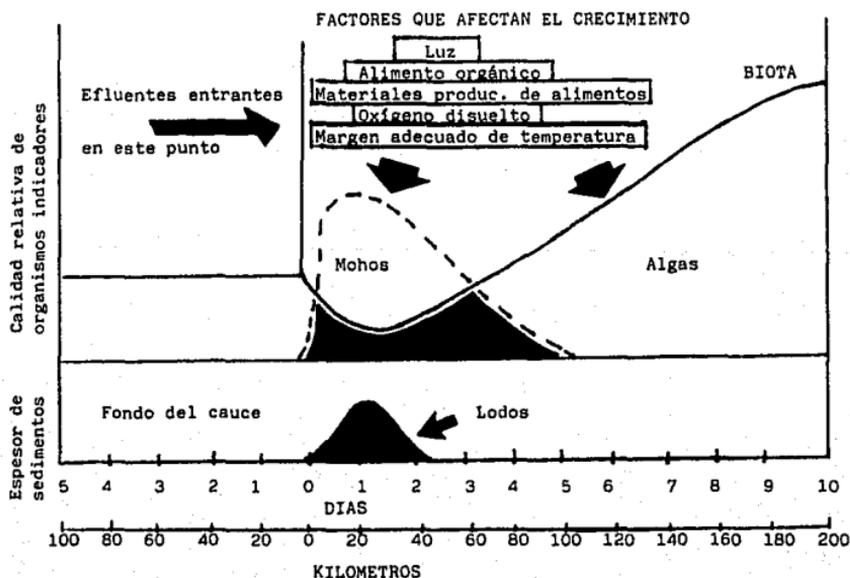
2.- Los compuestos inorgánicos de nitrógeno se encuentran en ciertos desechos industriales y fertilizantes agrícolas.

Amoniaco: es el contaminante nitrogenado que se encuentra con mayor frecuencia, ya que es un producto de descomposición y un producto industrial clave. Este reduce la efectividad de la cloración del agua puesto que el producto de la reacción de cloración que es el ácido hipocloroso reacciona con el amoniaco formando cloraminas que son mucho menos efectivas como desinfectantes.

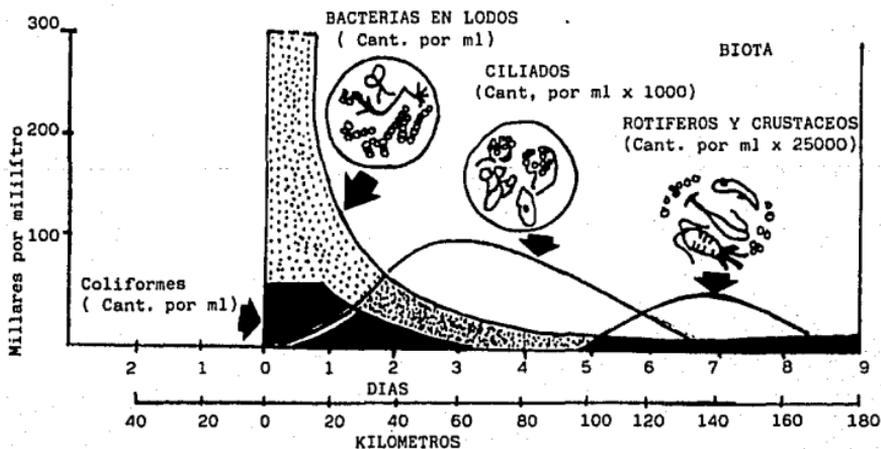
Nitrógeno oxidado: los nitratos originan un problema poco común de contaminación, además de estimular la eutroficación. Cuando el agua usada para preparar alimentos contenga nitritos, pueden formarse sustancias carcinogénicas llamadas nitrosimas. Ver figura 1.7. (60).



1.6) CONTAMINACION POR DEPOSITOS DE LODOS Y PLANTAS ACUATICAS: en un depósito el máximo espesor de lodos se presenta en la zona de vertido y éste se va reduciendo gradualmente por descomposición. Conforme se sedimentan los lodos, el agua se hace cada vez más clara hacia la superficie. Después de la descarga se encuentra un gran crecimiento de mohos y bacterias filamentosas. La turbidez no permite la producción de algas porque la luz solar no puede penetrar en el agua, pero puede crecer el alga azul-verdosa que nos indica una contaminación. En la figura 1.8 se observa lo dicho anteriormente. (49).



1.7) CONTAMINACION POR BACTERIAS Y CILIADOS: en las aguas residuales las bacterias se reproducen y llegan a ser abundantes alimentandose de la materia orgánica. Los protozoarios ciliados se encuentran en menor cantidad y se alimentan de las bacterias. En la cadena biológica las bacterias van disminuyendo por un proceso natural de mortalidad y por la depredación de los ciliados, predominando los ciliados pero esta cadena se estabiliza cuando los ciliados pasan a ser víctimas de los crustáceos. Por lo tanto en una planta de tratamiento, el papel de los ciliados es importante puesto que mantienen la población de bacterias en cantidades bajas pero con tasas elevadas de crecimiento. Ver figura 1.9. (49).



Como ejemplo de bacterias tenemos a la Pseudomonas aeruginosa y a la Candida albicans como levadura que son microorganismos oportunistas y que se encuentran en la flora normal del ser humano se vuelven patógenos cuando su presencia en la misma es elevada, y pueden causar los siguientes problemas clínicos:

Pseudomonas aeruginosa: se encuentra en números pequeños en la flora intestinal normal y en la piel del ser humano; distribuida con amplitud en la naturaleza, es frecuente descubrirla en los ambientes húmedos de los Hospitales. Este microorganismo es una forma microbiana de vida libre capaz de multiplicarse en medios que no son adecuados para otros microorganismos. (25), (17).

Sin embargo, en los últimos 30 años, se ha hecho evidente que el microorganismo se asocia con una gran variedad de infecciones. Normalmente estas infecciones son de naturaleza nosocomial, que se producen en pacientes que tienen defensas anormales. Es patógena cuando se introduce en zonas desprovistas de defensas, por ejemplo, cuando se alteran mucosas y piel por lesión tisular directa, cuando se introducen catéteres intravenosos o urinarios, en las soluciones de lavado de vías urinarias. Produce infección de las heridas y las quemaduras, origina pus de color azul verdoso, meningitis cuando se introduce por punción lumbar. (25), (17).

Entre los pacientes que tienen un riesgo especial de sufrir una infección por Pseudomonas se encuentran aquellos que sufren terapia inmunosupresora o procedimientos invasivos de diagnóstico y terapéuticos. Frecuentemente, los pacientes quemados son infectados, así como aquellos que tienen heridas de origen quirúrgico. En los pacientes que tienen fibrosis quística, se produce con regularidad una infección pulmonar producida habitualmente por cepas mucoides. La neutropenia grave predispone a la infección y la reducida respuesta inflamatoria puede ocultar la gravedad de dicha infección. (17).

Aparecen infecciones primarias producidas por Pseudomonas aeruginosa en el tracto respiratorio, la vejiga, los oídos, en las quemaduras, en las heridas y lugares en los que se ha realizado cirugía. La neumonía producida por el microorganismo es una enfermedad grave a pesar de que los signos físicos como tos o esputos, son modestos, pero la fiebre es elevada, teniendo hasta un 80% de mortalidad.

La frecuencia de septicemia es elevada, excepto en los pacientes que padecen fibrosis quística. La septicemia también presenta una mortalidad elevada.(17).

El intestino humano normal no parece ser hábitat importante de Pseudomas aeruginosa, pero se le encuentra en 1 de 10 heces normales. Las heces y la región anogenital pueden ser focos de infecciones epidérmicas y contaminación cutánea.(32).

La bacteria se fija a las mucosas o a la piel y las invade de manera local y produce enfermedad general. Producen variedad de toxinas y enzimas como: el limo de la superficie extracelular, hemolisina, lipasa, esterasa, lecitinasa, elastasa, desoxirribonucleasa, fosfolipasa, endotoxina, enterotoxina y exotoxina, algunas de las cuales pueden contribuir a su patogenicidad. El liposacárido desempeña la función directa en la producción de: (25),(32).

- 1.- fiebre.
- 2.- choque.
- 3.- oliguria (emisión rara de orinas a consecuencia de secreción renal insuficiente).
- 4.- hiperleucocitosis (manifestación en la cuenta de leucocitos, cuenta mayor de 6,000 leucocitos por milímetro cúbico de sangre).
- 5.- leucopenia (cuando la cuenta es menor de 6,000 leucocitos por milímetro cúbico de sangre).
- 6.- coagulación intravascular diseminada.
- 7.- síndrome de insuficiencia respiratoria del adulto.
- 8.- afección de las vías respiratorias, en especial a causa de respiradores contaminados dando por resultado neumonía necrosante.
- 9.- infección en los ojos, que puede causar la destrucción rápida del mismo, se produce después de la lesión traumática o de los procedimientos quirúrgicos.

Este microorganismo se encuentra a menudo en la otitis externa leve (inflamación del conducto auditivo externo) de los nadadores, puede producir otitis externa invasora (maligna) en pacientes diabéticos.(25).

Desde 1975, se han declarado varios brotes de dermatitis por *Pseudomonas*, que, por lo general, están relacionados con piscinas o remolinos de agua contaminados con *Pseudomonas aeruginosa*. La infección se caracteriza por un exantema cutáneo que afecta al tronco y a las extremidades proximales.(17).

Candida albicans: es miembro de la flora normal de las mucosas del aparato respiratorio, digestivo y genital femenino; en tales lugares puede ganar dominio y hallarse asociado con otras enfermedades. Produce enfermedad general progresiva en enfermos debilitados o con inmunosupresión.(25).

Las infecciones por levaduras figuran entre las más comunes infecciones fúngicas que afectan al hombre; su frecuencia ha aumentado mucho desde la aparición de los antibióticos de amplio espectro, los corticoesteroides y los agentes antitumorales. Su severidad abarca desde lesiones benignas y transitorias, a más severas, crónicas y recalcitrantes.(32).

