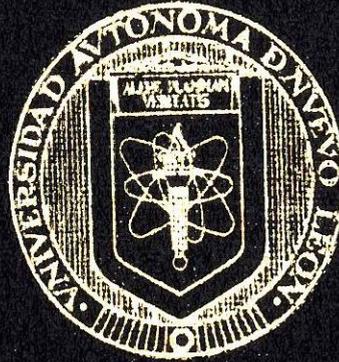


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



**EFECTOS DE ALGUNOS DETERGENTES SOBRE
LOS PROTOZOARIOS PRESENTES EN LOS LODOS
ACTIVADOS DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO**

POR

MARIA DE MONTSERRAT ZAMORA MENDOZA

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS CON
ESPECIALIDAD EN INGENIERIA AMBIENTAL**

OCTUBRE DE 1995

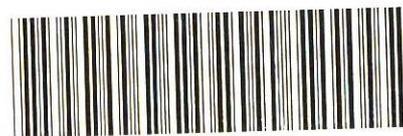
T

TD767.7

Z35

1995

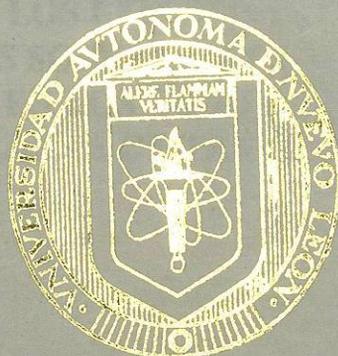
C.1



1090015579

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



T
TD767.7
235
1995
c.1

EFECTOS DE ALGUNOS DETERGENTES SOBRE
LOS PROTOZOARIOS PRESENTES EN LOS LODOS
ACTIVADOS DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO

POR

MARIA DE MONTSERRAT ZAMORA MENDOZA

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS CON
ESPECIALIDAD EN INGENIERIA AMBIENTAL

OCTUBRE DE 1995.

**ESTUDIO DE LOS EFECTOS DE ALGUNOS
DETERGENTES SOBRE LOS PROTOZOARIOS
PRESENTES EN LOS LODOS ACTIVADOS
DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO.**

Aprobación de la Tesis:



M. en C. Vladimir Sanchez Hernandez

Asesor de la Tesis



Ing. Oziel Chapa Martínez

Jefe de la División de Estudios de Postgrado

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento al M. en C. Vladimir Sánchez Hernández asesor de mi tesis, por sus valiosas sugerencias e interés, en la revisión del presente trabajo.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo económico para la realización de mis estudios.

A todos mis maestros que sin interés me brindaron sus experiencias y conocimientos.

A Agua Industrial de Monterrey, S. de U., al Laboratorio de Ingeniería Ambiental y al Laboratorio de Parasitología de la Facultad de Biología, por permitirme el uso de su equipo y su invaluable ayuda en el desarrollo de este estudio.

A mi familia por el apoyo que siempre me ha brindado y a todas las personas que contribuyeron de una forma u otra en la realización de este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO.

CAPITULO	Página
I. INTRODUCCION	1
Protozoarios.....	8
Lodos activados.....	11
Detergentes	15
Alcances y objetivos.....	25
- Objetivo general.....	26
- Objetivos particulares.....	26
- Meta	27
- Hipótesis	28
II. ANTECEDENTES	29
Filogenia	37
Protozoarios	40

Descripción de la planta de tratamiento biológico de lodos activados	52
III. MATERIAL Y METODO	59
Muestreo	59
Desarrollo experimental	62
Detergente de prueba	63
Análisis fisicoquímico	65
Análisis biológico	66
Evaluación matemática y datos	68
IV. RESULTADOS	69
Biológicos	69
- Formas de vida de los protozoarios encontra- dos durante el muestreo	80
- Hábitos alimenticios de los protozoarios en estudio	83
Fisicoquímicos.....	86
Estadísticos	90
- Análisis de varianza.....	90
- Índice de Shannon	105

V. DISCUSIONES	113
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	118
VII. LITERATURA CONSULTADA.....	124
ANEXOS	136

LISTA DE TABLAS

Tabla

Página

1. Composición habitual de un polvo detergente activo a cualquier temperatura 18
2. Número de organismos por cada 0.05 ml de muestra de lodos activados durante el desarrollo experimental 71
3. Número de organismos por cada 0.05 ml de muestra de lodos activados durante el desarrollo experimental 72
4. Número de organismos por cada 0.05 ml de muestra de lodos activados durante el desarrollo experimental 73
5. Número de organismos por cada 0.05 ml de muestra de lodos activados durante el desarrollo experimental 74
6. Número de organismos por cada 0.05 ml de muestra de lodos activados durante el desarrollo experimental 75
7. Número de organismos por cada 0.05 ml de muestra de lodos+activados durante el desarrollo experimental 76
8. Número de organismos por cada 0.05 ml de muestra de lodos activados durante el desarrollo experi-

	mental	77
9.	Número de organismos por cada 0.05 ml de muestra de lodos activados durante el desarrollo experimental	78
10.	Número de organismos por cada 0.05 ml de muestra de lodos activados durante el desarrollo experimental	79
11.	Clasificación de los protozoarios en base a sus hábitos y formas de vida (según Bick, 1972).....	82
12.	Clasificación de los protozoarios en base a sus requerimientos alimenticios (según Bick,1972) ..	85
13.	Parámetros fisicoquímicos	87
14.	Parámetros fisicoquímicos	88
15.	Parámetros fisicoquímicos	89
16.	Cantidad total y media de organismos presentes en los lodos activados durante el desarrollo experimental	91
17.	Cantidad total y media de organismos presentes en los lodos activados durante el desarrollo experimental	92
18.	Cantidad total y media de organismos presentes en los lodos activados durante el desarrollo experimental	93
19.	Análisis de varianza	104
20.	Cantidad total y media del Índice de Shannon de los organismos presentes en los lodos activados durante el desarrollo experimental.....	106

21.	Cantidad total y media del Índice de Shannon de los organismos presentes en los lodos activados durante el desarrollo experimental.....	107
22.	Cantidad total y media del Índice de Shannon de los organismos presentes en los lodos activados durante el desarrollo experimental.....	108
23.	Índice de Shannon	109

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Red trófica en una planta de tratamiento biológica (Madoni, 1981)	51
2. Diagrama de flujo. Distribución de las unidades actuales de tratamiento en Agua Industrial de Monterrey, S. de U.	58

LISTA DE GRAFICAS

Gráfica

Página

1. Número promedio de organismos presentes en los lodos activados para el detergente No. 1 94
2. Número promedio de organismos presentes en los lodos activados para el detergente No. 1 95
3. Número promedio de organismos presentes en los lodos activados para el detergente No. 2 96
4. Número promedio de organismos presentes en los lodos activados para el detergente No. 2 97
5. Número promedio de organismos presentes en los lodos activados para el detergente No. 3 98
6. Número promedio de organismos presentes en los lodos activados para el detergente No. 3 99

RESUMEN

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos al caracterizar la población de protozoarios que predomina en un ecosistema artificial de lodos activados de la planta de tratamiento de Aguas Industriales de Monterrey, S. de U., y se determinó el efecto que los detergentes tienen sobre ellos.

Se midió el efecto que concentraciones de 10 y 40 mg/l de detergente tienen sobre la población presente.

Se encontró que la población de protozoarios se encuentra distribuida en 4 clases, que son: Mastigophora, Sarcodina, Ciliata y Suctoria. Además, se estableció que los protozoarios más resistentes en un sistema de lodos activados son: *Euplotes patella*, *Tetrahymena pyriformis*, *Acineta limnetis* y *Halteria sp.* ; mientras que los menos resistentes son: *Aspidisca costata*, *Euplotes eurystomus*, *Epistylis plicatilis* y *Amiba*.

En cuanto a dosis de detergentes utilizadas la mayor mortalidad se presentó con 40 ppm; mientras que en los tiempos esta se presentó en el tiempo 2 (48 hrs.).

CAPITULO I

INTRODUCCION

CAPITULO I**INTRODUCCION.**

Uno de los principales problemas a los que debe enfrentarse en la actualidad la humanidad es precisamente la contaminación del agua disponible para vivir, lo cual debería de preocupar a todos los sectores de la sociedad. La escasez de agua en algunas regiones del país y la legislación vigente para controlar la contaminación ambiental (1971) han hecho necesaria la construcción y operación de diversos tipos de instalaciones para el tratamiento, reuso y disposición final de las aguas residuales domésticas e industriales.

Las aguas residuales de una población están constituidas principalmente por desechos domésticos, industriales y en algunas ocasiones por las corrientes pluviales, y de sólidos que pueden ser orgánicos e inorgánicos, tienen diversos gases y además una gran cantidad de organismos vivos, de los cuales los más abundantes son las bacterias y, en menor número, protozoarios, rotíferos y hasta algunos insectos (Martínez Rodríguez, 1973).

Como resultado del uso doméstico, el agua se contamina de diversas maneras; sea que se utilice para el aseo de las habitaciones, de la ropa o del cuerpo, o bien en usos sanitarios. Desde luego, las aguas contaminadas, además de los materiales que directamente se les incorporan en todas esas operaciones, llevan también infinidad de productos químicos, entre los que resaltan por lo extendido de su empleo cotidiano; el **jabón** y los **detergentes**, a los que frecuentemente se agregan muchas otras sustancias indeseables.

Antaño, habitualmente las descargas residuales se hacían directamente a los ríos, los lagos o los mares; no obstante esto nunca fue totalmente satisfactorio, debido a que los centros de

población no estaban demasiado cercanos unos de otros, la concentración de habitantes era moderada y las industrias incipientes, por lo que los productos contaminantes orgánicos e inorgánicos que llevaban las aguas eran relativamente escasos, y pronto se diluían en las corrientes o en los depósitos a donde se arrojaban. Además, el continuo movimiento del agua y la insolación contribuían a purificar el ambiente (Beltrán, 1969).

La intensidad del tratamiento variará con la carga orgánica de los desechos y con la cantidad de iones o metales que al sobrepasar cierta concentración podrán llegar a ser tóxicos para la vida acuática (Martínez Rodríguez, 1973).

La necesidad de evitar los inconvenientes y peligros de las aguas residuales, y a la vez aprovechar al máximo el agua disponible, ha hecho que se desarrollen sistemas de tratamiento en los que intervienen factores mecánicos, físicos, químicos y biológicos, a fin de lograr la depuración de las aguas residuales. Los adelantos obtenidos permiten, con métodos adecuados purificarlas tan completamente, que podrían volver a usarse sin peligro, inclusive en la alimentación. Generalmente esto no se

hace, y sólo se emplean con fines agrícolas, en el aseo de las calles, en el riego de parques y jardines, en algunas industrias, o para el lavado de atarjeas y la dilución de los productos acumulados en las mismas (Beltrán, 1969; Fair, 1979; Falcon, 1990).

Las aguas residuales contienen también incontables organismos vivos, la mayoría de los cuales son demasiado pequeños para ser visibles, excepto bajo el microscopio. Son la parte viva natural de la materia orgánica que se encuentra en las aguas residuales y su presencia es de suma importancia porque son uno de los motivos para el tratamiento de estas aguas, y su éxito, incluyendo la degradación y descomposición, depende de sus actividades. Debido a esto, es necesario agregar muchos más organismos y distribuirlos homogéneamente en los sistemas de tratamiento, para que el proceso sea más eficaz. (Falcon, 1990).

Ahora, la polución química ha adquirido gran importancia debido a la presencia de compuestos de moléculas orgánicas más complicadas. Las sustancias empleadas en la limpieza son un ejemplo típico. Los detergentes tienen efectos de superficie, que alteran y desorganizan la superficie de las células. Otros detergentes

ceden al agua, además, gran cantidad de fosfatos que sirven de nutrientes para ciertas algas; desequilibrándose la flora acuática e impidiendo la oxigenación del agua y contribuyendo así al aumento de la eutroficación (Margalef, 1980).

Después de 1965, el sulfonato de alquil benceno (SAB) fué sustituido, en los detergentes, por el sulfonato alquilo lineal (SAL), el cual lo hace biodegradable. Puesto que los agentes tensoactivos provenían principalmente de los detergentes sintéticos, el problema de la formación de espuma se redujo considerablemente; pero trajo, en cambio, otros problemas mayores (Metcalf, 1977).

En los últimos 20 años, en todo el mundo, ha aumentado considerablemente la producción de detergentes. Su uso se ha generalizado en productos como polvos, líquidos y champúes para ropa o cabello. Esto se debe, en parte, a la suposición de que son mejores limpiadores, a que tienen la cualidad de hacer espuma aún en aguas duras y porque se piensa que tienen un costo menor en comparación con el de los jabones (García - Macías, 1990; Jiménez, 1994).

Sin embargo, en la realidad, estos puntos a su favor llevan consigo importantes desventajas, ya que producen daños al ser humano y al medio ambiente (Fair, 1979; Falcon, 1990; Jiménez, 1994).

Algunas propiedades de los detergentes afectan a los procesos de tratamiento de aguas de desecho. Disminuyen la tensión superficial o interfacial del agua, aumentan su habilidad para humedecer a las sustancias con las que entran en contacto; emulsifican a las grasas y ácidos, peptizan o defloculan los coloides, provocan la flotación de los sólidos y permiten la formación de espumas y pueden destruir bacterias y otros organismos vivientes útiles (Fair, 1979).

Cuando se usaron por primera vez a gran escala, los detergentes sintéticos eran extraños para los microorganismos naturales que normalmente descomponían las aguas negras. Como resultado de ello gran parte del aprovisionamiento de agua se vió invadido por espumas y contaminación. Por ello fué necesario cambiar la estructura de la molécula haciéndola más aceptable para las bacterias (Brescia, 1977).

Los detergentes que se fabrican en México no son biodegradables. Su cadena es cerrada, lo cual impide su disolución rápida y quedan permanentemente en ríos, lagunas y lagos (García-Macías, 1990).

Por lo antes expuesto se podrá deducir la importancia de este tema ya que en la actualidad están muy en uso los detergentes. La finalidad de este trabajo es aportar algunos conocimientos para tratar de entender el efecto sobre los organismos encargados de la depuración de las aguas residuales en plantas de tratamiento, lo cual repercute directamente en la calidad del agua tratada.

En éste trabajo se analizaron los detergentes fuerza viva (biológico), SA 8 plus y salvo (ambos biodegradables), de los que se encuentran en el comercio y se trató de determinar cómo afectan a cada uno de los protozoarios que habitan en los lodos activados.

Para este fin se aplicaron dos dosis de detergente comercial 40 y 10 ppm, y se hicieron los conteos de protozoarios (número de microorganismos por gota de muestra, siendo cada gota igual a 0.05 ml), así como la determinación de los parámetros fisicoquímicos como temperatura, pH, oxígeno disuelto y conductividad.

LOS PROTOZOARIOS.

La mayoría de los protozoarios que habitan en los lodos activados de las plantas de tratamiento son organismos saprófitos (es decir que obtienen la energía y los nutrientes por la descomposición progresiva y la eventual desmineralización de los compuestos orgánicos en los desechos) y bacteriófagos en esto radica su gran importancia; también los hay detritófagos y carnívoros, pero en un número mucho menor (Espinosa, 1984).

Los protozoarios, al igual que los demás microorganismos que habitan en los lodos activados, pueden presentar amplias diferencias en sensibilidad a un detergente dado. (Cairns, 1971).

Los protozoarios, que viven en medio líquido, efectúan continuamente diversos intercambios con los mismos, a través de toda la superficie de su cuerpo por el fenómeno conocido como ósmosis.

Se les pueden encontrar solitarios o formando colonias, ambas formas pueden ser tanto sésiles como de movimientos libres.

No tienen órganos respiratorios especiales, y entonces el oxígeno entra directamente hasta las células por toda la superficie de su cuerpo en contacto con el agua y, del mismo modo se expulsa el bióxido de carbono. Si llega a faltar aire en el agua, los animales mueren (Beltrán, 1969; Barnes, 1985).

Los protozoos son de mucho mayor tamaño que las bacterias, cuyas dimensiones no sobrepasan los $10\mu\text{m}$; algunas amibas alcanzan diámetros de $500\mu\text{m}$ y por su tamaño, parecen granos finos de arena de playa.

También se da un poco de aglomeración en los procesos metabólicos de los protozoarios, de modo que su excreta puede ser mayor que las partículas de alimento que ingieren. Por último, los cuerpos de los microorganismos muertos se pegan unos a otros y forman agregados suficientemente grandes para depositarse en poco tiempo. Este proceso de formar partículas grandes a partir de partículas pequeñas reviste importancia primordial en un sistema de

tratamiento del agua de desecho (Turk, 1981).

Los resultados en nuestros análisis se ven influenciados directamente por la cantidad y especie de los protozoarios presentes (Cairns, 1971).

Los protozoarios tienen hábitos alimenticios muy diversos, pues pueden ingerir diatomeas, bacterias, detritus, protozoarios y algas y en ocasiones se alimentan de dos o más de estos (Bick, 1981).

LODOS ACTIVADOS.

Una técnica para la purificación del agua es el llamado "proceso de lodos activados". Después de un tratamiento primario, por lo regular una sedimentación simple, las aguas negras son impelidas por una bomba hacia un tanque de aireación, donde han de mezclarse durante algunas horas con aire y con lodo cargado de bacterias, los lodos activados están formados por flóculos parduscos que consisten, principalmente, en materia orgánica procedente de las aguas negras, poblados por miríadas de bacterias y otras formas de vida biológica. Las bacterias del lodo metabolizan los nutrientes orgánicos; los protozoarios son consumidores secundarios que se alimentan con bacterias. En seguida, las aguas tratadas pasarán a un tanque de sedimentación, donde los sólidos cargados de bacterias, se depositan y son devueltos al aireador. La cadena alimenticia está confinada en gran parte a los microorganismos; por lo cual, la cantidad de insectos

volando alrededor y los malos olores son mínimos; sin embargo, el proceso es un poco más complejo y puede verse más fácilmente abrumado y perder su eficacia cuando se produce una sobrecarga repentina (Falcon, 1990).

Cada etapa en el consumo biológico de este desecho transportado por el agua (desde los nutrientes de las aguas negras hasta las bacterias, los protozoarios y los consumidores de órdenes superiores, como los nemátodos) representa una determinada disminución de energía, un cierto consumo de oxígeno y una reducción cuantificable de la masa de la materia contaminante (Falcon, 1990).

El proceso de lodos activados se emplea generalmente después de la sedimentación simple. Las aguas negras contienen algo de sólidos suspendidos y coloidales, de manera que cuando se agitan en presencia de aire, los sólidos suspendidos forman núcleos sobre los cuales se desarrolla la vida biológica (Falcón, 1990; Madoni, 1981; Metcalf, 1977).

La constante agitación y la recirculación de lodos hace a éste

ideal para los numerosos organismos presentes, inhibiendo el crecimiento de organismos mayores. Diferentes especies de bacterias, hongos, protozoarios y rotíferos son comunmente encontrados en los lodos activados del reactor de una planta de tratamiento biológico; sin embargo, no todos pueden estar presentes en un mismo lodo. Los nemátodos a veces están presentes. Las bacterias y protozoarios representan en gran medida a los organismos consumidores de la materia orgánica en las aguas de desecho. Las algas raramente llegan a estabilizarse, debido a su necesidad de luz (Falcon, 1990; WPCF, 1987).

Las especies predominantes de microorganismos dependen de las características del influente de aguas de desecho secundario, las condiciones ambientales, el proceso a seguir, y el modo de operación de la planta. El éxito en el funcionamiento de una planta de lodos activados depende del cultivo de una comunidad biológica que removerá y asimilará (consumirá) los materiales de desecho, floc, y luego sedimentará bien para producir un lodo concentrado para reciclarlo (WPCF, 1987).

Las comunidades de organismos dominantes son las bacterias

heterotróficas (bacterias que requieren compuestos orgánicos para suplir su carbón y energía), hay también poblaciones sustanciales de diversas especies de hongos y de protozoarios. Bacterias autotróficas, nitrificantes (bacterias que tienen la capacidad de usar compuestos inorgánicos para el crecimiento celular) están presentes en cantidades variables dependiendo del modo de operación y de las concentraciones de carbono y nitrógeno. Los rotíferos son encontrados con mayor frecuencia en sistemas con periodos de aereación largos (6 a 30 horas) o mayores a 10 días (Mitchell, 1972; Water Pollution Control Federation, 1987).

LOS DETERGENTES

Desde hace mucho tiempo tanto dermatólogos como ecólogos han señalado a los detergentes como los causantes de diversos problemas que afectan la salud de las personas. Entre los problemas más frecuentes se encuentran los eczemas y eritemas (comezón en la piel y pequeñas ronchitas - salpullido- en las manos de las señoras y en la piel de algunos bebés); agrietamiento de la piel, resequedad en manos y cuero cabelludo, daños en las mucosas digestivas y genitales, entre otros. Estas afecciones se deben al contacto de los compuestos químicos de los detergentes con la piel humana (Cheneval, 1993; García- Macías, 1990).

Anteriormente se añadían enzimas a los detergentes de las lavanderías, pero se han desechado, porque estas sustancias pueden ocasionar asma y enfermedades de la piel (Brescia, 1977).

La detergencia se define como la capacidad para limpiar, y la palabra detergente se aplica a una gran cantidad y variedad de materiales limpiadores utilizados para remover aceites o grasas de la ropa, trastes y muchas cosas más. Su función es separar partículas de suciedad adheridas a un cuerpo y mantenerlas permanentemente en disolución o suspensión (Dávalos, 1967; García-Macías, 1990).

El jabón se fabricó durante siglos a partir de las cenizas de madera que contenía potasa cáustica, y de las grasas animales y de aceites vegetales, dando jabón líquido, que se convertía a sólido con la adición de cloruro de sodio (sal común) (Dávalos, 1967).

Ahora bien, dentro del campo de la bioquímica un detergente es una cadena lateral compuesta, que forma parte de una fórmula. Es un elemento que forma parte de un compuesto. Esto quiere decir que el detergente no es sólo el polvo que utilizamos para lavar, sino que es un elemento que se encuentra en varios productos, algunos de estos productos son para la limpieza de textiles, limpiadores antiniebla, formación de microemulsiones, repelentes para agua, emulsificación de solventes, agentes antimicrobianos

(bactericidas), pinturas y cosméticos, emulsificantes en alimentos, plaguicidas, anticorrosivos y purificadores de arena. Luego se le adicionan otros elementos como los blanqueadores, estabilizadores de la espuma, agente antidepósito, abrillantadores y fluorescentes, agentes secadores para que el polvo no se haga bolas en el paquete, fosfatos, colorantes y otros más (García-Macías, 1990; Rothmin, 1980).

Después de la Segunda Guerra Mundial se han desarrollado y usado crecientemente los detergentes sintéticos que son eficaces en el agua dura y poseen otras diversas propiedades que aventajan al jabón; sin embargo, estos detergentes sintéticos contienen elementos nutritivos como lo son los fosfatos que producen la eutroficación (Turk, 1973).

GRUPOS DE COMPONENTES	EJEMPLOS DE COMPUESTOS
Sustancias tensoactivas (agentes de deterción)	Sulfonatos de alkilbenceno, jabones, alkilfenol etoxilatos
Coadyuvantes de lavado (ablandantes)	Fosfatos, ácido nitrilotriacéticos (NTA), zeolitas, citratos.
Agentes de blanqueo	Perboratos, percarbonatos.
Potenciadores del blanqueo	Tetraacetiletlenodiamina
Coadyuvantes alcalinos	Sosas, silicatos.
Sales neutras (carga)	Sulfato de sodio
Agentes antirredeposición	Carboximetilcelulosa, policarboxilatos
Protectores de fibras	Fosfonatos
Inhibidores de espuma	Siliconas
Enzimas	Proteasas, amilasas
Azulantes ópticos	Estilbenos
Colorantes	
Perfumes	

TABLA No. 1. Composición habitual de un polvo detergente activo a cualquier temperatura.

NOTA: Diez componentes tienen un papel más o menos importante en la eficacia del producto final. Algunos de ellos, como los azulantes ópticos, los colorantes o los perfumes, son más útiles para la publicidad que para la eficacia del lavado. Otros, como los agentes de deterción, los ablandantes o los blanqueadores, son realmente indispensables.

Tanto el jabón como los detergentes pertenecen a la clase de los llamados agentes tenso-activos (sustancia que modifica la tensión superficial de un líquido (el agua) o un gas y le comunican propiedades específicas limpiantes, humectantes, espumantes, emulsionantes o varias a la vez), o sea, las sustancias derivadas de aceites y grasas que son capaces de modificar las propiedades de los líquidos en su superficie, cuando están disueltos en ellos. De acuerdo con sus diferentes usos se pueden clasificar en agentes detergentes, humectantes, emulsionantes, dispersantes, espumantes, etc. El líquido usado como medio generalmente es el agua (Dávalos 1967; Wallach, 1959).

La base de los detergentes son materiales orgánicos los cuales tienen la propiedad de ser de "superficie activa" en solución acuosa y son llamados agentes surfactantes. Todos los surfactantes tienen una larga cadena de moléculas polares. Una de sus terminaciones es particularmente soluble en agua y la otra es soluble en aceite, aumentando así su capacidad para remover la suciedad de grasa. La solubilidad en el agua es debida a los grupos carboxil, sulfato, hidroxil o sulfonato (Sawyer, 1964).

Desde 1945, existe una gran variedad de detergentes sintéticos llamados "syndets", los cuales sustituyeron a los antiguos detergentes. Su principal ventaja, es que no forman precipitados insolubles con los iones, causando dureza en el agua. Muchos de ellos contienen de un 20 a un 30 % del surfactante o agente tensoactivo (que es el detergente propiamente dicho), y de un 70 a un 80 % de "builders". Los builders son usualmente: sulfato de sodio, trifosfato de sodio, pirofosfato de sodio, silicato de sodio, u otros materiales que le dan al detergente propiedades de ingrediente activo (carga inerte, sostén aditivo, o un mejorador y adaptador de sus propiedades) (Dávalos, 1967).

La principal función de un agente limpiador, es decir, de un detergente; es reducir la suciedad y grasa a partículas coloidales. Por ello se conoce a los detergentes como agentes emulsionantes. Estos son moléculas o iones que se componen de dos partes: un hidrocarburo de cadena larga y una parte polar. La porción de hidrocarburo es soluble en aceite, y la porción polar es soluble en agua (Brescia, 1977).

La mugre aceitosa y grasosa es emulsionada en forma tal que la

parte (no polar) soluble en aceite del detergente se disuelve en el aceite (no polar), en tanto que la porción (polar) soluble en agua se disuelve en el agua (polar) (Brescia, 1977).

Los detergentes varían mucho en su comportamiento bioquímico, dependiendo de su estructura química. Los jabones comunes y los alcoholes sulfatados sirven como alimento para las bacterias. Los jabones con ester o amidas son hidrolizados. Los otros productos de hidrólisis pueden servir o no como alimento para las bacterias, dependiendo de su estructura química. Los detergentes preparados de polímeros o de óxidos de etileno son bastante susceptibles al ataque biológico (Brescia, 1977; Drakides, 1980; Wallach, 1959).

Los detergentes sintéticos son de tres grandes tipos: aniónicos, catiónicos y no iónicos (Dávalos, 1967; Fair, 1979; Cheneval, 1993).

- **Aniónicos.** Estos detergentes contienen comunmente, como grupos solubles, sulfatos y sulfonatos de sodio. Los detergentes aniónicos y especialmente los sulfonatos, son los que se utilizan más; cuestan poco y son estables en aguas duras. Algunos ejemplos

de estos son las sales de ácidos grasos (jabones), alquil-benceno-sulfonatos lineales (LAS) y sulfatos de alcohol graso (Dávalos, 1967; Fair, 1979; Cheneval, 1993).

- **Catiónicos.** Estos detergentes contienen principalmente compuestos cuaternarios de amonio. Estos poseen las mejores propiedades bactericidas y bacterioestáticas; pero son bastante caros y no se usan mucho, ni en el hogar ni en la industria; aún cuando pueden ser empleados con economía razonable, en la desinfección de los utensilios utilizados en la alimentación. Algunos ejemplos son sales de amonio cuaternario unido a una cadena de carbono alifático (C12 a C18) o aromático (Dávalos, 1967; Fair, 1979; Cheneval, 1993).

- **No iónicos.** Estos detergentes contienen productos como los de condensación del óxido de etileno con materiales fenólicos o ácidos grasos. Cuantitativamente estos detergentes encuentran una utilización industrial algo mayor que la doméstica. Algunos ejemplos son: alcohol-etoxilatos, alquilfenoles polietoxilados, ésteres de ácidos grasos y de poliglicoles (Dávalos, 1967; Fair, 1979; Cheneval, 1993).

Los alquil benceno sulfonatos derivados del propileno son resistentes al ataque biológico, es decir, no pueden ser degradados por las bacterias en plantas de tratamiento biológico o en la naturaleza, debido a su estructura de cadena ramificada, de los grupos alquil, y porque el benceno regularmente se une a los átomos de carbono terciario. Debido a esta resistencia, ellos persisten después de un tratamiento biológico normal, contaminando así el agua. Por esta razón, la oficina "U.S. Public Health Service" estableció una concentración de ABS límite de 0.5 mg/lt para agua potable (Sawyer, 1964).

Los detergentes producidos industrialmente fueron cambiados por el surfactante LAS, éste es realmente degradado bajo condiciones aeróbicas, y resuelve problemas graves de limpieza; pero, al igual que los antiguos jabones, es resistente a la degradación, bajo condiciones anaeróbicas (Dávalos, 1967; Cheneval, 1993).

Un detergente biodegradable es muy diferente a uno biológico, términos que comunmente son confundidos. Tanto los investigadores del Centro de Pruebas para el Consumo (Cepac) del INCO como los del

Centro del Ecodesarrollo (García- Macías, 1990; Espinosa, 1984), coinciden en que:

EL DETERGENTE BIOLÓGICO, contiene enzimas que se "comen" las proteínas de la ropa; es decir, las manchas de comida y hacen que la ropa parezca más limpia. Su efectividad es relativa, porque el contenido de enzimas es mínimo en polvos para lavar. Su degradación tarda más de 19 días.

UN DETERGENTE BIODEGRADABLE, es aquél cuya composición es de cadenas abiertas. Esas cadenas pueden romperse completamente en el drenaje y convertirse en productos que no dañan el ambiente. Su disolución tarda entre 15 y 19 días (hasta en un 90%).

ALCANCES Y OBJETIVOS.

Debido a que es necesario saber si los detergentes sintéticos afectan a los protozoarios de las plantas de tratamiento, o si es necesario el uso de detergentes sintéticos sin o con poco contenido de fosfatos, o bien, reducir el uso de los detergentes, ya que de la buena degradación de la materia orgánica, función que efectúan los microorganismos, va a depender en gran medida, y directamente, la calidad del agua que se va a obtener.

Además, existen pocos estudios al respecto, y sabemos que uno de los principales problemas no sólo del país, sino del resto del mundo, son las descargas clandestinas, las cuales tienen cierto contenido de detergentes, y así podemos determinar si afectan o no a los protozoarios que se encuentran en los cuerpos de agua naturales.

OBJETIVOS.

Por todo lo anteriormente expresado, se establecieron los siguientes objetivos para el presente estudio:

OBJETIVO GENERAL.

Establecer la manera como algunos detergentes sintéticos afectan la biodiversidad y la abundancia de los protozoos en los lodos activados de una planta biológica de tratamiento de aguas residuales.

OBJETIVOS PARTICULARES.

Identificar y cuantificar los protozoarios que habitan en los lodos activados de la planta de tratamiento en estudio.

Establecer si los detergentes sintéticos afectan a los protozoarios encargados de la degradación de la materia orgánica en su desarrollo, o bien si los afecta a todos en la misma proporción.

Determinar qué tipo de detergente (biodegradable o biológico) es el más tóxico para los protozoarios .

METAS.

En base a los resultados del presente trabajo, posteriormente se implanten medidas de prevención en el caso de que los detergentes que llegan a la planta de tratamiento afecten a los protozoarios que habitan en los lodos activados, los cuales se encargan de la degradación de la materia orgánica.

Que en un futuro cercano se promueva entre los consumidores el uso de detergentes sintéticos no tóxicos a los microorganismos que habitan en los lodos de las plantas de tratamiento biológico, aumentando así la eficiencia de las mismas.

HIPOTESIS.