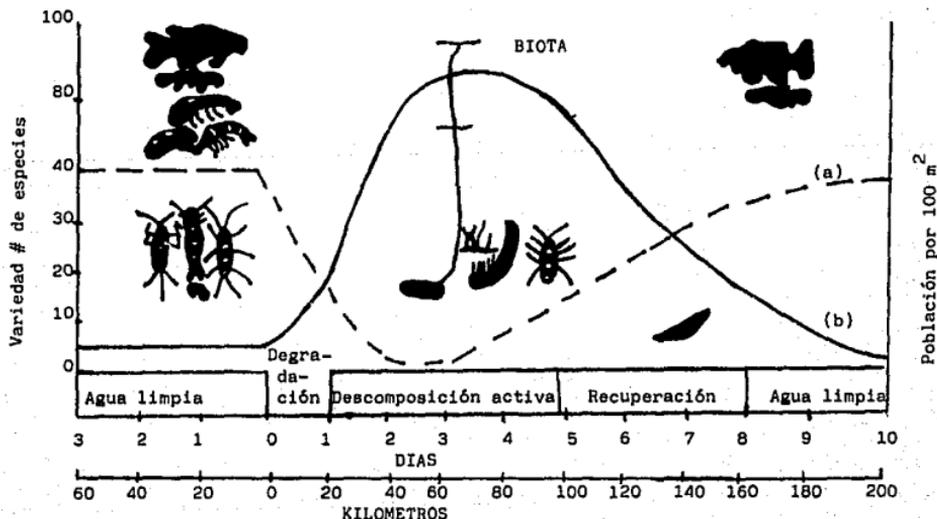
Aunque las localizaciones más comunes son las cutáneas y mucocutáneas, puede producirse diseminación con infecciones sistémicas, a veces mortales. La fungemia por levaduras es frecuente en los pacientes con catéteres internos y puede traer endocarditis o pielonefritis en los receptores de transplantes de órganos, portadores de válvulas cardíacas artificiales u otros dispositivos y aparatos protésicos. La nocarditis por levaduras también es frecuente en los drogadictos que se inyectan por vía endovenosa con jeringas o agujas no esterilizadas.(32).

Actualmente, las consideraciones y el examen crítico han aclarado que sólo hay unas cuantas especies de levaduras realmente patógenas para el hombre y los animales, y en casi todos los casos, pueden considerarse como infecciones oportunistas.(17).

La Candida albicans, es el patógeno más frecuente, es un habitante normal del tracto gastrointestinal del hombre, y varios estudios muestran una frecuencia del 20 al 40% en los individuos asintomáticos.(32).

La candidiasis es una de las enfermedades micóticas más frecuentes. La especie Candida albicans, responsable de la mayoría de los procesos infecciosos, es endógena en el hombre. En las condiciones habituales es inhibida por las defensas normales del organismo y por otros miembros de la flora normal. Si este equilibrio se altera, como ocurre en el debilitamiento de las defensas, sobredosis de antibióticos o alteraciones fisiológicas locales, el microorganismo comienza a proliferar rápidamente y establece una infección. (17).

1.8) CONTAMINACION POR FORMAS MAS DESARROLLADAS DE ESPECIES ANIMALES: en las aguas limpias se encuentran especies de pesca. En zonas contaminadas esta especies son reemplazadas por larvas y gusanos. Los animales tolerantes a la contaminación están adaptados para la vida en depósitos de lodo y en condiciones de muy poco oxígeno disuelto. Estas especies se encuentran con frecuencia en los lodos de las plantas de tratamiento de aguas residuales. Ver figura 1.10 (49).



C A P I T U L O III.

INDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA.

La salud, la ecología y la estética son la motivación para el tratamiento del agua. En los años 80's y 90's enfermedades como el cólera y fiebre tifoidea, incrementaron el desarrollo y proliferación de la filtración y cloración en las plantas de tratamiento.

Una variedad de desarrollos en el campo de la calidad del agua durante la década pasada y un incremento de efectos en la salud están creando un nuevo campo en el tratamiento del agua. La identificación en el agua de compuestos orgánicos potencialmente perjudiciales no es suficiente, nueva información nombra la presencia de compuestos inorgánicos para asegurar la calidad del agua.

Los laboratorios bajo el empleo de los procesos para el tratamiento del agua, eliminan microorganismos patógenos y aseguran la salud pública.

Dentro de los indicadores de la calidad del agua se encuentran:(42).

1.- PLANTAS VERDES:

- A) Fanerófitos.
- B) Biófitos.

2.- ALGAS.

- A) Alga azul-verdosa.
- B) Anabaena flos-aquae.
- C) Microcystis aeruginosa.
- D) Aphanizomenon flos-aquae.

3.- MICROORGANISMOS:

A) Bacterias:

- 1.- Escherichia coli.
- 2.- Enterobacter.
- 3.- Klebsiella.
- 4.- Citrobacter.
- 5.- Staphylococcus aureus.
- 6.- Streptococcus fecalis.
- 7.- Pseudomonas aeruginosa.
- 8.- Vibrio colera.

B) Hongos y levaduras:

- 1.- Candida albicans.
- 2.- Saccharomyces cerevisiae.

4.- MACROINVERTEBRADOS.

5.- PECES.

6.- PROTOZOARIOS:

- A) Giardia lamblia.
- B) Entamoeba histolytica.
- C) Cryptosporidium.
- D) Naegleria fowleri.

7.- VIRUS:

- A) Hepatitis A.

La utilización de los mismos presenta ventajas y desventajas que pueden resumirse de la siguiente manera:

P L A N T A S V E R D E S

Fanerófitos

Ventajas	Desventajas
Facilidad de muestreo e identificación. Específicos para sólidos en suspensión. Útiles para enriquecimiento en sales sólo en aguas blandas.	No dan respuesta selectiva a distintos tipos de contaminación. Son estacionales. Poco válidos en aguas duras tolerantes a contaminación intermitente. Escasa respuesta frente a metales pesados.

Biofitos

Ventajas	Desventajas
Ciclos de vida largos o son estacionales. Sensibles a polución orgánica.	Poco sensibles a diferentes tipos de contaminación.

A L G A S

Ventajas	Desventajas
Estimación de la eutroficación Estimación de la turbidez. Tolerancia a distintos tipos de contaminación bien estudiada. Recuento automático. Identificación precisa. Permiten la obtención de índices que definen bien el estado de un curso fluvial.	Poca utilidad en fuerte contaminación orgánica. Insensibles a partículas y metales pesados. Dificultades de muestreo en epilíticas y epifíticas. Ciclos vitales cortos. Diferencia entre vivas y muertas poco precisa.

M I C R O O R G A N I S M O S

Bacterias

Ventajas	Desventajas
Indicadores de contaminación fecal. Respuesta rápida a variaciones ambientales incluyendo metales pesados y contaminación orgánica. Muestras fáciles de obtener. Identificación con metodología bien desarrollada. Recuento automático. Obtención de índice tipificador: Coliformes totales, Coliformes fecales, Streptococos, Patógenos, Zonas de saprobiosis.	Ciclos vitales ultracortos, se produce infección rápida. Necesidad de equipo especial. Retraso en la obtención de resultados debido a la metodología utilizada. Dificultad para distinguir vivos y muertos.

H O N G O S Y L E V A D U R A S

Ventajas	Desventajas
No son estacionales.	Identificación poco caracterizada.

MACROINVERTEBRADOS

Ventajas	Desventajas
Popularidad. Facilidad de captura. Identificación caracterizada excepto para algunos grupos. Alto valor de histéresis (habitantes sedentarios ciclos de vida larga). Caracterización espacio-temporal. Son tectereogéneos. Dan respuestas globales. Obtención de índices que reflejan variaciones del medio.	Identificación no caracterizada para algunas especies de aguas. Necesidad de localizar sustratos similares para muestreo. Análisis cuantitativo de difícil valoración estadística.

P E C E S

Ventajas	Desventajas
Efectos fisiológicos detectables de forma bastante rápida. Identificación fácil.	Se mueven a voluntad. Problemas económicos en la obtención de muestras. Instalaciones y metodología costosa.

Los microorganismos indicadores son empleados para comprobar la efectividad de los procesos de tratamientos de aguas. La función primaria de los microorganismos indicadores es proveer evidencia de la contaminación del agua. Por lo tanto un indicador:(1)

- 1.- Siempre deberá estar presente cuando el microorganismo patógeno esta presente.
- 2.- Estará presente en la materia fecal en grandes cantidades.
- 3.- Deberá responder a condiciones del medio ambiente y a los procesos de tratamiento de la misma manera que los microorganismos patógenos.
- 4.- Será fácil aislarlo e identificarlo.
- 5.- Así como el patógeno deberán proceder del mismo origen (tracto gastrointestinal).

Como ejemplo de bacterias indicadoras de la calidad del agua tenemos a la Pseudomonas aeruginosa y a la Candida albicans y al Saccharomyces cerevisiae como levaduras indicadoras.

Pseudomonas aeruginosa: estudios sobre la relación entre los coliformes y la Pseudomonas aeruginosa en albercas y remolinos de agua indica un mismo origen. El origen de la Pseudomonas aeruginosa puede estar relacionado con los microorganismos que se presentan en el agua y que son acarreados sobre la piel de los bañistas, superficie de la piel contaminada por materia fecal (especialmente en niños), orina y agua de suministro contaminada.

En el medio ambiente existe una relación directa entre las actividades del hombre y el indice en agua de Pseudomonas aeruginosa. Este microorganismo sobrevive solo por periodos cortos en aguas naturales, y no existe una relación numérica entre el contenido de Pseudomonas aeruginosa y otros microorganismos patógenos o indicadores fecales.

Hoadley (1977), dijo que este microorganismo actua tanto como un indicador de la calidad del agua a la vez que actua como un microorganismo patógeno para la salud del ser humano.(1).

Candida albicans: es un indicador de aguas degradadas, debido a su presencia en aguas contaminadas fecalmente y raramente en aguas naturales no contaminadas. Este organismo es similar a los indicadores Pseudomonas aeruginosa y Staphilococcus aureus, estos son patógenos conocidos y están presentes en el agua que está aparentemente relacionada con el hombre y sus actividades.

Hasta 1976 estudios epidemiológicos no manifestaban la presencia de Candida albicans en el agua y en los nadadores, hoy en día se sabe que este microorganismo es el principal causante de las infecciones en la vagina y piel en el ser humano principalmente en las personas que tienen mucho contacto con el agua.

Este microorganismos no existe por periodos largos sin un huésped natural, puesto que no es un microorganismo existente en aguas naturales y no es un contaminante natural de las mismas. La presencia de Candida albicans en aguas recreacionales se consideró como una indicación de degradación y contaminación fecal.(1).

Saccharomyces cerevisiae: es un microorganismo que no es patógeno para el hombre pero su importancia dentro de los indicadores es que al igual que la Candida albicans este es un microorganismo indicador de la contaminación de aguas residuales y recreacionales, al igual que provoca una decoloración del agua y de la madera por la destrucción de la fibras celulósicas de la madera y esto es debido a un ataque biológico directo causado por el microorganismo, en la mayoría de los casos también se presenta un ataque químico indirecto provocando una delignificación de las fibras de la madera.(8), (48).

C A P I T U L O IV.

T R A T A M I E N T O S D E A G U A S

1.1.- El objetivo de cualquier tratamiento es eliminar los componentes definidos como contaminantes y ajustar la calidad del agua vertida a las especificaciones legales. (31).

Los factores que intervienen para la selección de los procesos de tratamientos son:

- a) Características del agua residual: DBO (demanda bioquímica de oxígeno), materia en suspensión, pH (potencial de hidrógeno), productos tóxicos.
- b) Calidad del efluente de salida requerido.
- c) Costo y disponibilidad de terrenos.
- d) Ampliaciones o prevención de límites de calidad de vertidos que necesitan un diseño de tratamiento más sofisticado. (2).

1.2.- Los tipos de tratamientos de aguas se dividen en:

1.2.1.- TRATAMIENTOS PRIMARIOS:

- 1.2.1.1.- CRIBADO O DESBROZO.
- 1.2.1.2.- SEDIMENTACION.
- 1.2.1.3.- FLOTACION.
- 1.2.1.4.- NEUTRALIZACION.
- 1.2.1.5.- HOMOGENIZACION.

1.2.2.- TRATAMIENTOS SECUNDARIOS:

1.2.2.1.- TRATAMIENTOS AEROBIOS:

- a) Lodos activos.
- b) Aeración prolongada.
- c) Estabilización por contacto.
- d) Estabilización por lagunaje.
- e) Filtros biológicos.
- d) Discos biológicos.

1.2.2.2.- TRATAMIENTOS ANAEROBIOS:

- a) Procesos de contacto.
- b) Filtro anaeróbico.
- c) UASB (Reactor anaeróbico con flujo ascendente y manta de lodo).

1.2.3.- TRATAMIENTOS TERCIARIOS:

1.2.3.1.- ELIMINACION DE SOLIDOS EN SUSPENSION:

- a) Microtamizado.
- b) Prefiltración y bombeo.
- c) Filtración:
 - 1.- Filtros de arena.
 - 2.- Filtros de diatomitas.
- d) Precipitación y coagulación.

1.2.3.2.- ADSORCION EN CARBON ACTIVADO.

1.2.3.3.- INTERCAMBIO IONICO.

1.2.3.4.- OSMOSIS INVERSA.

1.2.3.5.- ELECTRODIALISIS.

1.2.3.6.- DESINFECCION:

- a) Radiaciones UV,X.
- b) Empleo de iones metálicos.
 - 1.- Sales de cobre y plata.
- c) Empleo de álcalis y ácidos.
- d) Empleo de oxidantes..
 - 1.- Cloro.
 - 2.- Bromo.
 - 3.- Ozono.
- e) Agentes químicos de superficie activa.

1.2.3.7.- PROCESOS DE REDUCCION DE NUTRIENTES:

- a) Nitrógeno.
- b) Fósforo.

1.2.1.- TRATAMIENTO PRIMARIO: se emplea para la reducción de sólidos, los materiales flotantes o el acondicionamiento de las aguas residuales para su descarga al medio receptor o para pasar a un tratamiento secundario a través de una neutralización u homogenización. (49).

1.2.1.1.- CRIBADO O DESBROZO: puede llegarse a eliminar entre un 5% y 25% de los sólidos en suspensión de distintos tamaños. (49).

1.2.1.2.- SEDIMENTACION: se emplea para la eliminación de materia inorgánica, orgánica y los lodos biológicos. Se efectúa por diferencia de peso específico y puede llegarse a eliminar de un 40% a un 60% de los sólidos. (49).

1.2.1.3.- FLOTACION: separa los sólidos de baja densidad o partículas de una fase líquida por introducción de un gas (aire). (49).

1.2.1.4.- NEUTRALIZACION: se utiliza en los siguientes casos: (49).

- a) antes de la descarga de aguas residuales en un medio receptor o al alcantarillado municipal.
- b) antes del tratamiento químico o biológico.

1.2.1.5.- HOMOGENIZACION: es una mezcla de las corrientes ácidas y alcalinas en un tanque. Los objetivos son:

- a) aminorar las variaciones de ciertas corrientes de aguas residuales, intentando conseguir una corriente mezclada, con un caudal relativamente constante, que sea el que llegue a la planta de tratamiento.
- b) disminuir las variaciones de la DBO (demanda bioquímica de oxígeno) del efluente a los sistemas de tratamiento. (49).

1.2.2.- TRATAMIENTO SECUNDARIO: es un tratamiento biológico, las bacterias y otros microorganismos destruyen y metabolizan las materias orgánicas solubles y coloidales reduciendo la DBO (demanda bioquímica de oxígeno) y la DQO (demanda química de oxígeno) a valores inferiores a 100 mg/l. (49).

1.2.2.1.- TRATAMIENTOS AEROBIOS: se emplean microorganismos aeróbios o facultativos que requieren de oxígeno disuelto para degradar la materia orgánica. Producen bióxido de carbono y gran cantidad de microorganismos de desecho. La cantidad de materia orgánica que permanece después del tratamiento es de 20 mg/l. Por problemas de transferencia de oxígeno este proceso no funciona en aguas con altas concentraciones de materia orgánica. (41).

a) Lodos activos: el proceso se ha utilizado para el tratamiento de agua residual, urbana o industrial, se somete a aeración reduciendo el contenido de materia orgánica, formándose a la vez un lodo floculento. (49).

b) Aeración prolongada: este proceso se conoce también por oxidación total, la idea fundamental de la aeración es disminuir la cantidad de lodo residual. Las características que distinguen la aeración del proceso de lodos activados se dividen en:

1.- Mayor tiempo de retención en el reactor.

2.- Cargas orgánicas: en la aeración prolongada son de 0.10 y 0.25 d^{-1} y en los lodos activos son de 0.3 a 0.7 d^{-1} . Esta es la relación de sustrato a microorganismo.

3.- Concentraciones de sólidos biológicos en el reactor: para la aeración varían entre 3,500 y 5,000 mg/l y para lodos activos son 2,000 - 3,000 mg/l.

4.- Consumo de oxígeno: para el proceso de aeración prolongada un consumo de oxígeno aproximadamente doble del requerido para el proceso de lodos activos; de 18 KWh/cápita y año, frente a 9 KWh/cápita y año. (49).

c) Estabilización por contacto: el agua residual se mezcla con lodo estabilizado y esta mezcla se pasa por una aeración donde se separa una fracción apreciable de demanda biológica de oxígeno en suspensión y disuelta, que se pasa a clarificación. Los productos orgánicos adsorbidos se rompen mediante degradación aerobia. (49).

d) Estabilización por lagunaje: es la oxigenación de las aguas residuales mediante sistemas de aeración. El tratamiento se realiza en grandes lagunas aereadas con tiempos de retención de 1 a 3 días, con una agitación homogénea para mantener los lodos en suspensión. El tratamiento puede realizarse sin aeración artificial, teniendo condiciones parcialmente anaerobias con tiempos de retención de 5 a 50 días y no pudiendo ser utilizados en cualquier lugar debido al mal olor que puede desprender. (31).

e) Filtros biológicos: también llamados filtros percoladores, los cuales utilizan microorganismos aerobios para realizar la descomposición de la materia orgánica y los fangos activos, obteniéndose material celular y bióxido de carbono. Los filtros percoladores no permiten reducir más del 85% de la materia orgánica pero son más fáciles de operar que un sistema de fangos activos y permiten el pretratamiento barato de aguas de alta concentración de materia orgánica. (31).

f) Discos biológicos o biodiscos: la biomasa se presenta simultáneamente en la forma de crecimiento asistido y de crecimiento en suspensión. La función de estos discos es la misma que los filtros percoladores. (49).

1.2.2.2.- **TRATAMIENTOS ANAEROBIOS:** el metabolismo de los organismos anaeróbicos esta orientado a obtener y emplear su energía apartir de la cadena de reacciones de degradación de la materia orgánica para transformarla en amoniaco y bióxido de carbono, pueden trabajar en concentraciones altas de materia orgánica hasta 80 gDQO/l, pero son más sensibles a cambios en los factores ambientales del medio como: composición, pH (potencial de hidrógeno), T (temperatura). (41).

a) **Procesos de contacto:** se utiliza cuando el líquido lleva cantidades importantes de sólidos en suspensión. (31), (49).

b) **Filtros anaeróbicos:** son empleados para llevar acabo el tratamiento anaeróbico usando un crecimiento de biomasa por adherencia. Es similar a un filtro percolador aeróbico salvo que la alimentación del agua residual es por el fondo y la salida por la parte superior del tanque. (31), (49).

c) **Reactor con flujo ascendente y manta de lodo (UASB):** la biomasa produce flóculos o granos relativamente densos que actuan de autosoporte. El sistema se adapta al tratamiento de sustancias ricas en hidratos de carbono. (31).

1.2.3.- **TRATAMIENTOS TERCIARIOS:** llamado también de pulimiento, se utiliza para eliminar materia orgánica para obtener agua de calidad que sea empleada en los cuerpos receptores, para la eliminación de los nutrientes nitrogenados y fosforados que causan la proliferación de formas de vida no deseables. (41).

También se utiliza en el tratamiento para aguas de albercas o de recreo las cuales se regeneran en un circuito cerrado, es decir se someten a tratamiento y se introducen nuevamente a la alberca. Sin embargo, se debe introducir agua limpia para eliminar las impurezas que se acumulan en la superficie, compensar las pérdidas de agua y reducir la concentración de compuestos orgánicos y amoniacales procedentes de los bañistas. (12).