Los protozoarios que habitan en los lodos activados de las plantas de tratamiento biológico se ven afectados en su desarrollo, crecimiento poblacional y diversidad de especies por la concentración y tipo de detergentes sintéticos tan usados en la actualidad.

CAPITULO II

ANTECEDENTES

CAPITULO II

ANTECEDENTES.

Desde 1945 existe una gran variedad de detergentes sintéticos llamados "syndets", los cuales sustituyeron a los antiguos detergentes. La principal ventaja, de aquellos es que no forman precipitados insolubles con los iones, causando dureza en el agua. Muchos detergentes sintéticos contienen de un 20 a un 30 % de surfactante y de un 70 a un 80 % de "builders". Los builders son usualmente sulfato de sodio, trifosfato de sodio, pirofosfato de sodio, silicato de sodio, u otros materiales que le dan al detergente propiedades de ingrediente activo (Dávalos, 1967; Jiménez, 1994).

Después de 1965, el sulfonato de alquil benceno (SAB) fué sustituido, en los detergentes, pues producía muchas dificultades por su resistencia a la descomposición por medios biológicos, por el sulfonato alquilo lineal (SAL), el cual lo hace biodegradable. Puesto que los agentes tensoactivos provenían principalmente de los detergentes sintéticos, el problema de la formación de espuma se redujo considerablemente; pero trajo, en cambio otros problemas mayores (Metcalf, 1977).

Después de la Segunda Guerra Mundial se han desarrollado y usado crecientemente los detergentes sintéticos que son eficaces en el agua dura y poseen otras diversas propiedades que aventajan al jabón; sin embargo, estos detergentes sintéticos contienen elementos nutritivos y aceleran, por consiguiente, la eutroficación (Turk, 1973).

Sarles y otros (1951) (1956), exponen que los lodos activados consisten de masas floculentas de células microbiales en las cuales las partículas de los desechos se absorben durante la agitación y la aereación de la mezcla. Muchas clases de bacterias aerobias y facultativas, autotróficas y heterotróficas, forman la masa gelatinosa de esas partículas de lodo, muchas clases de

protozoarios, particularmente ciliata y algunos de la clase Mastigophora y Sarcodina estan presentes.

Mc Kinney (1962) menciona que los lodos activados están formados por bacterias, hongos, protozoarios, rotíferos y algunas veces nemátodos, aunque las bacterias son el grupo más importante en la estabilización de la materia orgánica. Los hongos generalmente no son deseables en los lodos activados; pero pueden encontrarse bajo ciertas condiciones. Los protozoarios no contribuyen directamente a la estabilización de la materia orgánica; pero pueden vivir en los desechos porque se alimentan de las bacterias, las cuales sí están utilizando la materia orgánica.

Martínez Rodríguez (1973) realizó un estudio cualitativo y determinó la variación del contenido microbiano durante un proceso de tratamiento de aguas residuales por medio de lodos activados, encontrando que en las aguas negras crudas y la del clarificador primario, el número de protozoos es reducido y generalmente hay muy poca variación, predominando los rizópodos y algunos ciliados que nadan libremente. A partir del tanque de aereación, hay un incremento muy pronunciado en cuanto a número y además en variación de las especies encontradas, observando que los protozoos que

predominan en este punto del proceso son los sedentarios como *Vorticella*. Esta situación es típica conforme avanza la degradación de la materia orgánica, por lo cual se dice que el tratamiento de aguas residuales no altera el proceso natural de autopurificación de las corrientes sino que sólo lo acelera (Falcon, 1990; Turk, 1981).

Drakides (1980), estudió la microfauna presente en los lodos activados de una planta piloto, estableciendo que la presencia de cierta microfauna es un indicador del buen funcionamiento de los lodos activados. Y que la presencia de los protozoarios es un indicador del buen estado de los lodos activados y que nos pueden indicar la edad de los mismos. Además de que dichos organismos son muy resistentes a los cambios ambientales, y que, a pesar de esto, se presentan variaciones tanto en densidad como en diversidad de los organismos, debido a las fluctuaciones en la calidad del agua que les llega.

Cairns y otros (1971), realizaron un estudio con el detergente Axion, para determinar el grado de toxicidad del mismo, utilizando sistemas abiertos y cerrados obteniendo resultados similares en ambos. Estableció que el porcentaje de sobrevivencia declinaba

conforme aumentaba la concentración del detergente y que los efectos residuales no son significativos.

Los ciliados de los lodos activados en las plantas de tratamiento nos pueden servir como indicadores de la calidad de los mismos, es decir, a mayor concentración (cantidades mayores a 10 a la 7 por litro) indica casi siempre una buena depuración y una óptima implantación del flóculo; y menor de 10 a la 5 por litro, el rendimiento de depuración disminuye en gran medida, también sabemos que la presencia de protozoarios ciliados de nado libre nos indica abundancia de bacterias; pero cuando la concentración de éstas es baja los ciliados sésiles serán los predominantes (Madoni, 1981).

Espinosa en 1984 en su estudio sobre aspectos de la biología de los lodos activados y su relación con la degradación de detergentes obtuvo que utilizando dos concentraciones de detergentes de 10 y 50 ppm, con la primera la eficiencia de remoción de la materia orgánica es prácticamente igual a la obtenida sin detergente, pero el número de organismos (bacterias) si disminuyó; mientras que con 50 ppm de detergente se observó un marcado descenso en la eficiencia de la remoción hasta de un 50%.

Se han realizado estudios sobre la biodegradabilidad de los detergentes en los lodos activados y se sabe que son tres los requisitos para probar la biodegradabilidad de un detergente : los métodos analíticos empleados, el agente biológico utilizados y las propiedades y el tipo de detergente a utilizar (Espinosa, 1984).

El Instituto Nacional del Consumidor (1991) realizó un estudio sobre los jabones y su uso tan difundido con el fin de conocer la calidad fisicoquímica de las 15 marcas de mayor presencia en el mercado, a partir del análisis de 550 muestras. El estudio se realizó en base a lo establecido en varios puntos de vista legales: la Ley General de Salud, título decimosegundo artículo 210, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de Febrero de 1984; el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicio (aret. 51 D.O.F. del 18 de enero de 1988); así como las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes; concluyéndose que dicha normatividad debería ser actualizada por parte de las autoridades correspondientes.

El Departamento de Biotecnología y Bioingeniería del Instituto Politécnico Nacional, realizó un estudio sobre la biodegradabilidad

de los detergentes, encontrando que ningún detergente doméstico de los usados en México es biodegradable; pero que algunos champúes para el cabello contienen elementos detergentes de cadena abierta, con lo cual su degradabilidad se efectúa en 6 días, periodo inferior al marcado como estándar (García-Macías, 1990).

Por otra parte, el Centro de Ecodesarrollo encontró que tan sólo en el Distrito Federal se consumen diariamente 250 mil bolsas de polvos para lavar, de todo tipo. Un promedio de 250 mil kilos de detergente se van a la cañería independientemente de los detergentes líquidos, barras, jabones, dentríficos y otros de uso doméstico e industrial (García-Macías, 1990).

Cheneval (1993) realizó en Francia estudios de ecotoxicidad (toxicidad para el medio ambiente) con diferentes detergentes, encontrando que los detergentes líquidos son más tóxicos que los que se presentan en polvo, pero por otro lado, se biodegradan más rápidamente (más del 70% en algunos días), mientras que los detergentes en polvo algunos de ellos no alcanzan ni una degradabilidad del 20% en 28 días.

Jiménez G. (1994) efectuó una investigación referente a la

remoción de los detergentes en plantas de tratamiento biológico, en la ciudad de Monterrey, proponiendo este sistema como la mejor opción para el tratamiento de las aguas negras; debido a que no introduce mecanismos ajenos a los que la propia naturaleza ha empleado desde tiempos ancestrales.

Se han hecho estudios de tolerancia a varios factores ambientales para relacionar los patrones de distribución de los protozoarios con salinidad, pH, y temperatura. Los resultados han podido o no reflejar relaciones causales (Frenchel, 1987); tomando en cuenta que los ciliados pueden presentar una gran adaptabilidad a las condiciones del medio (Drakides, 1980).

Bick (1981) nos reporta que los protozoarios tienen hábitos alimenticios muy diversos y que ingieren diatomeas, bacterias, detritus, protozoarios y algas o bien una combinación de dos o más de estos.

En cuanto a las formas de movimiento nos reporta Bick (1981) que se pueden clasificar como protozoarios de vida libre, reptantes o sésiles.

FILOGENIA.

A continuación se muestra una sinópsis filogenética de los organismos encontrados (Según Kudo, 1985).

PHYLUM Protozoa

SUBPHYLUM Plasmodromoi

CLASE Mastigophora

SUBCLASE Phytomastigia

ORDEN Euglenoidida

GENERO Euglena

CLASE Sarcodina

SUBCLASE Rhizopoda

ORDEN Amoebida

SUBPHYLUM Ciliophora

CLASE Ciliata

SUBCLASE Holotricha

ORDEN Gymnostomatida

Efectos de Algunos Detergentes sobre los Protozoarios
presentes en los Lodos Activados de una
Planta de Tratamiento.

SUBORDEN Rhabdophorina

FAMILIA Enchelyidae

GENERO *Trachelophyllum* sp.

FAMILIA Amphileptidae

GENERO *Litonotus* sp

SUBORDEN Cyrtophorida

FAMILIA Chilodonellidae

GENERO *Chilodonella cucullulus*

ORDEN Hymenostomatida

SUBORDEN Tetrahymenina

FAMILIA Tetrahymenidae

GENERO *Tetrahymena pyriformis*

SUBCLASE Spirotricha

ORDEN Heterotrichida

FAMILIA Spirostomatidae

GENERO *Spirostomum* sp.

ORDEN Hypotrichida

FAMILIA Euplotidae

GENERO *Euplotes patella*

GENERO *Euplotes eurystomus*

FAMILIA Aspidiscidae

GENERO *Aspidisca costata*

ORDEN Oligotrichida

FAMILIA Halteriidae

GENERO *Halteria* sp.

SUBCLASE Peritricha

ORDEN Peritrichida

SUBORDEN Sessilina

FAMILIA Vorticellidae

GENERO *Vorticella convallaria*

GENERO *Vorticella pallidula*

FAMILIA Epistylidae

GENERO *Epistylis chrysemidis*

GENERO *Epistylis plicatillis*

CLASE Suctoria

ORDEN Suctorida

FAMILIA Acinetidae

GENERO *Acineta limnetis*

FAMILIA Podophryidae

GENERO *Podophrya* sp.

PROTOZOARIOS.

Aspidisca costata (Dujardin).

Organismo de 25 a 40 micras de longitud. Pequeño. Ovoide. Posee siete cirros frontoventrales, y cinco cirros transversales, dos de los cuales están localizados inmediatamente detrás de la zona bucal. Lado dorsal convexo, provisto de 6 pliegues o costillas. Macronúcleo en forma de herradura. Pequeño micronúcleo esférico y anterior. Vacuola contráctil en la parte media, del lado derecho. Se alimenta de bacterias. Es común en los lodos activados, filtros percoladores, lagunas de oxidación, etc. Tolerancia a altos rangos de contaminación sin reportar efectos (Bick, 1972; Kudo, 1985; Segovia, 1989).

Euplotes eurystomus Wrzesniowski

Cuerpo elipsoide alargado. Longitud de 100 a 200 micras.

Dimensiones promedio 138 por 78 micras. Tiene nueve cirros frontales ventrales, y cinco cirros transversales y cuatro caudales. Carece de arrugas aborales. Peristoma ancho y profundo, con una depresión peristomeal sigmoide. Extremo de la citofaringe situado hacia la izquierda, y anterior al quinto cirro anal. Presenta saco postfaringeal. Macronúcleo en forma de tres. Micronúcleo cercano al macronúcleo. Vive en agua dulce y en agua salobre (Kudo, 1985; Jahn, Bovee y Jahn, 1980; Segovia, 1989).

Euplotes patella (Müller)

Organismo de 80 a 150 micras. Dimensiones promedio de 91 por 52 micras. Cuerpo subcircular o elíptico. Tiene nueve cirros frontales-ventrales, y cinco transversales y cuatro caudales además de los cirros bucales. Presenta seis arrugas aborales. Parte dorsal con nueve costillas longitudinales. Cuerpo convexo, aplanado dorsoventralmente. Macronúcleo en forma de C. Presencia de micronúcleo en el extremo anterior izquierdo, cerca de la zona oral. Membranelas derechas, posee un saco postfaringeal. Una vacuola contráctil a la altura de los cirros transversales. Se alimenta de ciliados, flagelados, algas y colonias de bacterias.

Vive en agua dulce y en agua salobre, rara en lodos activados pero común en biodiscos (Bick, 1972; Jahn, Bovee y Jahn, 1980; Kudo, 1985; Segovia, 1989).

Chilodonella cucullulus (Müller)

Organismo ovoide. Largo de 100 a 300 micras lo más común es entre 130 y 150 micras. De 19 a 20 hileras ciliares ventrales. Cuerpo dorsoventralmente aplanado. Superficie ventral plana, presenta de 19 a 20 hileras de cilios. Dorsalmente convexo en esta superficie presenta una hilera de cilios transversales. Citostoma redondo. Macronúcleo oval con una estructura concéntrica característica y en número variable. Micronúcleo pequeño. Citofaringe con cerca de 12 tricocistos. Presenta sutura pre-oral. De 6 a 8 vacuolas contráctiles. Se alimenta de diatomeas, algas verde-azules y bacterias. Soporta grandes cambios en las condiciones ambientales. Sirven como **indicadores de la calidad del agua** en las zonas de purificación. Vive en agua dulce, en agua salobre, filtros percoladores, en lodos activados (común) y lagunas de oxidación. (Bick, 1972; Jahn, Bovee y Jahn, 1980; Kudo, 1985; Segovia, 1989).

Tetrahymena pyriformis (Kidder)

Organismo de 25 a 90 micras. Cuerpo ovoide y uniformemente ciliado. Boca triangular mide un tercio de la longitud del cuerpo. Cavidad bucal con una membrana ondulatoria en el lado derecho. Zona adoral de tres membranelas en el lado izquierdo. Macronúcleo esférico y central. Micronúcleo a veces presente. Una vacuola contráctil en la parte posterior. Se alimenta de bacterias. Habita en aguas dulces, aguas contaminadas, filtros percoladores, lagunas de oxidación y lodos activados. (Bick, 1972; Jahn, Bovee y Jahn, 1980; Kudo, 1985; Segovia, 1989)

Litonotus sp (Wrzesniowski).

Organismo relativamente de gran tamaño de 80 a 200 micras de largo. Cuerpo alargado, lateralmente comprimido. En el citostoma los cilios se localizan solamente del lado derecho. Vacuola contráctil en la parte terminal. Presenta 2 macronúcleos esféricos, entre los cuales se localiza el micronúcleo. Carnívoros se alimentan de ciliados o flagelados. Organismo indicador, aunque no se alimenta directamente de las bacterias. Ampliamente distribuidos

incluyendo aguas contaminadas con material orgánico putrescible. (Bick, 1972; Jahn, Bovee y Jahn, 1980; Kudo, 1985; Segovia, 1989).

Spirostomum sp Ehrenberg

Organismo alargado, mide de 100 a 800 micras de largo. Cilíndrico y ligeramente comprimido dorsoventralmente. El ectoplasma posee mionemas alargados, los cuales le permiten contraerse. Sin lóricas. Cilios cortos y dispuestos en hileras longitudinales. Son de color amarillento. Vacuola contráctil grande en la parte terminal con un canal dorsal largo. Macronúcleo ovoide o en forma de cadena. Se alimenta de algas y organismos flagelados. Poca tolerancia al amonio, ni altas cantidades de desechos o pocas cantidades de materiales nitrogenados. Viven en agua dulce o salada, raro en los lodos activados (Bick, 1972; Kudo, 1982; Segovia, 1989).

Trachelophyllum sp (Claparde y Lachmann)

Organismo de 30 a 50 micras de largo. Cuerpo alargado en forma

de cinta, aplanado y flexible. Citofaringe angosta. Extremo anterior con punta truncada. Hileras ciliares muy separadas. Presenta 2 macronúcleos, cada uno con un micronúcleo. Vacuola contráctil en la parte terminal. Vive en agua dulce y en agua salada. (Kudo, 1985; Segovia, 1989).