1.2.3.1.- ELIMINACION DE SOLIDOS EN SUSPENSION: los sólidos que no han sido eliminados en los dos tratamientos antes mencionados pueden constituir una parte importante de la DBO (demanda bioquímica de oxígeno) de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas. (49).

a) Microtamizado: los microtamices se construyen sobre tambores rotativos. El agua residual se alimenta de forma continua en la parte interior del tambor, fluyendo hasta una cámara de almacenamiento de agua clara en la parte exterior. Con el microtamizado se consiguen eliminaciones del 70% al 90% de los sólidos en suspensión. (49).

b) Prefiltración y bombeo: este proceso es empleado en aguas de albercas donde el agua recogida en la superficie a lo largo de los bordes de las mismas se hace pasar a un depósito que sirve para la aspiración de las bombas de circulación del circuito de regeneración. Deben instalarse varios prefiltros a la entrada de las bombas, para protegerlas de los diversos residuos que puedan llegar con el agua de las albercas, este número depende de la importancia de los caudales de recirculación y de las combinaciones de los mismos. (12).

c) Filtración: es empleado tanto en el tratamiento de aguas residuales como en el de aguas de albercas o de recreo. Se obtienen rendimientos de eliminación del 99% de sólidos en suspensión. (49).

Los filtros más empleados son:

1.- Filtros de arena: son filtros a presión cargados con arena con una velocidad de filtración de 15 a 40 m/h. Si se realiza la filtración sin agregar antes un reactivo coagulante el agua no se obtiene perfectamente clara puesto que las materias en suspensión coloidal no se coagulan y atraviesan el lecho filtrante. La ausencia del empleo del mismo da lugar a un aumento del consumo de desinfectante como el cloro, aumentando las concentraciones de cloruro que se producen y creando compuestos orgánicos indeseables. (12).

2.- Filtros de diatomitas: dan un agua muy clara debido a su velocidad de filtración que es de 4 m/h. La calidad del agua depende del modo de empastado, del tipo de diatomitas utilizadas y en el caso de las albercas también de la asistencia de los bañistas, puesto que si ésta es elevada es muy arriesgado usar una filtración rápida. Puedo filtrarse con rapidez cuando no se requiere un agua tan clara, el inconveniente de esta filtración es el rápido atascamiento por algas microscópicas (plancton). (12).

d) Precipitación y coagulación: como se mencionó anteriormente el uso de un buen coagulante evita el empleo elevado de un desinfectante como el cloro. La coagulación se lleva acabo utilizando sulfato de alúmina, polielectrolitos, cal y otros reactivos químicos. (49).

1.2.3.2.- ADSORCION EN CARBON ACTIVO: se utiliza para eliminar la materia orgánica residual que ha pasado el tratamiento biológico. El carbón empleado frecuentemente es de forma granular, que puede regenerarse después de su agotamiento. El carbón se puede emplear en el tratamiento por fangos activos para eliminar sustancias tóxicas que puedan inhibir el crecimiento celular. (31).

1.2.3.3.- **INTERCAMBIO IONICO:** es un proceso en el que los iones que se mantienen unidos a grupos funcionales sobre la superficie de un sólido por fuerzas electrostáticas se intercambian por iones de una especie diferente en disolución. Se usa para la desmineralización en el tratamiento de aguas residuales. (49).

1.2.3.4.- **OSMOSIS INVERSA:** es un proceso empleado para la purificación del agua residual utilizando una bolsa semipermeable con solución diluida de sacarosa y cambios de presiones. (49).

1.2.3.5.- **ELECTRODIALISIS:** se desarrollo para la desalación del agua de mar, para la eliminación de nutrientes inorgánicos (fósforo y nitrógeno) de las aguas residuales. (49).

1.2.3.6.- **DESINFECCION:** es usado para conseguir la eliminación de ciertas materias minerales disueltas indeseables (compuestos de hierro o de manganeso), la supresión de sabores y olores y la destrucción de microorganismos patógenos. (12).

a) **Radiaciones UV,X:** este método de desinfección presenta ventajas y desventajas en cuanto a su uso, las cuales se mencionan a continuación:

V E N T A J A S .

- 1.- No se introducen materias extrañas en el agua y las características físicas y químicas no se afectan significativamente.
- 2.- El amoniaco como constituyente del agua no afecta el poder desinfectante de las mismas.

- 3.- Los periodos de exposición o contacto son cortos.
- 4.- La sobredosis no tiene efecto negativo.

D E S V E N T A J A S .

- 1.- Las esporas, quistes y virus son menos susceptibles que las bacterias vegetativas.
- 2.- Los rayos UV son absorbidos por muchos constituyentes aún en aguas pretratadas, por lo que se requiere de un acondicionamiento completo.
- 3.- El costo del equipo es elevado y las cantidades de energía requerida son grandes.
- 4.- Es necesario un mantenimiento frecuente para asegurar un área de radiación efectiva. (57).

b) Empleo de iones metálicos: el empleo de estos iones para estos fines proporciona las siguientes ventajas y desventajas:

V E N T A J A S .

- 1.- No se requieren de concentraciones altas para provocar la efectividad contra las bacterias vegetativas.
- 2.- Proporciona una acción bacterioestática poderosa y duradera.
- 3.- Algunas variaciones en la concentración de organismos no afectan la capacidad germicida.
- 4.- Con la utilización de una bomba dosificadora que funcione en forma discontinua se evita que los microorganismos se acostumbren a los iones mencionados.

- 5.- Se inhibe el crecimiento de ciertas algas y hongos.
- 6.- Los desinfectantes no son venenosos, son insípidos y fáciles de manejar.

D E S V E N T A J A S .

- 1.- Se requiere de un pretratamiento para el agua, pues la turbidez, coloración orgánica y otras materias coloidales en suspensión adsorben plata metálica.
- 2.- Algunas especies biológicas son resistentes como es el caso de las anaeróbicas, quistes, esporas y algunas algas; algunos organismos pueden habituarse a su acción.
- 3.- La acción germicida disminuye cuando se trabaja con temperaturas y niveles de pH bajos.
- 4.- Además de usar estos iones en ocasiones hay que emplear fuertes dosis de cloro del orden de 20 gramos/metro cúbico con un pH ácido y en ausencia de bañistas.
- 5.- Se requieren periodos de contacto relativamente largos.
- 6.- Los fosfatos, cloruros, sulfuros y sulfatos inhiben su acción.
- 7.- Es un tratamiento muy caro. (12), (57).

c) Empleo de álcalis y ácidos: el empleo de álcalis y ácidos tiene un interés muy limitado como desinfectantes ya que se usan en el control de la corrosión y del pH y puede afectar parcialmente a una pequeña parte de microorganismo, especialmente cuando se presentan periodos de contacto muy largos.

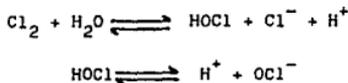
Normalmente es necesario ajustar el pH del agua del circuito de regeneración para adaptarlo a las mejores condiciones de utilización del desinfectante empleado. Para esta corrección del pH, se utiliza una bomba dosificadora que inyecta una sal alcalina (carbonato sódico) o ácido clorhídrico diluido en 20 veces su volumen de agua.

El agua de alimentación de las albercas puede contener una cierta dosis de hierro o de manganeso. Es indispensable eliminar estos elementos, puesto que provocan depósitos rojizos o negruzcos en las paredes de la alberca. (12).

d) Empleo de oxidantes: se emplean básicamente tres reactivos como oxidantes para la desinfección del agua:

1.- Cloro: el cloro es el reactivo más utilizado para la desinfección del agua destinadas al consumo, el tratamiento de algas y moluscos en las aguas de circuitos de refrigeración, el tratamiento de aguas residuales urbanas y tratamiento de aguas de albercas. Posee un poder oxidante remanente muy elevado, que favorece la destrucción de las materias orgánicas. Su acción bactericida puede explicarse por la destrucción de las enzimas indispensables para la vida de los agentes patógenos. (12).

Según las reacciones:



El equilibrio de estas reacciones depende del pH del medio. Si el pH es inferior a 2, todo el cloro se encuentra en forma molecular. A pH 5, el cloro molecular ha desaparecido totalmente, encontrándose de nuevo en forma de ácido hipocloroso (HOCl). A pH 10, el cloro se encuentra combinado en forma de iones hipoclorito (ClO⁻). El cloro es más eficaz en medio ácido que en medio alcalino, puesto que su efecto bactericida es mayor cuando se encuentra en forma de HOCl. (12).

Para el tratamiento de albercas se utiliza cloro gaseoso, el contenido de cloro libre en el agua de las albercas debe ser aproximadamente de 1 mg/l sin exceder de 1.7 ó 1.8 mg/l. El contenido en cloro total no debe exceder en más de 0.6 mg/l el contenido en cloro libre. Utilizándolo a pH de 7.2 y 7.8 se tiene un máximo de acción y un mínimo de trastornos como irritaciones. (12), (57), (44), (58).

Se emplea para el control de malos olores y para la oxidación de hierro, manganeso, amoníaco y materia orgánica contribuyendo a la demanda bioquímica de oxígeno. Puede reaccionar con algunas materias orgánicas, particularmente como compuestos fenólicos, presentando problemas potenciales en los efluentes. El nivel de concentración en los sistemas disminuye cuando se suspende su dosificación. (12), (57), (44), (58).

2.- Bromo: debido a sus propiedades antisépticas y algicidas, el bromo se utiliza para la desinfección de aguas de albercas. La dosis mínima residual que debe presentar es de 0.4 g/metro cúbico. A esta dosis, y cualquiera que sea el pH, no comunica olor al agua ni provoca irritación en los ojos. Se ha comprobado, en casos de gran asistencia de los bañistas, es preciso llevar el contenido de bromo residual hasta 2 g/metro cúbico, para conseguir una desinfección que ofrezca las debida garantías. Para una buena desinfección la dosis necesaria de bromo es tal que este resulta tan irritante como el cloro. El pH para una desinfección con bromo debe ser de 7.8 y 8.2. (12).

3.- Ozono: es el desinfectante más potente da al agua una coloración azulada. El ozono no provoca fermentación de productos que puedan irritar las mucosas, ni le da sabor ni olor al agua. Una desventaja del uso de este oxidante es que el agua es más sensible a las contaminaciones posteriores que puedan aportar los bañistas, por falta de un poder desinfectante residual del agua por lo que después de una ozonización hay que realizar una desinfección complementaria con cloro o bromo. La dosis residual mínima de ozono es entre 0.4 y 0.6 g/metro cúbico. (12).

Cuando se requiere solo de una reducción del color y/o sabor; puede tomarse como base una dosis de tratamiento de 0.4 a 1 g/metro cúbico y un tiempo de contacto de 4 a 6 min. Si el agua contiene microcontaminantes la dosis de tratamiento puede llegar hasta 5 g/metro cúbico, e incluso más, según la cantidad de microcontaminantes que deba eliminarse. El tiempo de contacto puede variar entre 4 y 12 min. (12).

e) Agentes químicos de superficie activa: están constituidos por una parte polar y otra no polar, la primera interacciona con la molécula del agua por interacciones dipolo-dipolo o ión-dipolo y es llamada parte hidrofílica. La segunda parte puede ser lineal o ramificada y su interacción con la molécula de agua es pequeña por lo que es llamada parte hidrofóbica. (55).

En forma general se pueden clasificar como:

1.- Aniónicos

Dodecilsulfato de sodio (SDS)
Dodecanoato de sodio

2.- Catiónicos

Bromuro de dodeciltrimetilamonio
Bromuro de hexadeciltrimetilamonio

3.- No iónicos

Dodecilhexaoxietilenglicolmonoeter

Los compuestos derivados del tetrametiletlenamónio son compuestos cuaternarios de amonio (también llamados CUATS) aplicados desde 1916 incluyen los agentes catiónicos que se ionizan totalmente en el agua y que son altamente germicidas. Estos productos se obtienen como líquidos o sólidos, son muy estables a temperaturas ordinarias y disminuyen la tensión superficial del agua pero tiene el inconveniente de formar espuma a menos que se encuentren muy diluidos. (57).

Chambers y Butterfield comprobaron la capacidad germicida de los CUATS y los efectos de varios factores sobre su eficiencia; notaron que la mayor eficiencia se lograba en los rangos de pH de 7.0 a 8.5-9.0 y que dicha eficiencia se veía afectada por la naturaleza de los aditivos empleados en la formulación del CUAT, así como por ciertos minerales y la dureza del agua. (53), (56).

Estos compuestos no se han considerado seriamente para usarse como desinfectantes de agua potable debido a sus limitaciones ya implícitas, sus posibles efectos tóxicos, etc.. Estos agentes han sido empleados como algicidas en las albercas, desinfección del agua en tomas principales y para el control del crecimiento de organismos indeseables en sistemas industriales de enfriamiento de agua. (53), (56).

Las sales cuaternarias de amonio a parte de presentar una marcada acción germicida, presentan actividad detergente y emulsificante. En concentraciones adecuadas se utilizan como germicidas ya que son solubles en agua. En general se puede decir, que dichos compuestos presentan efectividad porque son de acción rápida, tienen propiedades aceptables de penetración y de adsorberse en las superficies por lo que proveen una acción protectora residual. Presentan acción selectiva sobre los microorganismos. Son efectivos a bajas temperaturas, pero también son estables para usarse a temperaturas elevadas. Los germicidas catiónicos tienden a ser corrosivos e irritantes en forma pura, en concentraciones muy altas y muy diluidas: originando problemas por ser altamente oxidantes. (11).

No se tiene un conocimiento exacto de la acción bacteriostática o bactericida de los desinfectantes catiónicos, se han propuesto mecanismos tales como: una inhibición de enzimas, desnaturalización de proteínas y lesiones a la membrana celular que podrían causar la pérdida de componentes vitales. Según Zimmerman, una alteración en la pared celular de la bacteria se considera como causa potencialmente básica de actividad bacteriostática o bactericida. Las sales cuaternarias de amonio probablemente deben sus propiedades desinfectantes a cierta habilidad de alterar la permeabilidad de dicha superficie. (11).

El poder bactericida de las sales cuaternarias de amonio es elevado contra las bacterias tanto gram-negativas como las gram-positivas, y también son fungicidas y poseen acción nociva para ciertos protozoos patógenos. Los virus son más resistentes que las bacterias y los hongos a la acción de las sales cuaternarias de amonio. (11).

Los polielectrolitos catiónicos son llamados también CUATS POLIMERICOS debido a que son agentes de floculación por su carácter polimérico y su carga eléctrica y son biocidas por la presencia de CUATS. El nitrógeno tetravalente que presenta la molécula es el sitio cargado en todos los floculantes catiónicos comerciales en la actualidad. Su carácter catiónico se deriva del nitrógeno tetravalente logrado vía protonación de aminas primarias, secundarias y terciarias o por vía generación de agrupaciones cuaternarias.

Los CUATS POLIMERICOS tienen la cualidad de ser más resistentes a la degradación por cloro que las poliaminas simples, característica que resulta muy importante en el tratamiento de agua clorada, además, su relativa insensibilidad a la variación del pH amplía sus aplicaciones. (27).

1.2.3.7.- PROCESOS DE REDUCCION DE NUTRIENTES:

a) Nitrógeno: pueden causar problemas por su alta demanda de oxígeno (DQO) en el tratamiento produciendo amoniaco, oxidandose a nitritos y posteriormente a nitratos, causando un efecto perjudicial sobre el medio ambiente y la flora y fauna. (31), (49).

b) Fósforo: puede perjudicar el cauce receptor del vertido por su influencia en el crecimiento de las algas. (31).

C A P I T U L O V.

M A T E R I A L Y M E T O D O .

A.- M A T E R I A L:

- Cajas de petri desechables de 100 x 15 mm.
- Tubos de ensayo de vidrio de 13 x 100 mm con tapón de rosca.
- Matraz Elenmeyer de 250 ml.
- Pipetas graduadas de vidrio de 1 ml.
- Matraz de fondo plano de 500 ml,
- Termómetro de 300 .
- Asa bacteriológica.
- Portaobjetos.
- Pinzas quirúrgicas.
- Charola de tinción.
- Mechero bushner.
- Espatula.
- Gradilla.
- Celdas de cuarzo.
- Algodón.

A.1.- R E A C T I V O S:

- Agua destilada.
- Benzal al 5%.
- Solución de ácido sulfúrico al 1%.
- Solución de cloruro de bario al 1%.
- Aceite de inmersión.
- Para la tinción de gram:
 - Cristal violeta.
 - Alcohol/Acetona.
 - Lugol.
 - Zafranina.
- Dicloruro de poli(oxietilendimetil)amonio.

A.2.- EQUIPO:

- Estufa de gas.
- Refrigerador.
- Autoclave.
- Balanza granataria.
- Balanza analítica.
- Espectrofotómetro (Secoman 2000).
- Liofilizadora portátil.
- Microscopio.
- Vortex para tubo de ensayo.
- Incubadora 37°C .
- Incubadora 29°C .
- Contador de colonias.

A.3.- MICROORGANISMOS:

- Pseudomonas aeruginosa.
- Candida albicans.
- Saccharomyces cerevisiae.

A.4.- COMPOSICION Y PREPARACION DE MEDIOS.

AGAR DEXTROSA PAPA (PDA).

Para identificación, cultivo y recuento de levaduras y hongos.

Fórmula para 1000 ml de agua destilada:

Infusión de papa (sólidos)	4.0 g
Dextrosa	20.0 g
Agar	15.0 g
pH final 5.6 ± 0.2	

Suspender 39 g del polvo en un litro de agua destilada. Mezclar perfectamente, calentar con agitación frecuente y hervir durante un minuto hasta dilución completa. Distribuir y esterilizar a 121 °C por 15 min.

AGAR PARA METODOS STANDAR (APHA).

Para cuenta total de microorganismos en leche y otros materiales de importancia sanitaria.

Fórmula para 1000 ml de agua destilada:

Peptona de caseína	5.0 g
Extracto de levadura	2.5 g
Dextrosa	1.0 g
Agar	15.0 g
pH final 7.0 ± 0.2	

Suspender 23.5 g del polvo en un litro de agua destilada. Mezclar perfectamente, calentar con agitación frecuentemente y hervir durante un minuto hasta dilución completa. Distribuir y esterilizar a 121 °C por 15 min.

B.- METODOLOGIA:

- B.1.- El dicloruro de poli(oxietilendimetil)amonio se obtuvo de una síntesis orgánica, realizada en el Instituto de Química de la U.N.A.M.
- B.2.- El polimero se nos proporcionó en solución acuosa, por dificultades en su manejo debido a su alta viscosidad se procedió a secarlo mediante una liofilización, la cual nos permite eliminar toda el agua que contenga el polimero y poder estandarizar las concentraciones requeridas.
- B.3.- Se utilizaron cepas de Pseudomonas aeruginosa, Candida albicans y Saccharomyces cerevisiae, adquiridas en la U.N.A.M. y en el laboratorio de Microbiología de la escuela de Ciencias Químicas de la Universidad La Salle.

B.4.- Para ajustar el número de microorganismo utilizado se empleo la técnica del Nefelómetro de Mac. Farlan, que nos permite tener un número de microorganismo conocido por concentración de cada uno de los tubos.

El Nefelómetro consiste en:

A) PREPARACION:

- 1.- Colocar una serie de 10 tubos de ensaye marcados del 1 al 10.
- 2.- Adicionar las soluciones de ácido sulfurico y cloruro de bario como lo indica la siguiente tabla:

TUBO	VOLUMEN (ml)	
	H ₂ SO ₄	BaCl ₂
1	9.9	0.1
2	9.8	0.2
3	9.7	0.3
4	9.6	0.4
5	9.5	0.5
6	9.4	0.6
7	9.3	0.7
8	9.2	0.8
9	9.1	0.9
10	9.0	1.0

- 3.- Se cierran los tubos con sus tapones y se agitan perfectamente. Se observa la turbidez de cada tubo usando como fondo una hoja de papel blanco, la turbidez debe de ser gradual, siendo menor en el tubo 1 y mayor en el 10.

B) USOS EN MICROBIOLOGIA:

Si deseamos conocer el número de microorganismos a que corresponde cada turbidez del Nefelómetro, es necesario considerar al microorganismo, ya que el número de bacterias varía según el tamaño de éstas. Para conocer el número de microorganismos con cada tubo del Nefelómetro se sigue el siguiente procedimiento:

- 1.- Preparar un cultivo joven de la cepa.
- 2.- Suspender el cultivo en solución salina isotónica, agua destilada o algún regulador estéril.
- 3.- Ajustar la suspensión a la turbidez del tubo del Nefelómetro cuyo número de bacterias se desee conocer. Confirmar el ajuste de turbidez observando ambos, teniendo como fondo un papel blanco con rayas negras. El ajuste es correcto si las rayas se ven de la misma intensidad a través de la suspensión bacteriana y el tubo del Nefelómetro.
- 4.- Hacer cuenta viable de la suspensión bacteriana y el número de bacterias encontrado será el correspondiente de la cepa estudiada al tubo del Nefelómetro seleccionado.