Epistylis plicatilis Ehrenberg.

Organismo de 70 a 160 micras de largo. Forma colonias hasta de 3mm de alto. Cuerpo en forma de campana elongada y ligeramente anillado. Macronúcleo en forma de letra C, transverso, longitudinal al axis y central; circundado por la citofaringe. Pedúnculo sin mionema lo cual lo hace no contráctil. Tallo ramificado dicotómicamente. Vive en agua dulce y aguas contaminadas, frecuente en los lodos activados. Organismo indicador. (Bick, 1972; Camacho y Chinchilla, 1989; Kudo, 1985; Segovia, 1989).

Vorticella convallaria (Linnaeus).

Organismo de 30 a 120 micras de largo por 35 a 70 micras de

ancho. Peristoma de 55 a 75 micras de diámetro. Pedúnculo de 25 a 500 micras de largo por 4 a 6.5 micras de ancho. Cuerpo en forma de campana invertida. Posee un mionema. Tallo contráctil, que se arrolla en espiral. Extremo anterior angosto, sin gránulos refringentes en el endoplasma. Macronúcleo en forma de letra C. Vacuola contráctil en la parte anterior. Usualmente se encuentra en grupos, pero cada zooide se contrae independientemente. Se alimenta de bacterias. Es un organismo indicador. Vive en agua dulce, filtros percoladores, biodiscos y lodos activados (donde es muy común) asociado con *Aspidisca costata*, *Euplotes affinis* y *Vorticella campanula* (Bick, 1972; Camacho y Chinchilla, 1989; Jahn, Bovee y Jahn, 1980; Kudo, 1985; Segovia, 1989).

Acineta limnetis (Goodrich y Jahn)

Organismo de 35 a 55 micras de largo. Cuerpo triangular. Dos grupos de tentáculos en la parte anterior distribuidos en los extremos opuestos. Pedúnculo corto. Presenta lórica, la cual esta parcial o totalmente por el cuerpo. Macronúcleo redondo o ligeramente ovoide. Se encuentra en algas o caparzones de tortugas. Vive en agua dulce (Camacho y Chinchilla, 1989; Jahn,

Bovee y Jahn, 1980; Segovia, 1989).

Epistylis chrysemidis (Bishop y Jahn)

Organismo de 230 a 250 micras de largo. Collar alrededor de la campana (abajo de la zona de cilios) cuando esta expandido. El penacho de cilios se concentra en la parte central cuando el individuo se retrae. Pedúnculo dividido dicotómicamente. Tallos sin mionema por lo tanto no contráctil. Forma colonias. Citofaringe larga y profunda. Vive en agua dulce o en los caparazones de ciertas tortugas. (Camacho y Chinchilla, 1989; Jahn, Bovee y Jahn, 1980; Segovia, 1989).

Vorticella octava (Stokes).

Organismo de 20 a 60 micras de longitud, ancho del cuerpo de 15 a 40 micras. Peristoma de 13 a 40 micras de diámetro. Longitud del pedúnculo de 20 a 300 micras. Mionema presente lo que hace que el zooide sea contráctil, el tallo se arrolla en espiral durante la contracción. Presenta anillos transversales. Macronúcleo en banda

y situado en la parte anterior. Citoplasma translúcido. Una vacuola contráctil cercana a la cavidad bucal. Se alimenta de bacterias. Habita en agua dulce y marinas, ya sean aguas limpias o ligeramente contaminadas, necesitan altos niveles de oxígeno disuelto. Común en los lodos activados. (Bick, 1972; Camacho y Chinchilla, 1989; Segovia, 1989).

Podophrya sp (Wailes)

Organismo de 10 a 50 micras de diámetro. Cuerpo esférico o piriforme. Pedúnculo por lo regular más grande que el cuerpo, y estriado transversalmente. Sin lórica. Tallo corto y rígido. Tentáculos succionales distribuidos uniformemente por toda la superficie del cuerpo. Sésil. Macronúcleo esférico. Vacuola contráctil. Larvas de nado libre con cinturones de cilios. Carnívoro se alimenta de ciliados. Es un organismo indicador. Común en aguas dulces y contaminadas así como en filtros biológicos y en los lodos activados (Bick, 1972; Camacho y Chinchilla, 1989; Jahn, Bovee y Jahn, 1980; Kudo, 1985; Segovia, 1989).

Halteria sp (Dujardin).

Organismo de 20 a 50 micras. Cuerpo esférico u oval. Borde anterior con zona adoral conspicua parte adoral del peristoma. Membrana pequeña sobre el borde derecho y cirros sobre el izquierdo. En la zona ecuatorial posee 7 racimos pequeños y oblicuos con 3 cirros cada uno. Locomoción lenta en forma rotatoria y de manera errática. Zona bucal contráctil. Común en aguas estancadas. (Bick, 1972; Jahn, Bovee y Jahn, 1980; Segovia, 1989).

Amiba

Organismo con 600 micras de longitud. Asimétricos y la forma de su cuerpo cambia constantemente. Poseen pocos organelos. Estan desnudas. En estado adulto posee extensiones del cuerpo denominadas pseudópodos las cuales utiliza para la captura de sus presas o para la locomoción. Se alimentan de bacterias, algas, diatomeas, protozoarios e incluso de rotíferos y nemátodos. Se encuentra tanto en aguas dulces como en aguas saladas y en suelos húmedos (Barnes, 1985).

Euglena

Organismo de 33 a 55 micras de longitud. Cuerpo alargado con una evaginación (reservorio) en el extremo anterior. Presenta vacuola contráctil. Tiene dos flagelos, uno de los cuales es muy corto y termina en la base del flagelo largo. Un punto de pigmento, o estigma, sombrea una zona basal protuberante del flagelo largo; este punto se supone con función fotorreceptora. Abundantes en aguas estancadas con crecimiento de algas. Pueden formar una espuma de color verde. (Barnes, 1985).

RED TROFICA EN UNA PLANTA DE TRATAMIENTO BIOLÓGICA

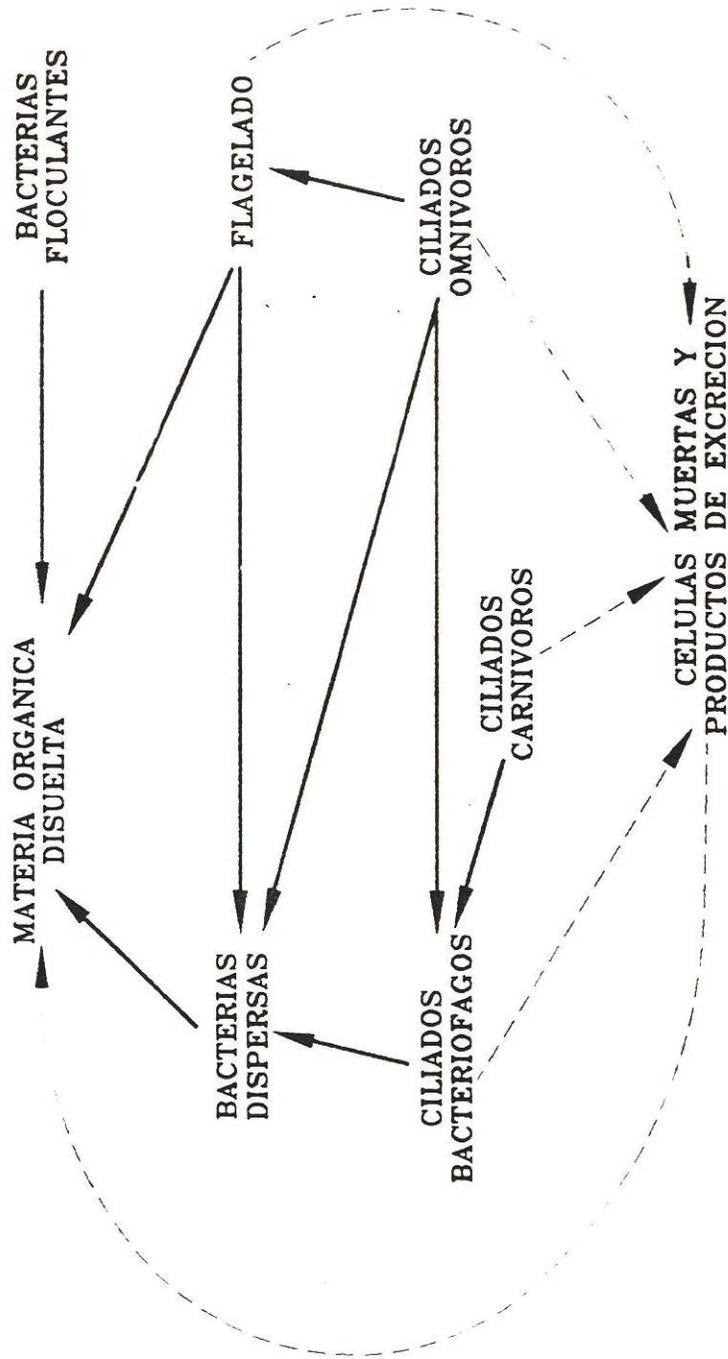


FIGURA 1

DESCRIPCION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO BIOLOGICA DE
Lodos Activados.

AGUA INDUSTRIAL DE MONTERREY, SOCIEDAD DE USUARIOS.
(AIMSU).

Debido a la escasez de agua potable que ha tenido la ciudad de Monterrey para cubrir sus necesidades, tanto domésticas como industriales, y con el fin de no agravar el problema de abasto de la ciudad, varias empresas industriales regiomontanas, se agruparon en una organización sin fines de lucro, que, de acuerdo con las Leyes Mexicanas, tomó el nombre de "Sociedad de Usuarios", a fin de utilizar el agua residual de Monterrey.

El agua residual para la Ciudad de Monterrey está influenciada principalmente por la calidad de las descargas a la red de alcantarillado por las diferentes industrias y la del agua residual doméstica.

Debido a las altas descargas industriales, se ha estado aplicando el Reglamento de la Ley de Agua Nacionales para la prevención y control de la contaminación del agua, obligando con esto al sector empresarial a tener efluentes dentro de los límites establecidos con el fin de que no perjudiquen la red y que puedan ser tratados posteriormente con eficiencia.

El reuso de las aguas residuales para procesos industriales está empezando a tener auge como medio de abastecimiento de agua económica y ahorro de agua potable, al mismo tiempo que disminuye la contaminación.

La Sociedad de Usuarios encontró que las aguas de desecho que fluyen a través de las tuberías de drenaje de la ciudad, con un tratamiento adecuado, pueden ser usadas en algunos procesos industriales. Teniendo en cuenta estas consideraciones, en 1966 se construyó la planta de

tratamiento denominada AGUA INDUSTRIAL DE MONTERREY S. de U. (AIMSU).

Esta planta tiene una capacidad de 300 lps y una capacidad concesionada de 1200 lps. Está formada por un grupo de 18 empresas, las cuales se abastecen desde la planta por medio de una red de distribución que alcanza hasta 8 km de tubería, cuyo diámetro oscila entre las 4 y las 30 pulgadas.

El agua viene del colector denominado "La Cloaca", el cual recibe agua residual cuya procedencia es de la Colonia Independencia, agua residual comunmente de origen doméstico. En esta planta se hacen dos tipos de muestreo: El automático en la tubería de entrada y de salida, y el manual que es puntual en los clarificadores y en los sedimentadores.

En los laboratorios se hacen estudios de DBO, Sólidos suspendidos, DQO, grasas y aceites y SAAM. Directamente en el exterior se mide el pH y la temperatura (cada Hora).

Los lodos de desechos generados en esta planta no son tratados, es decir son vertidos nuevamente al alcantarillado municipal.

Esta planta de tratamiento consta de: canal de flujo de entrada, rejillas, medidor parshall, muestreador automático para toma de muestras cada 20 minutos, rejillas medianas, desarenador, desmenuzador, cárcamo de bombeo, caja repartidora y distribuidora de flujo uniforme; así como laguna de almacenamiento de agua, sistema de cloración y medidor de flujo.

La planta de tratamiento antes citada cuenta con 2 sedimentadores primarios con un diámetro de 24 metros cada uno, y una profundidad de 3.2 m. Su tiempo de retención hidráulica es de 2 1/2 horas a 3 horas. Tiene una capacidad de 1700 m³. En su parte inferior es cónico y tiene 2 rastras. Consta además de un brazo desnatador. La purga se hace automáticamente.

Al efluente de este, existe un retorno de lodos del 30%, la finalidad de este reactor es la de reducir el contenido de sólidos suspendidos para evitar la formación de bancos de lodos y aumentar la eficiencia del tratamiento biológico posterior, la remoción oscila entre el 50 y 65%, también se obtiene una notoria reducción de la DBO oscilando entre un 25 y 40%.

En cuanto al reactor biológico, éste consta de 2 unidades de

6 m de ancho por 46 m de largo y 5 m de profundidad, su capacidad es de 2800 m³. Se cuenta con un proceso aeróbico (lodos activados) en donde la inyección del aire (de 1.5 a 2 ppm) se hace a presión por medio de unos sopladores que dan aproximadamente 64 m³/min. El tiempo de retención hidráulica es de 5 a 5 1/2 horas y el tiempo de retención celular es de 8 días.

El reactor biológico se utiliza para que los microorganismos consuman la materia orgánica que se encuentra finamente dividida y en suspensión en el agua residual. Los sólidos sedimentables floculentos se separan en tanques de sedimentación secundarios.

El sedimentador secundario tiene dimensiones y capacidad similares a las del sedimentador primario. También con dos unidades.

La misión de este tanque de sedimentación de lodos activados es la de separar los sólidos del lodo del licor mezclado, se trata del último paso en la consecuencia del efluente bien clarificado, estable, de bajo contenido de DBO y sólidos sedimentables, y como tal, representa un punto crítico en la operación de un proceso de tratamiento de lodos activados.

En el presente estudio se emplearon los lodos procedentes de la tubería de retorno del sedimentador secundario hacia el reactor biológico.

CAPITULO III

MATERIAL Y METODOS

CAPITULO III

MATERIAL Y METODO.

MUESTREO.

El presente trabajo se llevó a cabo durante los meses de octubre, noviembre y diciembre de 1994, con muestras de agua cruda y lodos activados de la planta de tratamiento biológico de agua residual de nombre Agua Industrial de Monterrey, Sociedad de Usuarios (S. de U.) San Nicolás de los Garza, Nuevo León; y en el Laboratorio del Departamento de Ingeniería Ambiental del Instituto de Ingeniería Civil de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Todos los recipientes que entraron en contacto con las muestras se lavaron perfectamente, para evitar la presencia de residuos potencialmente tóxicos a los organismos de prueba.

Las muestras se tomaron en la mañana entre las 8 y las 9 a.m., procurando días en los que no lloviera, para evitar la dilución de las aguas negras crudas con las aguas pluviales, lo cual bajaría la concentración inicial de detergente, además de que una alta dilución es perjudicial para la planta, ya que disminuye la cantidad de alimento (materia orgánica) que llega para los microorganismos encargados de la degradación de las aguas residuales. A dicha hora la evaporación no es muy alta, lo cual evita una mayor concentración de los contaminantes (detergentes, por ejemplo).

La muestra de agua cruda se tomó manualmente en un recipiente de plástico, después de las rejillas finas, para evitar la presencia de materia orgánica de gran tamaño.

La muestra de lodos se tomó directamente de la llave conectada a la tubería de los lodos de retorno, también en un recipiente de

plástico.

Ambas muestras se trasladaron inmediatamente al laboratorio para ser analizadas y evitar así cambios significativos en la muestra, que pudieran alterar los resultados del experimento y producir conclusiones erróneas.

Para la toma de estas muestras no fue necesario utilizar frascos esterilizados, ni tampoco otras precauciones que son obligatorias en las técnicas bacteriológicas.

En el caso del material utilizado para la prueba (frascos, pipetas, bureta, etc.) el material se lavaba con detergente y se enjuagaba, mínimo dos veces, con agua limpia; posteriormente, el material se enjuagaba con ácido nítrico al 30% para eliminar residuos metálicos; se enjuagaba con agua desionizada y se dejaban escurrir. Después se lavaban por lo menos una vez con acetona para evitar residuos orgánicos; se enjuagaban nuevamente con agua desionizada y se dejaban secar y escurrir completamente.

DESARROLLO EXPERIMENTAL.

El tamaño de muestra para este experimento fue de 500 ml de los cuales 350 ml eran agua negra cruda y 150 ml de lodos activados; esto debido a que en el reactor se maneja una concentración de 30 % de lodos activados, por lo cual se intentó mantener la misma proporción.

Se realizaron varios estudios preliminares, para mejor reconocer los microorganismos presentes en los lodos activados, y dominar mejor la técnica utilizada para el análisis.

Se efectuaban tres repeticiones por cada tratamiento. Las concentraciones probadas fueron de 10 y 40 ppm de detergente (ingrediente activo) y el respectivo testigo.

1 ppm de detergente comercial corresponde; en el caso del detergente 1, a 0.26 ppm de detergente (ingrediente activo); para el detergente 2, corresponde a 0.20 ppm; y para el 3, es

proporcional a 0.23 ppm de ingrediente activo.

Las muestras eran aereadas por 48 horas y los análisis y conteos se realizaron en tiempo 0, 24 horas y 48 horas.

DETERGENTES DE PRUEBA.

En el presente estudio se utilizaron tres detergentes, dos de los cuales son biodegradables y uno biológico, cuyas formulas comerciales son las siguientes:

FORMULACIONES

DETERGENTE No. 1 FUERZA VIVA (BIOLÓGICO).

Sulfato de sodio

Alquil aril-sulfonato de sodio (tensoactivo)

Tripolifosfato (ablandador de agua)

Silicato de sodio

Carbonato de sodio

Aditivos biológicos (proteasa y amilasa)

DETERGENTE No. 2 SA 8 PLUS (BIODEGRADABLE)

Agente suavizador de agua

Tensoactivo

Mejorador

Inhibidor de corrosión

Inhibidor de decoloración

Estabilizador de pH

Enzimas

Agentes blanqueadores fluorescentes

Fragancia.

DETERGENTE No.3 SALVO (BIODEGRADABLE)

Sulfato de sodio (aditivos de proceso)

Alquil aril- sulfonato de sodio (Tensoactivos)

Colorantes

Perfume

Jugo de limón concentrado

Agentes limpiadores biodegradables.

ANALISIS FISICOQUIMICO.

A la muestra de agua cruda "in situ" se le midió el pH con un potenciómetro instalado en el Medidor Parshall y la temperatura con un termómetro cuyo rango oscila de -20 a 50 grados centígrados.

A la muestra de lodo en el laboratorio de la planta de tratamiento se le midió el pH con un potenciómetro "Corning Model 7" y la temperatura con un termómetro cuyo rango oscila de -20 a 50 grados centígrados .

En el laboratorio del Departamento de Ingeniería Ambiental del Instituto de Ingeniería Civil se midió el pH, la conductividad, la temperatura y el oxígeno disuelto al llegar con las muestras de agua cruda y lodo activado; al preparar la muestra problema, a las 24 horas y a las 48 horas.

El pH se determinó con un potenciómetro digital "Conductronic pH 10" el cual se estabilizaba con un Buffer de 7.

La conductividad con un conductímetro digital "Conductronic CL 8" el cual se estabilizaba con una solución estándar.

La temperatura se midió con un termómetro con un rango de -20 a 50 grados centígrados.

El oxígeno disuelto se determinó con un oxímetro marca "YSY 54-A".

ANALISIS BIOLOGICO.

El conteo de los microorganismos en vivo y por bandas en todo el cubreobjetos se realizó en un microscopio compuesto binocular, con los objetivos de 10x y 40x utilizando una gota de muestra colocada sobre un portaobjetos común y recubierto con un cubreobjetos; para obtener una mayor presición siempre se utilizó

el mismo gotero, para que el tamaño de la muestra no presentara ninguna variación.

El tamaño de la gota se midió 10 veces y se obtuvo una media la cual es 0.05 ml por gota, por lo tanto éste fue el tamaño de la muestra analizada, ya que siempre se utilizó el mismo gotero.

Cada muestra se analizó por triplicado con diferente contenido de muestra en el portaobjetos, sacándose un promedio de cada especie encontrada y tabulándose.

Los organismos encontrados fueron identificados en un microscopio compuesto binocular, con los objetivos 40x y 100x, y en base a las claves de Kudo, de Jahn - Bovee - Jahn, Bick y de Ward.

Las fotografías se obtuvieron en un microscopio de contraste de fase del Laboratorio de Parasitología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UANL. Se hicieron preparaciones semipermanentes de protozoarios, los cuales eran muertos con formol al 10 % y se colorearon con verde de metilo, o bien, se fotografiaron los protozoarios en vivo.

Los filtros utilizados para las fotografías fueron el azul y el verde principalmente.

EVALUACION MATEMATICA.

Todos los datos obtenidos se tabularon y se analizaron con MICROSOFT EXCEL y con este mismo paquete se determinó el Índice de Shannon; con el Statgrafics se realizó un análisis de varianza y una comparación de medias con el método de Tukey, tanto para el número de organismos como para el Índice de Shannon.

CAPITULO IV

RESULTADOS

CAPITULO IV**RESULTADOS****BIOLOGICOS.**

De los nueve análisis realizados con los lodos activados de una planta biológica de tratamiento de aguas residuales se identificaron 17 especies de protozoarios de las cuales 1 es mastigophoro, 1 es sarcodino y 15 son ciliados.

De los ciliados se encontraron 4 géneros de Holotrichia, 4 géneros de Peritrichia, 5 géneros de Spirotrichia y 2 géneros de Suctorios.

En las muestras de lodo analizadas además de los protozoarios se encontraron, bacterias, rotíferos (principalmente), nemátodos y ciertas larvas de insectos (los dos últimos no tan abundantes).

Los géneros más abundantemente encontrados en el presente estudio en cuanto a número de organismos fueron: *Aspidisca costata*, *Euplotes eurystomus*, *Epistylis plicatilis*, *Epistylis chrysemidis*, *Vorticella convallaria*, *Vorticella octava* (Tablas no. 2 a la no. 10).

Mientras que las especies menos abundantes en lo que respecta a número fueron: *Halteria sp.*, *Podophrya sp.* y *Spirostomum sp.* (Tablas no. 2 a la 10).

DETERGENTE No. 1
(19-OCTUBRE-1994)

	24 HORAS.						48 HORAS.												
	Testigo			10ppm			40 ppm			Testigo			10ppm			40 ppm			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
<i>Aspidisca costata</i>	81	93	83	89	41	46	38	27	20	23	109	111	124	23	25	19	6	5	6
<i>Euplotes eurystomus</i>	35	39	35	42	23	21	25	15	11	17	41	48	46	5	3	6	0	2	0
<i>Euplotes patella</i>	11	13	15	10	7	8	6	5	4	5	16	18	13	9	4	4	0	0	0
<i>Chilodonella cucullulus</i>	10	27	31	24	11	10	8	9	6	8	18	17	30	10	6	5	4	2	3
<i>Tetrahymena pyriformis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Litonotus sp.</i>	6	4	8	5	2	2	3	0	2	1	7	9	6	3	1	1	0	0	0
<i>Spirostomum sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trachelophyllum sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epistylis plicatilis</i>	65	86	73	80	25	31	29	19	20	16	96	73	66	21	20	20	8	7	4
<i>Vorticella convallaria</i>	5	9	11	13	8	8	6	5	5	2	19	17	16	4	3	4	2	2	2
<i>Acineta limnetis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epistylis chrysemidis</i>	15	19	23	20	14	10	12	8	9	13	28	27	31	9	7	7	4	3	3
<i>Vorticella octava</i>	3	5	7	9	6	5	6	4	4	5	11	13	10	3	4	4	0	1	0
<i>Podophrya sp.</i>	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Halteria sp.</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Amiba</i>	3	2	4	3	1	1	2	1	0	1	2	2	2	2	0	0	0	0	0
<i>Euglena</i>	13	10	13	11	6	7	5	2	2	1	5	3	9	1	0	1	0	0	0
TOTAL	249	309	305	307	144	149	140	95	83	92	354	341	356	88	73	71	24	22	18

TABLA No. 2. NUMERO DE ORGANISMOS POR CADA 0.05 ml DE MUESTRA DE LODOS ACTIVADOS DURANTE EL DESARROLLO EXPERIMENTAL

DETERGENTE No. 1
(24-OCTUBRE-1994)

	INICIO			24 HORAS.									48 HORAS.									
	Testigo			Testigo			10ppm			40 ppm			Testigo			10ppm			40 ppm			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
<i>Aspidisca costata</i>	149	240	227	249	140	121	133	25	16	19	296	294	288	109	138	115	6	9	8			
<i>Euplotes eurystomus</i>	30	31	27	32	33	28	28	25	20	23	37	40	35	18	14	15	1	3	2			
<i>Euplotes patella</i>	3	3	0	1	0	1	0	0	0	0	2	1	3	0	0	0	0	0	0			
<i>Chilodonella cucullulus</i>	11	15	14	13	12	11	12	10	8	11	19	16	17	9	6	10	6	4	3			
<i>Tetrahymena pyriformis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
<i>Litonotus sp.</i>	3	3	4	4	3	3	1	2	1	1	7	5	5	3	2	3	0	1	0			
<i>Spirostomum sp.</i>	3	5	3	3	2	1	2	0	1	0	6	4	5	0	0	0	0	0	0			
<i>Trachelophyllum sp.</i>	4	3	5	5	6	3	2	4	2	2	8	7	6	4	2	2	0	0	0			
<i>Epistylis plicatilis</i>	82	84	92	83	77	80	72	49	53	41	63	68	69	48	37	41	4	9	6			
<i>Vorticella convallaria</i>	9	8	6	11	5	5	7	3	4	6	9	12	10	3	5	3	0	0	0			
<i>Acineta limnetis</i>	3	3	4	3	1	2	2	0	0	0	5	4	5	0	1	0	0	0	0			
<i>Epistylis chrysemidis</i>	10	13	11	10	8	7	7	5	6	6	17	20	19	6	5	4	2	0	0			
<i>Vorticella octava</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0			
<i>Podophrya sp.</i>	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	3	3	2	0	0	0	0	0	0			
<i>Halteria sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
<i>Amiba</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
<i>Euglena</i>	6	7	8	6	3	4	4	1	0	1	6	4	4	2	1	1	0	0	0			
TOTAL	314	416	404	421	290	266	270	124	111	110	478	480	470	202	211	194	19	26	19			

TABLA No. 3. NUMERO DE ORGANISMOS POR CADA 0.05 ml DE MUESTRA DE LODOS ACTIVADOS DURANTE EL DESARROLLO EXPERIMENTAL

DETERGENTE No. 1
(05-DICIEMBRE-1994)

	INICIO		24 HORAS.						48 HORAS.										
	Testigo		Testigo		10ppm		40 ppm		Testigo		10ppm		40 ppm						
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
<i>Aspidisca costata</i>	97	110	112	120	59	49	60	37	20	42	109	106	142	47	36	42	22	17	13
<i>Euplotes eurystomus</i>	3	7	4	9	4	3	3	5	2	2	11	10	14	2	2	1	0	1	0
<i>Euplotes patella</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Chilodonella cucullulus</i>	6	7	5	7	2	1	3	2	2	2	8	6	10	1	2	2	1	1	2
<i>Tetrahymena pyriformis</i>	0	1	0	2	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Litonotus sp.</i>	9	15	12	8	5	3	4	6	3	2	10	6	9	4	3	3	2	1	1
<i>Spirostomum sp.</i>	2	1	1	2	2	3	2	3	1	1	6	2	4	2	1	1	2	1	0
<i>Trachelophyllum sp.</i>	2	3	2	4	1	1	2	1	1	0	6	4	3	1	0	0	0	0	0
<i>Epistylis plicatilis</i>	213	173	184	175	59	71	44	18	41	22	191	186	174	12	6	9	2	1	0
<i>Vorticella convallaria</i>	9	20	21	25	14	13	10	8	6	7	19	26	28	7	7	5	1	0	0
<i>Acineta limnetis</i>	3	3	4	2	1	2	2	0	1	1	5	6	3	0	0	1	0	0	0
<i>Epistylis chrysemidis</i>	24	31	29	22	19	16	21	14	15	15	35	42	30	10	17	13	6	9	3
<i>Vorticella octava</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Podophrya sp.</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Halteria sp.</i>	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Amiba</i>	1	4	3	3	1	0	3	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Euglena</i>	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	371	377	378	380	168	165	154	95	93	94	405	395	418	87	74	77	36	33	19

TABLA No. 4. NUMERO DE ORGANISMOS POR CADA 0.05 ml DE MUESTRA DE LODOS ACTIVADOS DURANTE EL DESARROLLO EXPERIMENTAL

DETERGENTE No. 2
(09-NOVIEMBRE-1994)

	INICIO	24 HORAS.									48 HORAS.								
		Testigo			10ppm			40 ppm			Testigo			10ppm			40 ppm		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>Aspidisca costata</i>	20	30	38	22	34	35	29	28	30	25	33	20	29	11	8	14	4	6	5
<i>Euplotes eurystomus</i>	16	16	11	8	7	6	5	11	9	12	10	13	17	3	4	3	2	2	1
<i>Euplotes patella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chilodonella cucullulus</i>	9	10	22	15	11	14	14	19	15	7	21	18	11	16	22	27	10	12	13
<i>Tetrahymena pyriformis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Litonotus sp.</i>	17	12	11	16	13	14	17	24	20	14	18	21	24	10	20	16	31	47	39
<i>Spirostomum sp.</i>	2	2	1	1	0	0	0	3	2	3	3	2	3	2	1	2	1	1	2
<i>Trachelophyllum sp.</i>	6	9	10	8	7	4	8	10	4	9	12	5	4	21	16	22	9	13	9
<i>Epistylis plicatilis</i>	8	6	5	9	4	5	5	12	16	13	12	19	10	3	3	6	8	7	10
<i>Vorticella convallaria</i>	14	16	10	15	9	8	12	17	18	22	18	16	20	5	5	9	8	3	2
<i>Acineta limnetis</i>	12	9	4	7	4	4	3	6	8	4	10	5	5	3	4	4	1	3	4
<i>Epistylis chrysemidis</i>	52	43	59	50	48	40	45	56	63	69	63	78	69	31	39	26	7	9	11
<i>Vorticella octava</i>	40	71	48	67	49	56	47	78	51	66	58	65	65	43	35	36	65	57	62
<i>Podophrya sp.</i>	0	1	0	0	0	0	0	2	0	1	0	2	0	0	0	0	1	0	0
<i>Halteria sp.</i>	1	1	2	2	1	0	1	3	5	2	4	4	2	1	0	0	0	1	1
<i>Amiba</i>	5	3	7	10	6	3	4	4	2	6	16	11	14	10	13	16	8	7	5
<i>Euglena</i>	0	1	1	0	0	0	0	1	2	1	2	2	1	0	0	0	0	1	0
TOTAL	202	230	229	230	193	189	190	274	245	254	280	281	274	159	170	181	155	169	164

TABLA No. 5. NUMERO DE ORGANISMOS POR CADA 0.05 ml DE MUESTRA DE LODOS ACTIVADOS DURANTE EL DESARROLLO EXPERIMENTAL

DETERGENTE No. 2
(15-NOVIEMBRE-1994)

	INICIO			24 HORAS.									48 HORAS.								
	Testigo			Testigo			10ppm			40 ppm			Testigo			10ppm			40 ppm		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>Aspidisca costata</i>	9	15	11	12	15	10	11	11	21	17	19	19	16	13	12	8	5	7	10	9	5
<i>Euplotes eurystomus</i>	3	6	5	3	4	3	3	9	5	7	7	7	5	2	4	3	4	4	2	1	3
<i>Euplotes patella</i>	0	0	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chilodonella cucullulus</i>	12	19	16	17	15	12	12	20	23	18	18	18	30	22	26	10	9	7	21	15	12
<i>Tetrahymena pyriformis</i>	2	0	3	2	0	1	0	3	2	2	2	2	1	2	4	2	0	0	1	1	1
<i>Litonotus sp.</i>	48	61	59	66	52	50	46	63	74	79	79	48	52	39	37	30	33	37	48	53	56
<i>Spirostomum sp.</i>	1	2	2	0	1	0	1	2	3	2	2	2	3	3	1	0	0	0	1	2	1
<i>Trachelophyllum sp.</i>	2	5	4	3	4	3	3	5	6	8	8	8	2	4	7	2	2	3	4	2	4
<i>Epistylis plicatilis</i>	296	298	284	288	263	254	271	301	300	292	292	333	351	343	255	231	249	199	226	231	
<i>Vorticella convallaria</i>	43	51	63	59	42	40	39	53	61	57	57	31	48	41	37	39	35	46	41	38	
<i>Acineta limnetis</i>	1	3	2	2	4	7	3	2	4	5	5	8	8	6	6	3	5	2	2	3	
<i>Epistylis chrysemidis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Vorticella octava</i>	55	62	74	70	38	32	41	42	56	59	42	63	58	63	28	49	37	39	24	33	
<i>Podophrya sp.</i>	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Halteria sp.</i>	1	0	1	0	0	0	0	1	2	0	0	2	0	0	1	0	0	0	1	0	
<i>Amiba</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Euglena</i>	2	6	5	6	9	6	8	10	14	13	13	6	8	7	5	3	3	2	2	2	2
TOTAL	476	528	529	529	447	420	439	533	567	562	528	577	549	383	380	383	375	380	380	389	