* MANUAL DE PRACTICAS. Laboratorio de Microbiología general. Instituto Politécnico Nacional.

- B.5.- El ajuste del inóculo se hizo tomando la lectura del tubo número 1 del Nefelómetro en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 600 y 650 nm para que ésta lectura fuera la que se ajustará con los microorganismos trabajados.

El inóculo se ajusto al tubo 1 del Nefelómetro y las lecturas obtenidas fueron:

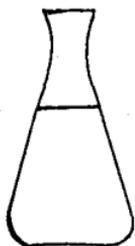
longitud de onda	absorbancia o. lectura
600	0.267 - 0.360
650	0.227 - 0.347

B.6.- Para conocer el número de microorganismos viables se procedio a contar por la técnica de vaciado en placa, la cual se describirá más adelante.

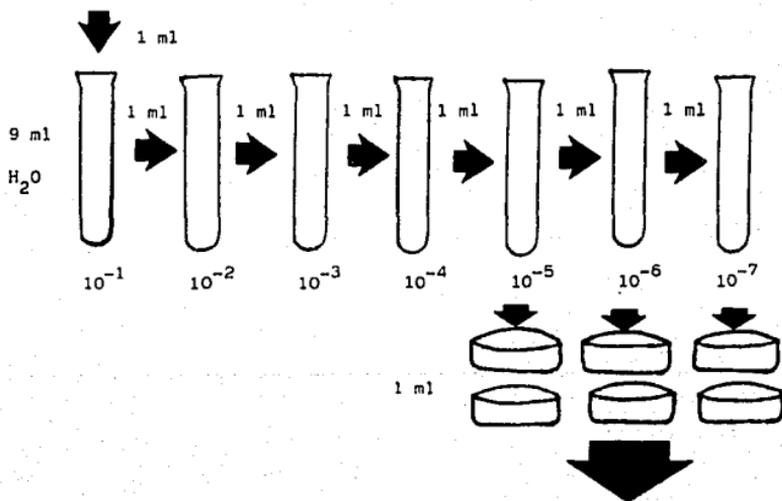
B.7.- Preparación de las soluciones a diferentes concentraciones de polimero: al matraz inoculado y ajustado al tubo número 1 del Nefelómetro se le agrega la cantidad de polimero necesaria para tener las siguientes concentraciones: 400 ppm, 200 ppm, 150 ppm, 100 ppm, 75 ppm, 50 ppm y 25 ppm.

B.8.- Evaluación del efecto del polimero: se realiza tomando muestras del matraz inoculado a diferentes intervalos de tiempo: 30 min, 1 hr., 2 hr., 4 hr., 6 hr., 24 hr. y 48 hr., para establecer el tiempo de acción del polimero y se procede a contar por la técnica de vaciado en placa.

La técnica de vaciado en placa consiste en:



200 ml de H₂O + inóculo + polímero



AGREGAR EL AGAR •

• AGAR DEXTROSA PAPA para Candida albicans y Saccharomyces cerevisiae,
incubar a 29°C.

AGAR CUENTA STANDAR para la Pseudomonas aeruginosa, incubar a 37°C.

C A P I T U L O V I .

D I S C U S I O N D E R E S U L T A D O S .

En la gráfica # 1 correspondiente a la Pseudomonas aeruginosa se tomaron rangos de tiempo de 30 min. a 6 hrs dado que la acción del polímero a los 30 min. fue de más del 92% de muerte del microorganismo. En la gráfica no se tomó cuenta el tiempo cero puesto que no se podía analizar la acción del polímero. Después de las 6 hrs. el porcentaje de muerte tiene una variación mínima por lo que en la graficación no se diferencian las curvas. Se puede observar que la concentración del polímero es directamente proporcional al porcentaje de muerte del microorganismo. En la tabla # 2 se puede observar que en el rango de 24 a 48 hrs. el porcentaje de muerte tiene una variación mínima y no hay regeneración del microorganismo, por lo tanto a los 30 min. el polímero presenta su máxima acción y en las horas subsecuentes su acción es paulatina.

Con respecto a la gráfica # 2 correspondiente al Saccharomyces cerevisiae se puede decir que el polímero a los 30 min. no es tan efectivo como en el caso anterior, dado que el porcentaje de muerte del microorganismo es inferior al 68%. Posteriormente a las 6 hrs. se tiene un porcentaje de muerte mayor del 95%. En el rango de 24 a 48 hrs. el porcentaje de muerte del microorganismo presenta una variación mínima y no hay regeneración del microorganismo, por lo tanto la acción máxima del polímero es a las 6 hrs.

En la gráfica # 3 correspondiente a la Candida albicans en las concentraciones de 400 a 100 ppm se observa que a los 30 min. el porcentaje de muerte es superior al 90%, mientras que en las concentraciones más bajas su efecto a este tiempo es inferior al 66%, después de este tiempo se nota un incremento en su acción y por lo tanto un incremento en el porcentaje de muerte hasta las 6 hrs.. En el rango de 24 a 48 hrs. ocurre lo mismo que en el caso anterior.

Tabla 1. Efecto de la concentración del polímero y el tiempo de exposición en la supervivencia del microorganismo

Pseudomonas aeruginosa						
Tiempo	400 ppm	200 ppm	150 ppm	100 ppm	75 ppm	25 ppm
0 hrs.	41,200,000	42,666,000	41,700,000	47,600,000	53,389,000	60,800,000
0.5 hrs.	10,000	1,000,000	1,900,000	2,300,000	3,500,000	4,300,000
1 hr.	7,200	500,000	688,600	1,000,000	2,000,000	2,365,000
2 hrs.	5,000	258,200	310,000	400,000	891,000	1,875,000
4 hrs.	4,300	138,400	240,000	300,000	728,000	1,247,000
6 hrs.	3,000	68,300	182,250	224,000	58,000	1,108,000
24 hrs.	560	2,000	5,800	8,800	9,800	728,000
48 hrs.	305	1,175	2,300	6,200	9,700	520,000

Tabla 2. Porcentaje de muerte del microorganismo por efecto del polímero

Pseudomonas aeruginosa						
Tiempo	400 ppm	200 ppm	150 ppm	100 ppm	75 ppm	25 ppm
0 hrs.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.5 hrs.	99.98	97.66	95.44	95.19	93.32	92.93
1 hr.	99.98	98.83	98.35	97.91	96.18	96.11
2 hrs.	99.99	99.40	99.26	99.16	98.30	96.92
4 hrs.	99.99	99.68	99.42	99.37	98.61	97.95
6 hrs.	99.99	99.84	99.56	99.53	99.89	98.18
24 hrs.	100.00	100.00	99.99	99.98	99.98	98.81
48 hrs.	100.00	100.00	99.99	99.99	99.98	99.14

Tabla 3. Efecto de la concentración del polímero y el tiempo de exposición en la supervivencia del microorganismo

Saccharomyces cerevisiae							
Tiempo	400 ppm	200 ppm	150 ppm	100 ppm	75 ppm	50 ppm	25 ppm
0 hrs.	2,790,000	2,300,000	2,200,000	2,000,000	3,200,000	3,050,000	3,100,000
0.5 hrs.	900,000	1,000,000	1,150,000	1,050,000	2,000,000	2,900,000	3,000,000
1 hr.	160,000	278,350	300,000	610,000	1,000,000	2,700,000	2,850,000
2 hrs.	96,200	137,000	200,000	230,000	372,500	826,666	850,000
4 hrs.	27,500	32,040	35,433	53,700	107,300	123,333	271,333
6 hrs.	9,833	13,505	16,400	34,900	65,230	86,250	164,000
24 hrs.	842	938	1,392	1,530	21,666	54,875	74,920
48 hrs.	93	100	102	104	9,320	15,000	18,500

Tabla 4. Porcentaje de muerte del microorganismo por efecto del polímero

Saccharomyces cerevisiae							
Tiempo	400 ppm	200 ppm	150 ppm	100 ppm	75 ppm	50 ppm	25 ppm
0 hrs.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.5 hrs.	67.75	56.60	47.73	47.50	37.50	5.00	3.23
1 hr.	94.27	87.90	86.37	74.50	68.75	11.50	8.07
2 hrs.	96.56	94.10	90.91	88.50	88.36	72.90	72.59
4 hrs.	99.02	98.61	98.39	97.31	96.65	95.96	91.25
6 hrs.	99.65	99.42	99.26	98.25	97.97	97.18	94.71
24 hrs.	99.97	99.86	99.93	99.92	99.33	98.21	97.59
48 hrs.	99.99	99.99	99.99	99.99	99.71	99.51	99.41

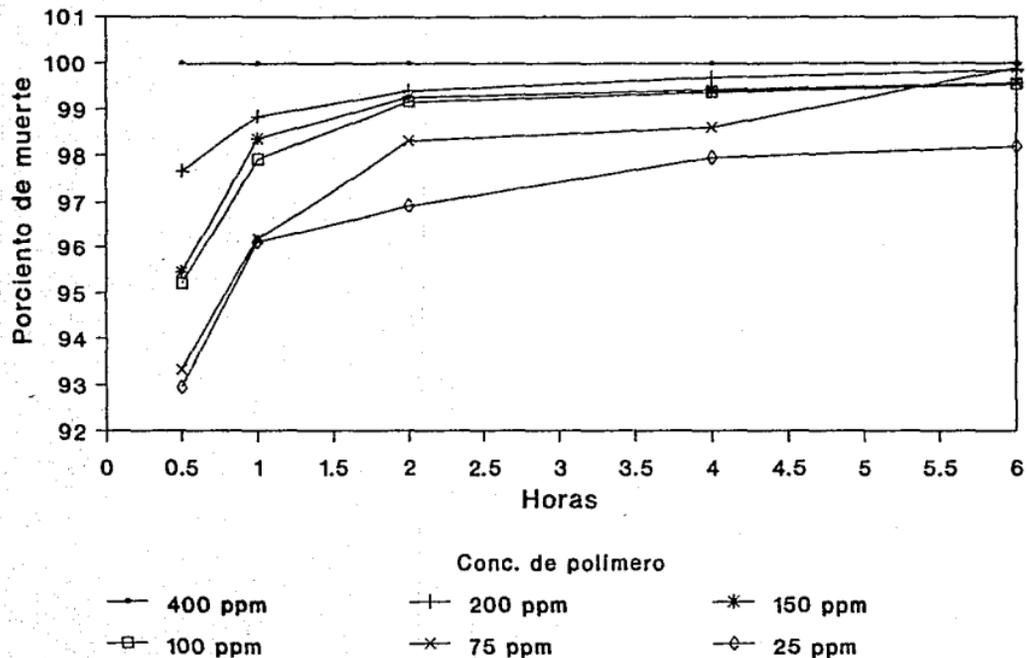
Tabla 5. Efecto de la concentración del polímero y el tiempo de exposición en la supervivencia del microorganismo