TABLA No. 6. NUMERO DE ORGANISMOS POR CADA 0.05 ml DE MUESTRA DE LODOS ACTIVADOS DURANTE EL DESARROLLO EXPERIMENTAL

DETERGENTE No. 2
(07-DICIEMBRE-1994)

	INICIO	24 HORAS.						48 HORAS.											
		Testigo		10ppm		40 ppm		Testigo		10ppm		40 ppm							
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3						
<i>Aspidisca costata</i>	112	148	137	146	136	126	117	311	249	263	215	185	199	105	126	99	48	64	76
<i>Euplotes eury stomus</i>	9	12	10	13	14	8	16	17	15	15	4	6	3	7	3	4	7	3	4
<i>Euplotes patella</i>	2	3	3	2	2	4	2	3	4	5	2	1	2	2	2	1	1	1	2
<i>Chilodonella cucullulus</i>	8	6	4	5	4	4	2	14	13	17	8	6	4	6	6	5	8	6	7
<i>Tetrahymena pyriformis</i>	2	3	4	1	4	2	2	2	4	5	3	1	1	3	2	1	7	3	4
<i>Litonotus sp.</i>	8	7	8	10	6	7	6	14	16	13	4	1	6	6	3	8	1	2	2
<i>Spirostomum sp.</i>	0	0	0	1	0	0	0	1	2	1	2	2	1	0	1	0	0	0	2
<i>Trachelophyllum sp.</i>	4	7	5	6	8	6	7	12	14	11	2	2	1	9	2	1	2	1	4
<i>Epistylis plicatilis</i>	114	106	99	86	55	73	68	123	136	119	132	130	127	69	51	59	111	94	90
<i>Vorticella convallaria</i>	3	5	4	4	3	2	0	6	7	8	5	5	7	3	4	4	3	2	0
<i>Acineta limnetis</i>	6	6	5	4	6	2	4	2	2	3	5	0	2	2	3	2	4	4	3
<i>Epistylis chrysemidis</i>	313	301	314	305	151	138	142	324	333	312	204	228	216	122	98	124	112	105	97
<i>Vorticella octava</i>	31	27	24	30	19	21	13	43	39	40	55	59	43	33	39	21	29	31	24
<i>Podophrya sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Halteria sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Amiba</i>	1	0	1	0	0	0	0	2	3	0	0	1	2	4	0	3	2	1	0
<i>Euglena</i>	1	1	2	2	1	2	1	3	4	2	4	1	3	2	3	2	1	1	2
TOTAL	614	632	620	615	409	395	380	877	841	814	645	628	617	373	343	334	336	318	317

TABLA No. 7. NUMERO DE ORGANISMOS POR CADA 0.05 ml DE MUESTRA DE LODOS ACTIVADOS DURANTE EL DESARROLLO EXPERIMENTAL

DETERGENTE No. 3
(28-NOVIEMBRE-1994)

	24 HORAS.									48 HORAS.									
	Testigo			10ppm			40 ppm			Testigo			10ppm			40 ppm			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
<i>Aspidisca costata</i>	72	89	97	92	70	61	62	76	67	74	102	109	97	41	38	36	31	45	39
<i>Euplotes eurystomus</i>	16	14	17	9	4	6	4	7	8	3	8	6	5	6	8	7	4	0	2
<i>Euplotes patella</i>	4	4	6	9	4	5	3	4	3	3	6	3	5	2	3	0	4	6	3
<i>Chilodonella cucullulus</i>	12	9	10	11	13	10	22	12	20	18	22	19	23	6	9	12	11	10	6
<i>Tetrahymena pyriformis</i>	14	12	11	16	7	7	9	5	3	5	10	6	9	4	5	8	4	6	3
<i>Litonotus sp.</i>	3	2	6	4	3	4	2	5	2	4	6	5	3	3	5	5	2	4	1
<i>Spirostomum sp.</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trachelophyllum sp.</i>	5	3	4	5	4	3	6	5	5	6	12	8	9	4	8	5	4	3	6
<i>Epistylis plicatilis</i>	64	69	55	71	39	43	34	69	72	66	79	84	92	48	50	53	42	40	48
<i>Vorticella convallaria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Acineta limnetis</i>	4	4	9	7	5	4	7	6	5	8	6	3	7	7	10	9	5	7	5
<i>Epistylis chrysemidis</i>	25	33	28	30	36	33	38	31	29	26	26	32	29	28	26	23	20	19	22
<i>Vorticella octava</i>	10	14	15	12	17	16	13	18	19	11	17	13	15	5	8	7	9	12	6
<i>Podophrya sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Halteria sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Amiba</i>	8	13	13	10	12	17	15	9	5	6	6	5	5	10	13	8	7	12	9
<i>Euglena</i>	2	1	0	2	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2	0	0	0	1
TOTAL	239	267	272	278	215	209	215	247	240	231	301	294	300	164	185	173	143	164	151

TABLA No. 8. NUMERO DE ORGANISMOS POR CADA 0.05 ml DE MUESTRA DE LODOS ACTIVADOS DURANTE EL DESARROLLO EXPERIMENTAL

DETERGENTE No. 3

(22-NOVIEMBRE-1994)

	INICIO	24 HORAS.						48 HORAS.											
		Testigo		10ppm		40 ppm		Testigo		10ppm		40 ppm							
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3						
<i>Aspidisca costata</i>	20	26	29	23	25	18	21	29	33	25	38	42	39	14	14	19	11	12	14
<i>Euplotes eury stomus</i>	6	6	7	4	5	5	3	2	4	4	9	7	6	2	4	2	10	9	9
<i>Euplotes patella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chilodonella cucullulus</i>	5	7	5	3	11	8	9	12	8	9	10	12	15	8	14	9	18	13	24
<i>Tetrahymena pyriformis</i>	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Litonotus sp.</i>	3	12	11	7	9	10	7	4	8	5	14	18	11	8	11	6	23	19	28
<i>Spirostomum sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trachelophyllum sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epistylis plicatilis</i>	140	207	171	203	124	133	119	155	148	150	181	172	176	112	121	98	74	83	66
<i>Vorticella convallaria</i>	14	11	11	9	12	8	10	18	13	16	16	13	19	11	6	9	11	12	6
<i>Acineta limnetis</i>	2	2	5	3	4	5	4	6	7	5	13	10	11	4	3	3	9	11	7
<i>Epistylis chrysemidis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Vorticella octava</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Podophrya sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Amiba</i>	3	4	1	2	2	1	4	3	3	2	3	6	4	3	2	3	4	4	2
<i>Euglena</i>	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	3	3	1
TOTAL	193	275	243	254	192	188	177	231	225	216	284	281	282	162	176	149	163	167	157

TABLA No. 9. NUMERO DE ORGANISMOS POR CADA 0.05 ml DE MUESTRA DE LODOS ACTIVADOS DURANTE EL DESARROLLO EXPERIMENTAL

DETERGENTE No. 3
(12 - DICIEMBRE-1994)

	24 HORAS.						48 HORAS.													
	INICIO		Testigo		10ppm		40 ppm		Testigo		10ppm		40 ppm							
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3					
<i>Aspidisca costata</i>	46	49	42	51	41	37	46	59	55	74	54	58	53	37	39	34	41	37	34	
<i>Euplotes eurystomus</i>	3	5	3	6	4	4	3	6	2	3	2	3	2	3	5	4	4	4	3	3
<i>Euplotes patella</i>	1	0	1	1	0	1	0	1	2	1	1	2	2	1	0	1	0	0	2	1
<i>Chilodonella cucullulus</i>	2	3	3	5	2	1	4	2	3	3	2	1	1	2	4	4	2	2	3	1
<i>Tetrahymena pyriformis</i>	1	0	0	1	4	3	5	2	4	4	2	4	3	3	2	2	1	1	0	1
<i>Litonotus sp.</i>	0	1	2	1	1	1	1	2	1	1	2	2	3	0	2	1	1	1	1	2
<i>Spirostomum sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trachelophyllum sp.</i>	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epistylis plicatilis</i>	54	73	70	64	43	47	38	33	29	36	91	84	98	30	27	27	22	25	19	
<i>Vorticella convallaria</i>	5	6	8	5	4	4	3	4	3	3	9	9	7	0	2	2	0	2	1	
<i>Acineta limnetis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Epistylis chrysemidis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Vorticella octava</i>	36	44	45	43	37	42	58	40	57	62	49	46	52	33	27	35	29	24	27	
<i>Podpphrya sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Halteria sp.</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
<i>Amiba</i>	0	2	2	2	2	1	3	2	2	1	3	5	5	3	4	2	2	4	2	
<i>Euglena</i>	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	2	2	1	0	2	0	0	0	1	
TOTAL	149	184	177	179	140	141	162	152	158	190	217	216	227	112	114	112	102	102	92	

TABLA No. 10. NUMERO DE ORGANISMOS POR CADA 0.05 ml DE MUESTRA DE LODOS ACTIVADOS DURANTE EL DESARROLLO EXPERIMENTAL

Formas de vida de los protozoarios encontrados durante el muestreo.

Los protozoarios tienen diversas formas de vida por lo tanto se les puede encontrar viviendo individualmente o bien en grupos, es decir, formando colonias (Tabla no. 11).

Entre los protozoarios que viven individualmente podemos encontrar a: *Aspidisca costata*, *Euplotes eurystomus*, *Euplotes patella*, *Chilodonella cucullulus*, *Tetrahymena pyriformis*, *Litonotus sp.*, *Spirostomum sp.*, *Trachelophyllum sp.*, *Vorticella convallaria*, *Acineta limnetis*, *Vorticella octava*, *Podophrya sp.*, *Halteria sp.*, *Amiba* y *Euglena*.

Mientras que entre los que viven formando colonias tenemos solamente un género, que es: *Epistylis plicatilis* y *Epistylis chrysemidis*.

En cuanto a sus formas de movimiento y en base a la bibliografía los podemos clasificar como protozoarios de vida libre, reptantes o sésiles (Tabla no. 11).

Los protozoarios encontrados que se mueven libremente fueron: *Chilodonella cucullulus*, *Tetrahymena pyriformis*, *Litonotus sp.*, *Spirostomum sp.*, *Trachelophyllum sp.*, *Halteria sp.* y *Euglena*.

Entre los reptantes encontramos: *Aspidisca costata*, *Euplotes eurystomus*, *Euplotes patella* y *Amiba*.

Y los organismos sésiles encontrados fueron: *Epistylis plicatilis*, *Vorticella convallaria*, *Acineta limnetis*, *Epistylis chrysemidis*, *Vorticella octava* y *Podophrya sp.*

ESPECIES	IND	COL	NL	REP	SES
<i>Aspidisca costata</i>	X			X	
<i>Euplotes eurystomus</i>	X			X	
<i>Euplotes patella</i>	X			X	
<i>Chilodonella cucullulus</i>	X		X		
<i>Tetrahymena pyriformis</i>	X		X		
<i>Litonotus sp.</i>	X		X		
<i>Spirostomum sp.</i>	X		X		
<i>Trachelophyllum sp.</i>	X		X		
<i>Epistylis plicatilis</i>		X			X
<i>Vorticella convallaria</i>	X				X
<i>Acineta limnetis</i>	X				X
<i>Epistylis chrysemidis</i>		X			X
<i>Vorticella octava</i>	X				X
<i>Podophrya sp.</i>	X				X
<i>Halteria sp.</i>	X		X		
Amiba	X			X	
Euglena	X		X		

TABLA No. 11. CLASIFICACION DE LOS PROTOZOARIOS EN BASE A SUS HABITOS Y FORMAS DE VIDA (SEGUN BICK, 1972).

ABREVIATURAS: IND : INDIVIDUAL
COL : COLONIAL
NL : NADO LIBRE
REP : REPTANTE
SES : SESIL

Hábitos alimenticios de los protozoarios en estudio.

La bibliografía nos reporta que en cuanto a sus hábitos alimenticios los protozoarios ingieren formas muy diversas tales como diatomeas, bacterias, detritus, protozoarios y algas (Tabla no. 12).

Encontrándose así que los organismos que sólo se alimentan de bacterias son: *Aspidisca costata*, *Tetrahymena pyriformis*, *Trachelophyllum sp.*, *Epistylis plicatilis*, *Vorticella convallaria* y *Vorticella octava*.

Los protozoarios que sólo se alimentan de otros protozoarios son: *Litonotus sp.*, *Acineta limnetis* y *Podophrya sp.*

Los que se alimentan tanto de bacterias como de detritus son: *Epistylis chrysemidis* y *Halteria sp.*

De los protozoarios que cuentan con una alimentación más variada tenemos *Euplotes eurystomus* que se alimenta de diatomeas, bacterias y detritus; *Euplotes patella* que se alimenta de

bacterias, protozoarios y algas; y *Chilodonella cucullulus* cuya alimentación es a base de bacterias, diatomeas y algas. Y *Spirostomum sp.* el cual se alimenta de diatomeas, algas y protozarios.

Pero de todos el que cuenta con una alimentación más variada es la Amiba, pues es a base de diatomeas, bacterias, algas y protozoarios.

ESPECIES	DI	BA	DE	PRO	AL
<i>Aspidisca costata</i>		X			
<i>Euplotes eury stomus</i>	X	X	X		
<i>Euplotes patella</i>		X		X	X
<i>Chilodonella cucullulus</i>	X	X			X
<i>Tetrahymena pyriformis</i>		X			
<i>Litonotus sp.</i>				X	
<i>Spirostomum sp.</i>	X			X	X
<i>Trachelophyllum sp.</i>		X			
<i>Epistylis plicatilis</i>		X			
<i>Vorticella convallaria</i>		X			
<i>Acineta limnetis</i>				X	
<i>Epistylis chrysemidis</i>		X	X		
<i>Vorticella octava</i>		X			
<i>Podophrya sp.</i>				X	
<i>Halteria sp.</i>		X	X		
Amiba	X	X		X	X
Euglena			X		

TABLA No. 12. CLASIFICACION DE LOS PROTOZOARIOS EN BASE A SUS REQUERIMIENTOS ALIMENTICIOS (SEGUN BICK, 1972).

ABREVIATURAS: DI : DIATOMEAS
 BA : BACTERIAS
 DE : DETRITUS
 PRO : PROTOZOARIOS
 AL : ALGAS

FISICOQUIMICOS.

Se midieron los parámetros fisicoquímicos tales como temperatura, potencial de hidrógeno (pH), oxígeno disuelto y conductividad eléctrica, y se observó que no hubo mucha variación e incluso se mantuvieron condiciones similares a las de la planta de tratamiento, para evitar que se produjeran efectos sobre las muestras (Tablas no. 13, 14 y 15).

DETERGENTE No. 1

		19-OCTUBRE-1994.			24-OCTUBRE-1994.			05-DICIEMBRE-1994.		
		pH	TEMP. OD	COND.	pH	TEMP. OD	COND.	pH	TEMP. OD	COND.
	AGUA PLANTA DE T.	7.30	29		7.40	29		7.20	26	
	LODO PLANTA DE T.	7.00	30		7.00	29		7.30	26	
	AGUA LABORATORIO	7.10	29	2.50	7.10	29	1.20	7.14	25	1.70
	LODO LABORATORIO.	7.00	29	2.70	6.89	29	1.00	7.31	25	1.40
	MUESTRA INICIO	7.18	29	3.00	7.00	29	0.80	7.40	25	1.50
2	TESTIGO	8.35	25	3.10	8.55	28	1.60	7.90	23	2.50
4		8.38	25	3.10	8.40	28	1.90	7.95	23	2.60
H	10 PPM	8.36	25	2.90	8.42	28	1.50	7.90	23	2.50
R		8.13	25	2.90	8.33	28	1.30	7.86	23	2.30
S		8.11	25	2.60	8.32	28	1.20	7.91	23	2.60
	40 PPM	8.13	25	2.50	8.30	28	1.20	7.88	23	2.10
		8.10	25	2.00	8.29	28	1.00	7.77	23	1.80
		8.10	25	2.10	8.21	28	1.10	7.74	23	1.60
		8.08	25	2.10	8.20	28	0.90	7.79	23	1.50
4	TESTIGO	8.33	28	3.30	8.29	26	1.80	7.51	23	2.90
8		8.35	28	3.50	8.29	26	2.10	7.52	23	2.80
H	10 PPM	8.33	28	3.40	8.31	26	1.70	7.68	23	2.90
R		8.06	28	3.00	8.27	26	1.50	7.60	23	2.50
S		8.05	28	3.10	8.28	26	1.50	7.73	23	2.50
	40 PPM	8.06	28	2.90	8.26	26	1.40	7.74	23	2.40
		8.28	28	2.30	8.42	26	1.10	7.97	23	2.00
		8.25	28	2.40	8.39	26	1.30	7.91	23	1.80
		8.26	28	2.60	8.48	26	1.20	7.81	23	1.80

TABLA No. 13. PARAMETROS FISICO - QUIMICOS.

ABREVIATURAS:

TEMP.: TEMPERATURA EN GRADOS CENTIGRADOS

OD: OXIGENO DISUELTTO EN PPM

COND.: CONDUCTIVIDAD ELECTRICA EN MICROMOHOS/cm

pH: POTENCIAL DE HIDRÓGENO

DETERGENTE No. 2

		09- NOVIEMBRE- 1994.				15- NOVIEMBRE-1994.				07-DICIEMBRE-1994.			
		pH	TEMP. OD	COND.	pH	TEMP. OD	COND.	pH	TEMP. OD	COND.	pH	TEMP. OD	COND.
	AGUA PLANTA DE T.	7.40	29		7.43	24		7.30	26		7.30	26	
	LODO PLANTA DE T.	7.20	28		7.09	24		7.10	26		7.10	26	1.30
	AGUA LABORATORIO	7.30	28	2.00	7.43	23	2.30	7.39	26		7.39	26	1.10
	LODO LABORATORIO.	7.20	28	1.98	7.09	24	2.10	7.11	26		7.11	26	0.60
	MUESTRA INICIO	7.89	28	1.70	7.26	24	2.00	7.30	26	1807	7.30	26	1.40
1		7.85	25	2.50	7.99	21	2.40	7.78	24	1794	7.78	24	1.90
2	TESTIGO	7.85	25	2.70	8.01	21	2.10	7.79	24	1792	7.79	24	1.90
3		7.82	25	2.40	7.99	21	2.40	7.78	24	1789	7.78	24	2.10
1		7.63	25	2.30	7.90	21	1.70	7.58	24	1894	7.58	24	1.70
2	10 PPM	7.77	25	2.30	7.94	21	1.80	7.59	24	1865	7.59	24	1.70
3		7.77	25	2.40	7.95	21	1.70	7.63	24	1894	7.63	24	1.40
1		7.57	25	2.20	7.82	21	1.40	7.53	24	1958	7.53	24	1.20
2	40 PPM	7.59	25	2.30	7.83	21	1.40	7.55	24	1962	7.55	24	0.90
3		7.53	25	2.20	7.82	21	1.60	7.52	24	1942	7.52	24	1.00
1		7.56	24	2.90	7.76	21	2.80	7.42	24	1637	7.42	24	2.40
2	TESTIGO	7.79	24	3.00	7.77	21	2.50	7.63	24	1630	7.63	24	2.20
3		7.58	24	2.50	7.74	21	2.60	7.31	24	1655	7.31	24	2.40
1		7.61	24	2.50	7.59	21	2.10	7.45	24	1734	7.45	24	2.20
2	10 PPM	7.76	24	2.50	7.98	21	2.10	7.48	24	1765	7.48	24	1.90
3		7.58	24	2.60	8.17	21	2.00	7.38	24	1748	7.38	24	1.80
1		8.12	24	2.30	8.07	21	1.90	7.88	24	1873	7.88	24	1.40
2	40 PPM	8.09	24	2.30	8.15	21	1.80	7.74	24	1904	7.74	24	1.20
3		8.09	24	2.40	8.09	21	2.00	7.78	24	1878	7.78	24	1.60

TABLA No.14. PARAMETROS FISICO - QUIMICOS.

ABREVIATURAS:

TEMP.: TEMPERATURA EN GRADOS CENTIGRADOS

OD: OXIGENO DISUELTO EN PPM

COND.: CONDUCTIVIDAD ELECTRICA EN MICROMOHOS/cm

PH: POTENCIAL DE HIDRÓGENO

DETERGENTE No. 3

		22- NOVIEMBRE- 1994.			28 -NOVIEMBRE-1994.			12-DICIEMBRE-1994.					
		pH	TEMP.	OD	COND.	pH	TEMP.	OD	COND.	pH	TEMP.	OD	COND.
	AGUA PLANTA DE T.	7.48	28			7.50	27			7.46	25		
	LODO PLANTA DE T.	6.80	28			7.40	28			7.00	25		
	AGUA LABORATORIO	7.52	27	1.20		7.46	25	0.80	1348	7.48	24	1.80	1267
	LODO LABORATORIO.	6.98	27	1.80		6.86	25	1.10	1463	7.10	24	1.30	1348
	MUESTRA INICIO	7.37	27	1.30	1371	7.32	25	0.90	1346	7.55	24	1.60	1126
2	TESTIGO	7.99	24	1.90	1201	7.78	21	2.50	1220	8.16	19	2.00	1099
4		7.96	24	1.70	1199	7.73	21	2.40	1227	8.09	19	1.90	1094
	H	7.98	24	1.90	1209	7.62	21	2.10	1214	8.05	19	2.10	1097
	R	7.76	24	1.80	1228	7.46	21	1.90	1240	7.91	19	1.70	1109
	S	7.76	24	1.80	1233	7.57	21	1.60	1252	7.77	19	1.90	1104
	.	7.76	24	1.80	1230	7.47	21	1.60	1237	7.58	19	1.80	1102
		7.59	24	1.50	1287	7.63	21	1.20	1262	7.56	19	1.60	1157
		7.57	24	1.20	1280	7.74	21	1.40	1284	7.83	19	1.40	1135
		7.58	24	1.40	1294	7.68	21	1.20	1282	7.98	19	1.50	1140
4	TESTIGO	7.30	22	2.30	1199	7.63	20	2.90	1243	7.55	20	2.70	1039
8		7.35	22	2.30	1193	7.59	20	3.00	1200	7.61	20	2.80	1042
	H	7.34	22	2.20	1229	7.61	20	2.50	1230	7.54	20	2.80	1040
	R	7.72	22	2.20	1181	7.64	20	2.40	1208	7.38	20	2.40	1126
	S	7.68	22	2.10	1169	7.66	20	2.00	1163	7.36	20	2.50	1126
	.	7.72	22	2.10	1208	7.63	20	2.10	1162	7.17	20	2.40	1123
		7.73	22	1.60	1296	7.82	20	1.60	1239	7.89	20	2.10	1139
		7.92	22	1.50	1259	8.03	20	1.70	1237	7.75	20	1.90	1133
		7.96	22	1.10	1261	7.84	20	1.60	1252	7.62	20	2.00	1142

TABLA No. 15. PARAMETROS FISICO - QUIMICOS.

ABREVIATURAS: TEMP.: TEMPERATURA EN GRADOS CENTIGRADOS
 OD: OXIGENO DISUELTUO EN PPM
 COND.: CONDUCTIVIDAD ELECTRICA EN MICROMOHOS/cm
 pH: POTENCIAL DE HIDRÓGENO

ESTADISTICOS.

Análisis de varianza.

Al realizar en cuanto al promedio del número de organismos totales (tablas no. 16, 17 y 18), un análisis de varianza y una comparación de medias por el método de Tukey , general para los tres detergentes se obtuvo que si existe diferencia significativa entre los detergentes principalmente con el 1 el cual causa una mayor mortalidad de individuos y que el detergente 2 se comporta casi igual que el 3, teniéndose mayor sobrevivencia de individuos. En cuanto a los tiempos no se encontraron diferencias significativas, ni en las repeticiones. En lo que respecta a las dosis si se obtuvo una diferencia significativa, entre la dosis 1 (testigo) en la cual se presentó mayor supervivencia que en las dosis 2 (10 ppm) y 3 (40 ppm) las cuales se comportaban casi igual provocando mayor mortalidad en los protozoarios (Anexo no. 1).

DETERGENTE No. 1	
24 HORAS	48 HORAS

19 - OCTUBRE-1994

	1	2	3	TOTAL	MEDIA
INICIO	249	249	249	747	249.00
TESTIGO	309	305	307	921	307.00
10 PPM	144	149	140	433	144.33
40 PPM	95	83	92	270	90.00

	1	2	3	TOTAL	MEDIA
INICIO	249	249	249	747	249.00
TESTIGO	354	341	356	1051	350.33
10 PPM	88	73	71	232	77.33
40 PPM	24	22	18	64	21.33

24 - OCTUBRE-1994

	1	2	3	TOTAL	MEDIA
INICIO	314	314	314	942	314.00
TESTIGO	416	404	421	1241	413.67
10 PPM	290	266	270	826	275.33
40 PPM	124	111	110	345	115.00

	1	2	3	TOTAL	MEDIA
INICIO	314	314	314	942	314.00
TESTIGO	478	480	470	1428	476.00
10 PPM	202	211	194	607	202.33
40 PPM	19	26	19	64	21.33

05 - DICIEMBRE-1994

	1	2	3	TOTAL	MEDIA
INICIO	371	371	371	1113	371.00
TESTIGO	377	378	380	1135	378.33
10 PPM	168	165	154	487	162.33
40 PPM	95	93	94	282	94.00

	1	2	3	TOTAL	MEDIA
INICIO	371	371	371	1113	371.00
TESTIGO	405	395	418	1218	406.00
10 PPM	87	74	77	238	79.33
40 PPM	36	33	19	88	29.33

TABLA No. 16. CANTIDAD TOTAL Y MEDIA DE ORGANISMOS PRESENTES EN LOS LODOS ACTIVADOS DURANTE EL DESARROLLO EXPERIMENTAL.

DETERGENTE No. 2

24 HORAS

48 HORAS

09 - NOVIEMBRE- 1994

	1	2	3	TOTAL	MEDIA
INICIO	202	202	202	606	202.00
TESTIGO	230	229	230	689	229.67
10 PPM	193	189	190	572	190.67
40 PPM	274	245	254	773	257.67

	1	2	3	TOTAL	MEDIA
INICIO	202	202	202	606	202.00
TESTIGO	280	281	274	835	278.33
10 PPM	159	170	181	510	170.00
40 PPM	155	169	164	488	162.67

15 - NOVIEMBRE -1994

	1	2	3	TOTAL	MEDIA
INICIO	476	476	476	1428	476.00
TESTIGO	528	529	529	1586	528.67
10 PPM	447	420	439	1306	435.33
40 PPM	533	567	562	1662	554.00

	1	2	3	TOTAL	MEDIA
INICIO	476	476	476	1428	476.00
TESTIGO	528	577	549	1654	551.33
10 PPM	383	380	383	1146	382.00
40 PPM	375	380	389	1144	381.33

07 - DICIEMBRE -1994

	1	2	3	TOTAL	MEDIA
INICIO	614	614	614	1842	614.00
TESTIGO	632	620	615	1867	622.33
10 PPM	409	395	380	1184	394.67
40 PPM	877	841	814	2532	844.00

	1	2	3	TOTAL	MEDIA
INICIO	614	614	614	1842	614.00
TESTIGO	645	628	617	1890	630.00
10 PPM	373	343	334	1050	350.00
40 PPM	336	318	317	971	323.67

TABLA No. 17. CANTIDAD TOTAL Y MEDIA DE ORGANISMOS PRESENTES EN LOS LODOS ACTIVADOS DURANTE EL DESARROLLO EXPERIMENTAL.

DETERGENTE No. 3	
24 HORAS	48 HORAS

22 - NOVIEMBRE- 1994

	1	2	3	TOTAL	MEDIA
INICIO	193	193	193	579	193.00
TESTIGO	275	243	254	772	257.33
10 PPM	192	188	177	557	185.67
40 PPM	231	225	216	672	224.00

	1	2	3	TOTAL	MEDIA
INICIO	193	193	193	579	193.00
TESTIGO	284	281	282	847	282.33
10 PPM	162	176	149	487	162.33
40 PPM	163	167	157	487	162.33

28 - NOVIEMBRE -1994

	1	2	3	TOTAL	MEDIA
INICIO	239	239	239	717	239.00
TESTIGO	267	272	278	817	272.33
10 PPM	215	209	215	639	213.00
40 PPM	247	240	231	718	239.33

	1	2	3	TOTAL	MEDIA
INICIO	239	239	239	717	239.00
TESTIGO	301	294	300	895	298.33
10 PPM	164	185	173	522	174.00
40 PPM	143	164	151	458	152.67

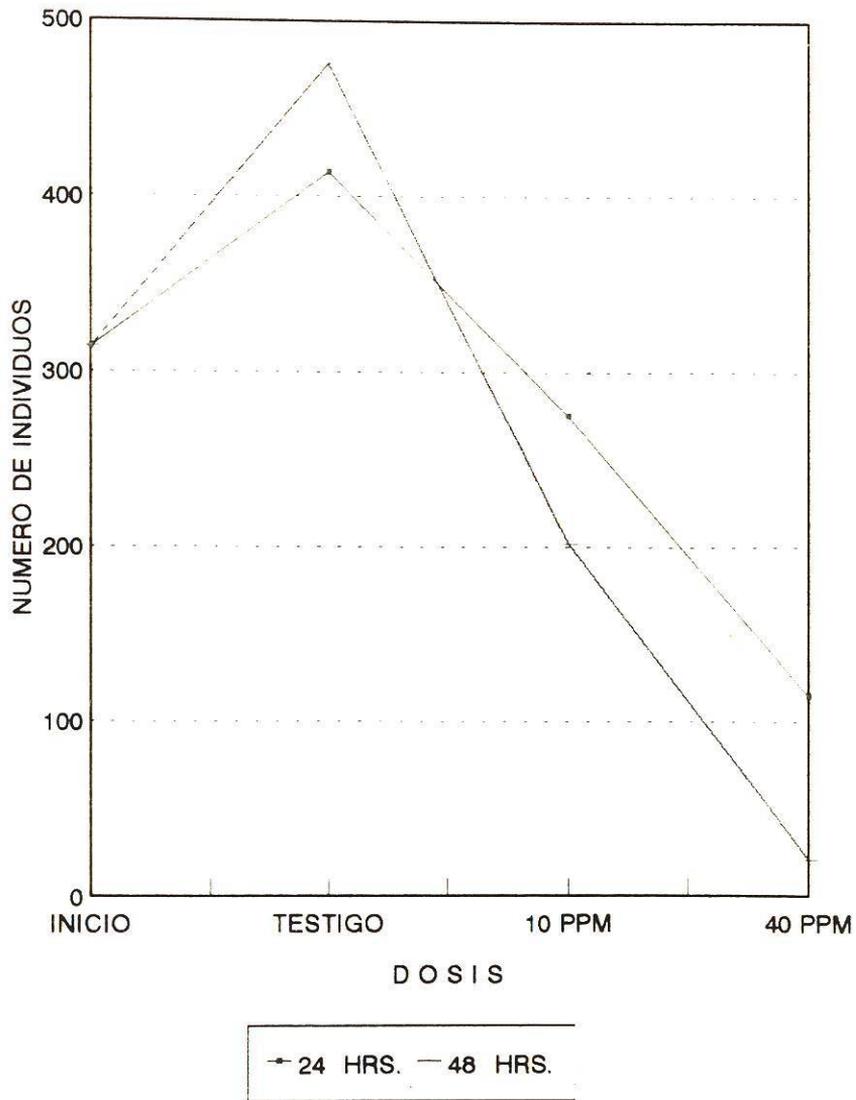
12 - DICIEMBRE -1994

	1	2	3	TOTAL	MEDIA
INICIO	149	149	149	447	149.00
TESTIGO	184	177	179	540	180.00
10 PPM	140	141	162	443	147.67
40 PPM	152	158	190	500	166.67