Candida albicans							
Tiempo	400 ppm	200 ppm	150 ppm	100 ppm	75 ppm	50 ppm	25 ppm
0 hrs.	6,900,000	7,000,000	2,200,000	5,000,000	2,000,000	3,900,000	4,150,000
0.5 hrs.	300,000	400,000	200,000	486,666	700,000	1,400,000	2,000,000
1 hr.	140,000	180,000	150,000	350,000	360,000	1,000,000	1,200,000
2 hrs.	25,250	33,000	45,850	100,000	200,000	585,400	800,000
4 hrs.	16,000	20,000	31,300	68,438	100,000	288,120	398,405
6 hrs.	263	556	10,000	30,000	71,233	132,500	150,000
24 hrs.	38	100	3,200	5,200	6,000	40,000	50,000
48 hrs.	10	73	1,900	4,565	5,000	16,835	23,333

Tabla 6. Porcentaje de muerte del microorganismo por efecto del polímero

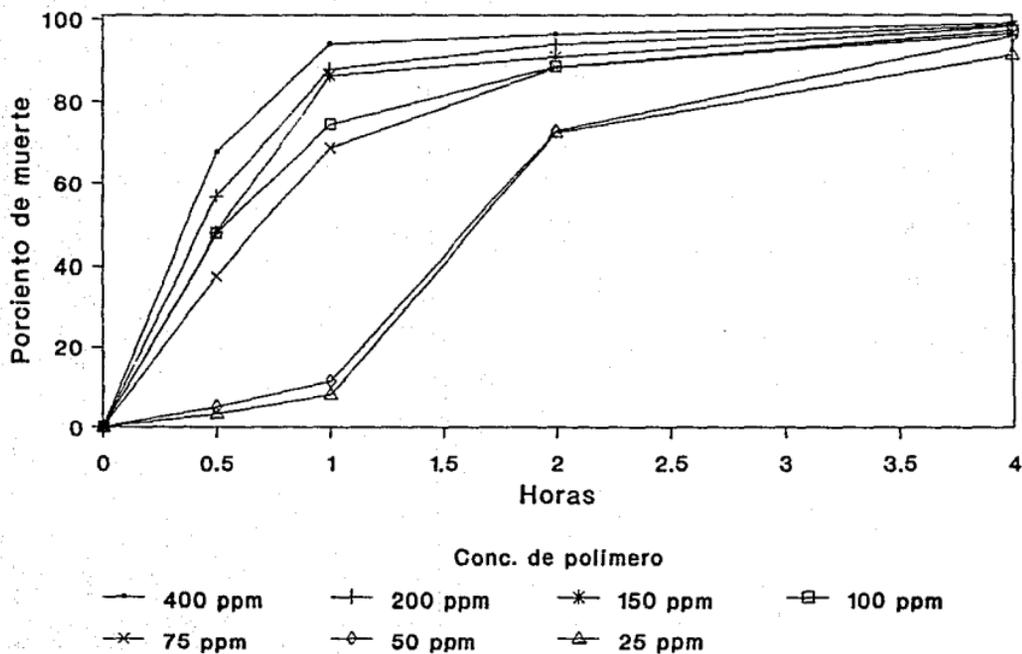
Candida albicans							
Tiempo	400 ppm	200 ppm	150 ppm	100 ppm	75 ppm	50 ppm	25 ppm
0 hrs.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.5 hrs.	95.80	94.30	91.00	90.70	65.00	64.00	51.90
1 hr.	98.00	97.50	93.20	93.00	82.00	74.00	71.10
2 hrs.	99.64	99.53	98.00	98.00	90.00	85.00	80.80
4 hrs.	99.77	99.72	98.60	98.50	95.00	92.70	90.40
6 hrs.	99.99	99.99	99.75	99.40	96.50	96.61	96.39
24 hrs.	99.99	99.99	99.66	99.90	99.60	98.80	98.80
48 hrs.	99.99	99.99	99.92	99.91	99.85	99.57	99.44

Pseudomonas aeruginosa



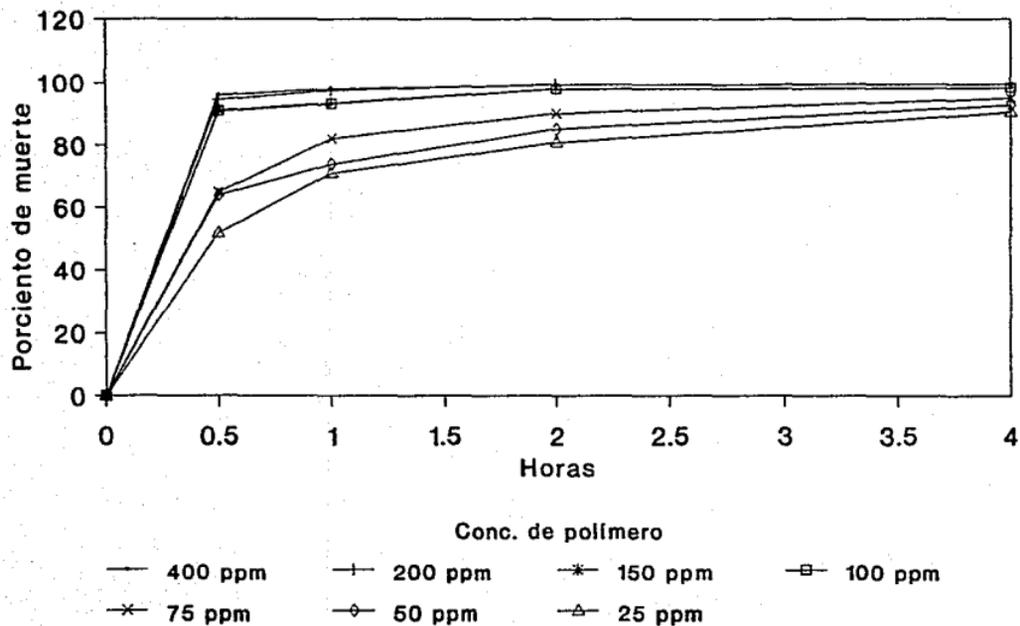
GRAFICA. 1

Saccharomyces cerevisiae



GRAFICA. 2

Candida albicans



GRAFICA 3.

C A P I T U L O V I I .

C O N C L U S I O N E S .

Para comprobar la acción bacteriostática o bactericida de dicho polímero se han propuesto diferentes mecanismos tales como: una inhibición de enzimas, desnaturalización de proteínas y lesiones a la membrana celular causando la pérdida de componentes vitales para el microorganismo.

Cuando las bacterias son expuestas a agentes de este tipo, el grupo positivamente cargado se asocia con grupos fosfatos de los fosfolípidos de la membrana, mientras la porción no polar penetra hacia el interior hidrófobo de la membrana. La distorsión resultante provoca una pérdida de la semipermeabilidad de la membrana y el agente cuaternario de amonio puede ingresar en la célula y desnaturalizar sus proteínas. (64).

De acuerdo con las gráficas obtenidas a partir de la experimentación se puede decir que las levaduras presentan una mayor resistencia al polímero que la bacteria, que la acción del polímero es más notoria en las concentraciones donde se trabaja con mayor cantidad del mismo, aunque su poder tanto bactericida como fungicida se manifiesta aún en las concentraciones más bajas y que la acción máxima del polímero en la bacteria es en el rango de tiempo de 0 a 30 min., mientras que en las levaduras es de 0 a 6 hrs.

Se afirma que la concentración de polímero es proporcional al porcentaje de muerte en todos los casos estudiados.

Las propiedades del polímero aquí estudiado permiten prever su aplicación en el tratamiento de aguas, permitiendo en el caso de las aguas empleadas para el suministro de albercas una mejor limpieza de las mismas al igual que una seguridad de desinfección y por lo tanto reducir el riesgo de enfermedades letales para el hombre, al igual que la reducción de un aspecto físico desagradable de dichos lugares. Como no se conoce su toxicidad en humanos no se recomienda que sea empleado para el tratamiento de aguas de consumo o potables.

C A P I T U L O V I I I .

R E F E R E N C I A S B I B L I O G R A F I C A S .

- 1.- A Handbook of Community Water Supplies.;WATER QUALITY AND TREATMENT.;American Water Works Association.;Fourth edition 1990.
- 2.- Adams.C.E.Jr.,and Eckenfelder.W.W.Jr..PROCESS DESIGN TECHNIQUES FOR INDUSTRIAL WASTE TREATMENT.;Enviro Press.Nashuille and Austin.1974.
- 3.- Bergan,T.1978.PHAGE TYPING OF Pseudomonas aeruginosa.;P.169-199.Int.Bergan and J.R.Norris(ed.),Methods in microbiology,Vol..10.Academic Press, London.
- 4.- BIOLOGIA:UNIDAD,DIVERSIDAD Y CONTINUIDAD DE LOS SERES VIVOS.;Ed. CECSA;México 1982.
- 5.- Bobo,R.A.,E.J.Newton,L.F.Jones,L.H.Farmer,and J.J.Farmer III.1973.NURSERY OUTBREAKS OF Pseudomonas aeruginosa:EPIDEMIOLOGIAL CONCLUSIONS FROM FIVE DIFFERENT TYPING METHODS.Appl.Microbiol.25:414-420.
- 6.- Bowman,P.I.,and D.G.Ahearn.1976.EVALUATION OF COMMERCIAL SYSTEMS FOR THE IDENTIFICATION OF CLINICAL YEAST ISOLATES.J.Clin.Microbiol.4:49-53.
- 7.- Burdon,J.L.1946.FATTY MATERIAL IN BACTERIA AND FUNGI:REVEALED BY STAINING DRIED,FIXED SLIDE PREPARATIONS.J.Bacteriol.52:665-678.
- 8.- Butterfield,C.T.;Wattie,E.and Chamber,C.W.;BACTERICIDAL EFFICIENCY OF QUATERNARY AMMONIUM COMPUONDS;Public Health Rep.,1949,64,1039.
- 9.- Canant,N.F.,D.T.Smith,P.D.Baker,and J.L. Calloway 1971.MANUAL OF CLINICAL MYCOLOGY,3rd.ed.The W.B. Saunders Co.,Philadelphia.
- 10.- Chambers,C.W..BACTERICIDAL EFFICIENCY OF QUATERNARY AMMONIUM COMPOUNDS IN DIFFERENT WATERS;Public Health Rep.,1955.

- 11.- Davila Andrea; DETERMINACION DE SALES CUATERNARIAS DE AMONIO (1983).
- 12.- Degremont; MANUAL TECNICO DEL AGUA; Cuarta edición (1979).
- 13.- Eckenfelder.W.W.Jr.. INDUSTRIAL WATER POLLUTION CONTROL. McGraw-Hill. New York. 1966.
- 14.- Eckenfelder.W.W.Jr. and O'Connor.D.J.. BIOLOGICAL WASTE TREATMENT. Pergamon. Oxford. 1961.
- 15.- Emmons, C.W., C.H. Binford, M.P. Utz, and K.J. Know-Chung. 1977. MEDICAL MYCOLOGY, 3rd. ed. Lea & Febiger, Philadelphia.
- 16.- Evison and James.; BIOLOGICAL INDICATORS OF WATER QUALITY; Ed. John Wiley & Sons.; New York 1979.
- 17.- Freeman B.A.; MICROBIOLOGIA DE BURROWS. Ed. McGraw-Hill.
- 18.- Gaudy.A.F. and Ramanathan.M.J.. WATER POLLUT. CONTROL FED. 36. 1470 (1964).
- 19.- Gilardi, G.L. 1972. INFREQUENTLY ENCOUNTERED *Pseudomonas* sp. CAUSING INFECTION IN HUMANS. Ann. Intern. Med. 77:211-215.
- 20.- Goldbert, P.K., P.J. Kozinn, G.J. Wise, N. Nouri, and R.B. Brooks. 1979. INCIDENCE AND SIGNIFICANCE OF CANDIDURIA. J. Am. Med. Assoc. 241:582-584.

21.- Govan, J.R.W. 1978. PYOCIN TYPING OF *Pseudomonas aeruginosa*. P. 61-91. Int. Bergan and J.R. Norris (ed.), Methods in microbiology, Vol. 10. Academic Press, London.

22.- Hikinbottom Wilfred John; REACTIONS OF ORGANIC COMPOUNDS; Ed. Richard Clay & Co.; Great Britain (1948).

23.- Hugh. R. & E. Leifson. 1964. THE PROPOSED NEOTYPE STRAINS OF *Pseudomonas aeruginosa* (Schroeter 1872) Migula 1900. Int. Bull. Bacteriol. Nomencl. Taxon. 14: 69-84.

24.- Hummenick. M. J. Jr. WATER AND WASTEWATER TREATMENT. Marcel Dekker. Inc. New York. 1977.

25.- Jawetz Ernest.; MICROBIOLOGIA MEDICA.; Ed. El Manual Moderno, Mex. 1987.

26.- King, E.O. 1972. THE IDENTIFICATION OF UNUSUAL PATHOGENIC GRAM-NEGATIVE BACTERIA (revised by R.E. Weaver, H.W. Tatum, and D.G. Hollis). Center for Disease Control, Atlanta.

27.- Kirk-Othmer; ENCICLOPEDIA OF CHEMICAL TECHNOLOGY, Vol. 10 y 24; Ed. John Wiley & Sons, USA 1978.

28.- Kusama, H. 1978. SEROLOGICAL CLASSIFICATION OF *Pseudomonas aeruginosa* by a slide agglutination test. J. Clin. Microbiol. 8: 181-188.

29.- Land,G.A., W.H. Fleming III, T.A. Beadles, and J.A. Foxworth. 1979.RAPID IDENTIFICATION OF MEDICALLY IMPORTAN YEASTS.Lab.Med.10:533-541.

30.- Lanyi B., and T. Bergan. 1978.SEROLOGICAL CHARACTERIZATION OF Pseudomonas aeruginosa,P.93-168.Int. Bergan and J.R. Norris (ed.),Methods in microbiology,Vol.10.Academic Press.London.

31.- Lapeña Rigola Miguel;TRATAMIENTOS DE AGUAS INDUSTRIALES:AGUAS DE PROCESO Y RESIDUALES.Ed. Marcombo.

32.- Lennette,Balows,Hausler,Traunt.;MANUAL DE MICROBIOLOGIA CLINICA.3rd. edición;Ed. Panamericana;1982.

33.- Lindberg R.B. and R.L. Latta.1974.PHAGE TYPING OF Pseudomonas aeruginosa:CLINICAL AND EPIDIMIOLOGIC CONSIDERATIONS.J.Infect.Dis.130:533-542.

34.- Lodder, J.(ed.).1970.THE YEASTS.A TAXONOMIC STUDY,2nd ed. North-Holland Publishing Co.,Amsterdam.

35.- Lowbury E.J.L.1975.ECOLOGICAL IMPORTANCE OF Pseudomonas aeruginosa:MEDICAL ASPECTS,p.37-65.Inp.H.Clarke and M.H.Richond (ed).Genetics and biochemistry of Pseudomonas. John Wiley and Sons, Inc.. New York.

36.- Lund,H.F.(ed):INDUSTRIAL POLLUTION CONTROL HANDBOOK,McGraw-Hill,New York 1971.

37.- Mark J. Hammer;WATER AND WASTEWATER TECHNOLOGY;Ed.Wiley;second edition.

38.- Martin,M.V.1979.GERM-TUBE FORMATION BY ORAL STRAIN OF *Candida tropicalis*. J.Med.Microbiol,12:187-193.

39.- Menshutkin,N.;Z.Physik.Chem.,1890.641.

40.- Metcalf and Eddy.Inc.WASTEWATER ENGINEERING.MacGraw-hill.New York 1972.

41.- Monro Hermosillo Oscar Armando;SEMINARIO:TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES DE LA INDUSTRIA ALIMENTARIA.

42.- Muñoz Hernandez Aurelio;ABASTECIMIENTO Y DISTRIBUCION DE AGUA;Servivio de publicaciones de la escuela de ingenieros de caminos de Madrid;Madrid 1990.

43.- Murray,P.R.,R.E. Vanscoy,and G.D. Roberts.1977.SHOULD YEASTS IN RESPIRATORY SECRETIONS BE IDENTIFIED?.Mayo Clin.Proc.52:42-45.

44.- Nalcon Chemical Company.;The Nalcon Water Handbook.;Ed.Mc.Graw-Hill;USA 1988.

45.- Nev.H.C.1978.CLINICAL ROLE OF *Pseudomonas aeruginosa*,p.83-104.Ing.L.Gilardi(ed),Glucose nonfermating gram-negative bacteria in clinicalmicrobiology.CRC Press,West Palm Beach,Fla.

46.- Nordell Kedel;TRATAMIENTO DE AGUA PARA LA INDUSTRIA Y OTROS USOS.

47.-Oswald.W.J.ADVANCES IN BIOLOGICAL WASTE TREATMENT(W.W.Eckenfelder.Jr. & E.F. Gloyna,eds).Austin 1968.

48.- PRINCIPLES OF INDUSTRIAL WATER TREATMENT.;Drew Chemical Corporation;New Jersey 1977.

49.- Ramolho R.S.;TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.;I.M.P.

50.- Rodríguez Aguilar Hector Manuel;Tesis: OBTENCION DE POLIMEROS DERIVADOS DE SALES CUATERNARIAS DE AMONIO;U.L.S.A. 1992.

51.- Schroepfer.G.S.etal.;ADVANCES IN WATER POLLUTION CONTROL.Vol.2.Pergamon.Oxford 1964.

52.- Shreve,R.N.:CHEMICAL PROCESS INDUSTRIES,3a.ed.;MacGraw-Hill;New York 1967.V.S. Environmental Protection Agency,Development Document for Unbleached Kraft and Semi-chemical Pulp,EPA-440/1-74-025-a,mayo 1974.

53.-STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER.15thed.Yearbook Publ.,Chicago Illinois 1982.

54.- Suiberly.J.L.;QUATERNARY AMMONIUM COMPOUNDS AS SWIMMING POOL ALGICIDES;U.S. Public Healt Service,Robert A. Taft Sanitary Engineering Center Memo,USA 1960.

55.- Sweet,C.E.,and L.Kaufman 1970.APLICACION OF AGGLUTININS FOR THE RAPID AND ACCURATE IDENTIFICATION OF MEDICALLY IMPORTANT Candida sp.Appl.Microbiol.19:820-836.

- 56.- Tadros,Th.F.;SUFRAANTANTS;Ed. Academic Press,USA 1984.
- 57.- Teuny,M.K.;QUATERNARY COMPOUNDS FOR MAIN DESINFECTION;J.AWWA 1951.43,82.
- 58.- The American Water Works Association Inc.;WATER QUALITY AND TREATMENT.Ed. McGraw-Hill.;Usa 1977.
- 59.- Walter,J.Weber Jr.;PHYSICOCHEMICAL PROCESSES FOR WATER QUALITY CONTROL.;Ed. John Wiley and Sons;USA 1972.
- 60.- Weber.W.J.Jr.and Stumm.W.JOURNAL OF THE AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATIONS 55:1553(1963).
- 61.- Winkler Michael;TRATAMIENTO BIOLOGICO DE AGUAS DE DESECHO;Ed. Limusa.
- 62.- Wolfgang K. Joklik & Willett.MICROBIOLOGIA.Ed. Panamericana. Buenos Aires 1986.
- 63.- Wolin,H.L.,M.L. Bevis,and N. Laurora.1962.AN IMPROVED SYNTHETIC MEDIUM FOR THE RAPID PRODUCTION OF CHLAMYDOSPORES BY Candida albicans.Sabouraudia 2:96-99.
- 64.- Yoshioka.N.et al.CHEMICAL ENGINEERING(Tokio)21.66(1957).
- 65.- Zinsser,Wolfgang K. Joklik & Willett.MICROBIOLOGIA.Ed. Panamericana,Buenos Aires(1986).