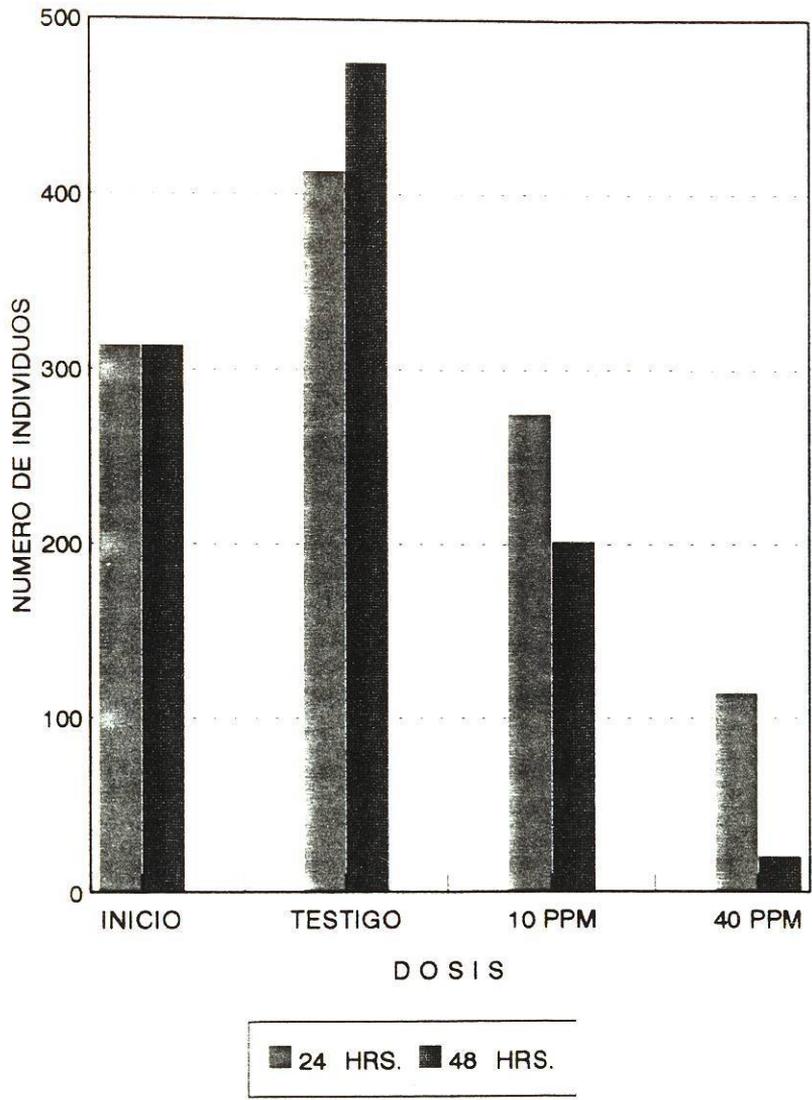
	1	2	3	TOTAL	MEDIA
INICIO	149	149	149	447	149.00
TESTIGO	217	216	227	660	220.00
10 PPM	112	114	112	338	112.67
40 PPM	102	102	92	296	98.667

TABLA No. 18. CANTIDAD TOTAL Y MEDIA DE ORGANISMOS PRESENTES EN LOS LODOS ACTIVADOS DURANTE EL DESARROLLO EXPERIMENTAL.

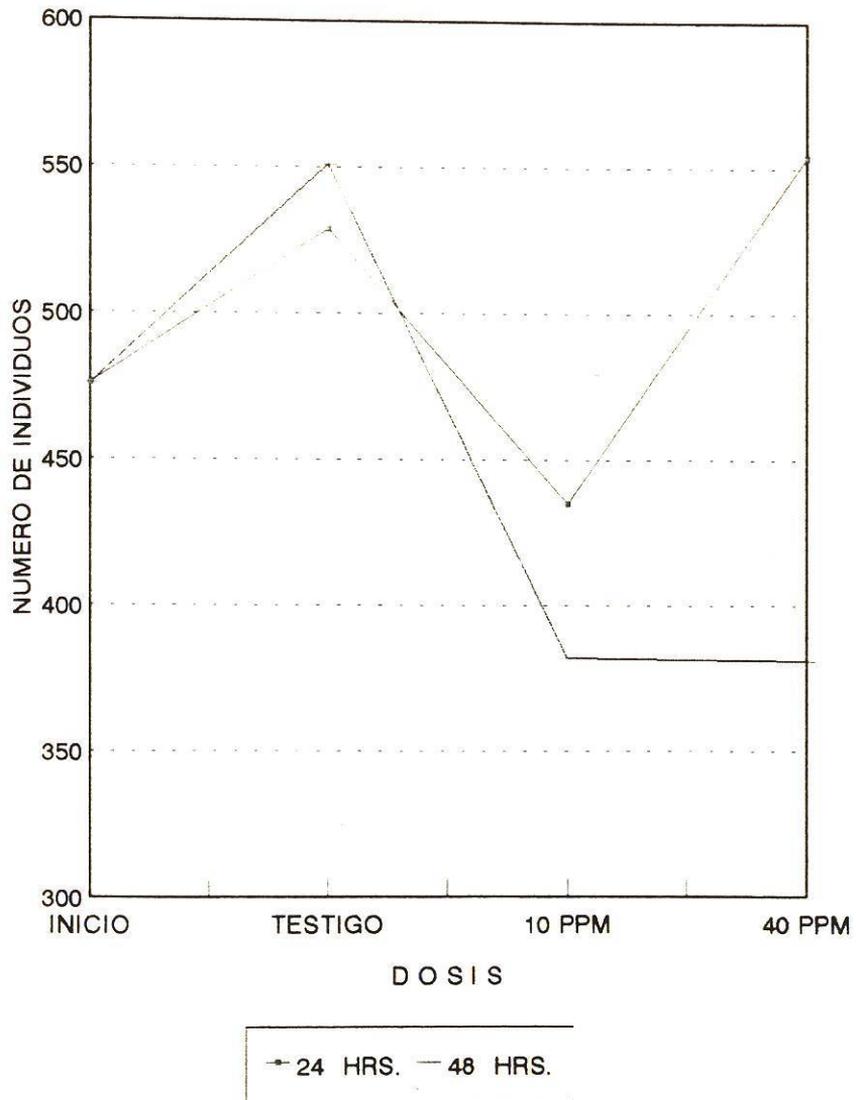
**GRAFICA 1.- NUMERO PROMEDIO DE ORGANISMOS PRESENTES
EN LOS LODOS ACTIVADOS PARA EL DETERGENTE No. 1**



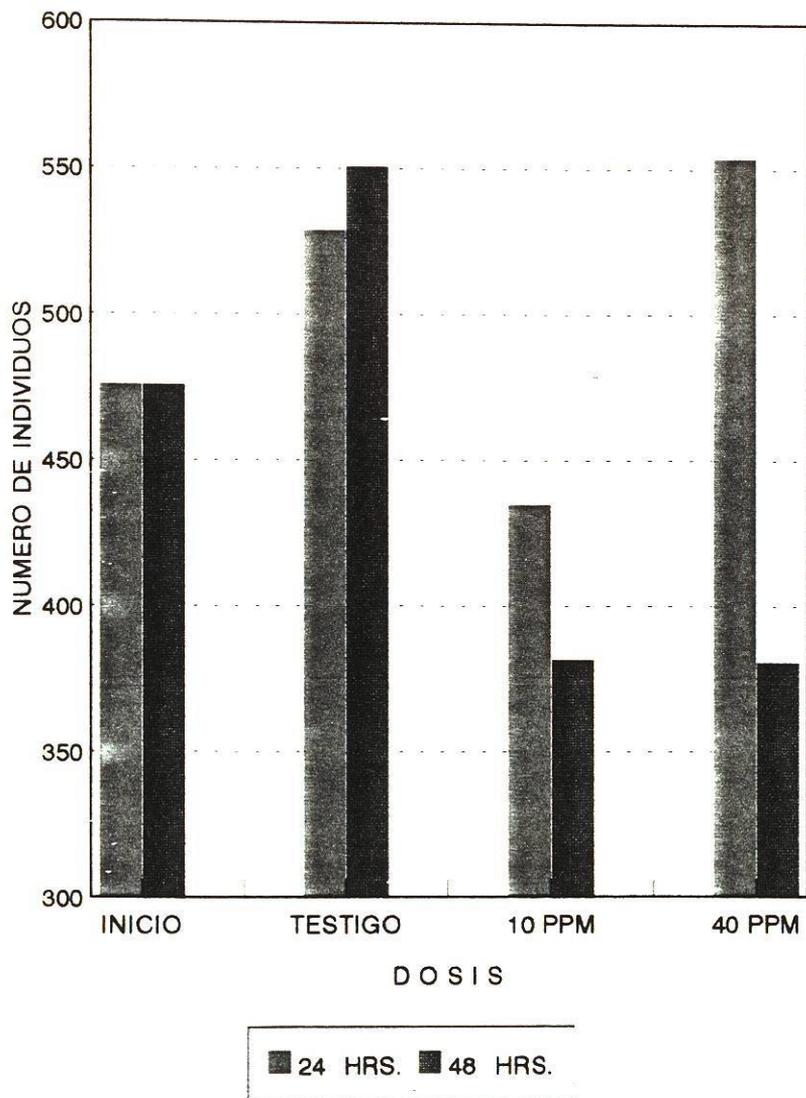
GRAFICA 2.- NUMERO PROMEDIO DE ORGANISMOS PRESENTES EN LOS LODOS ACTIVADOS PARA EL DETERGENTE No. 1



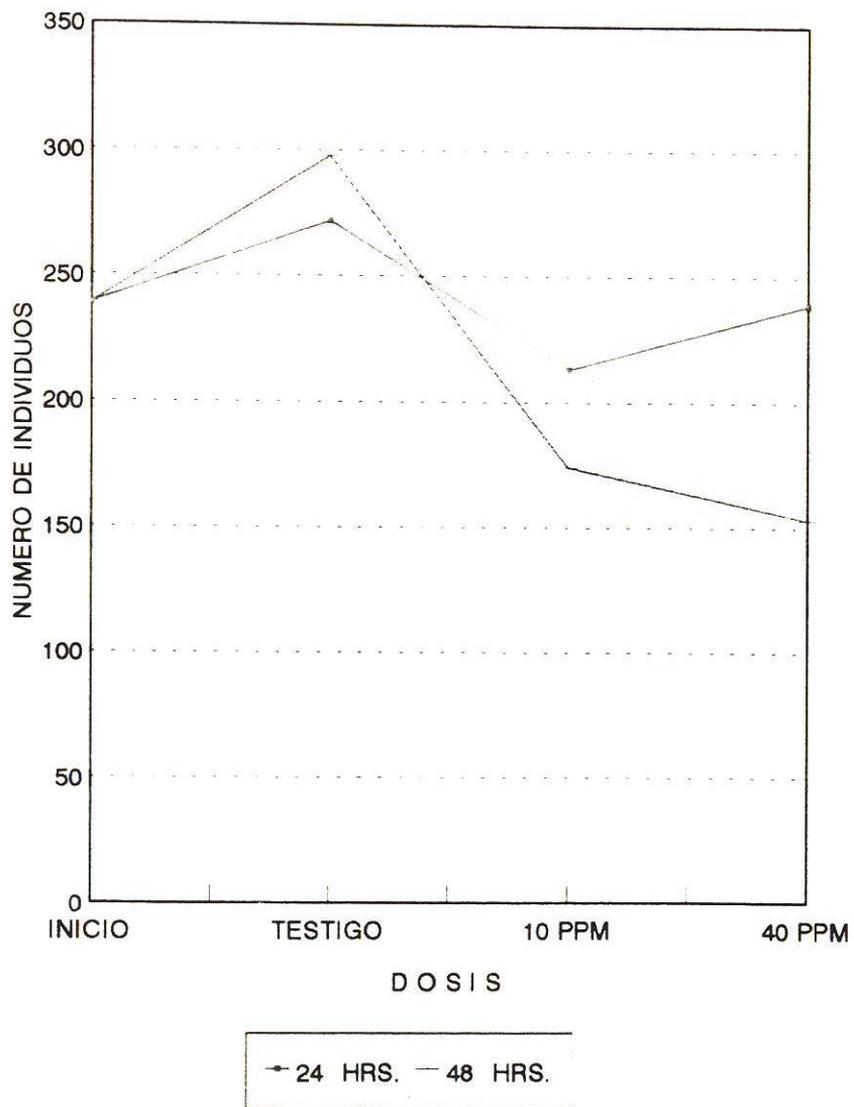
GRAFICA 3.- NUMERO PROMEDIO DE ORGANISMOS PRESENTES EN LOS LODOS ACTIVADOS PARA EL DETERGENTE No. 2



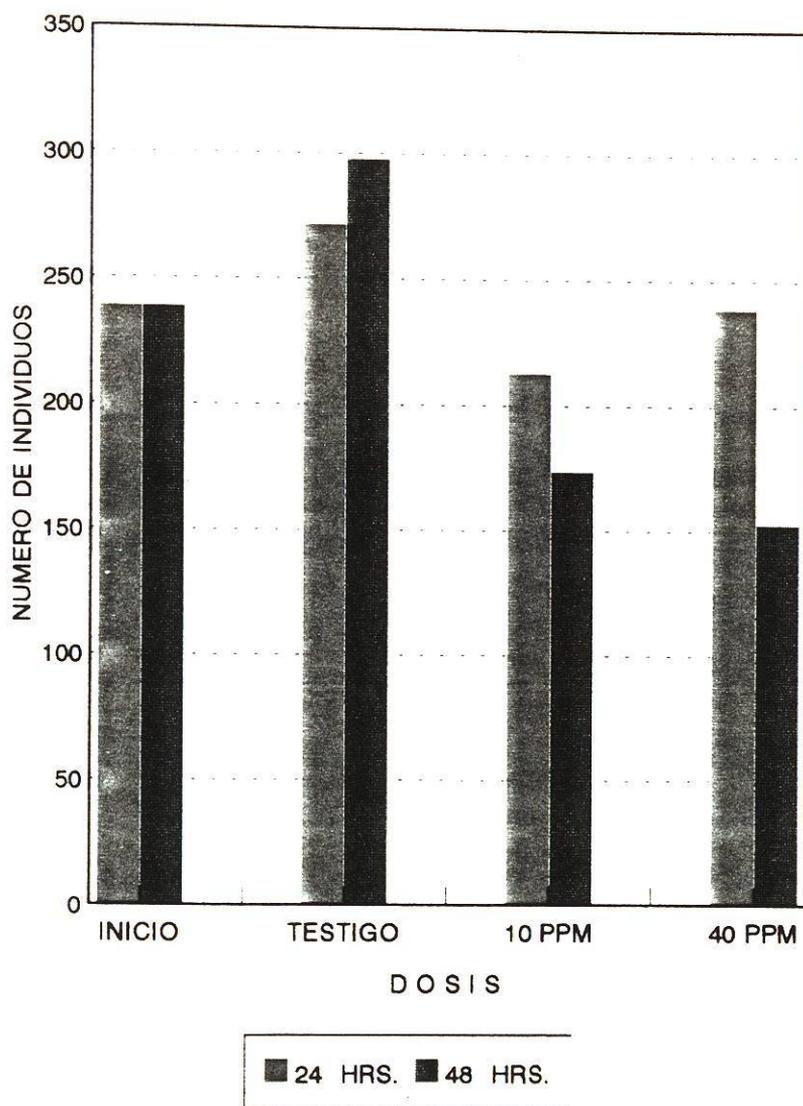
GRAFICA 4.- NUMERO PROMEDIO DE ORGANISMOS PRESENTES EN LOS LODOS ACTIVADOS PARA EL DETERGENTE No. 2



**GRAFICA 5.- NUMERO PROMEDIO DE ORGANISMOS PRESENTES
EN LOS LODOS ACTIVADOS PARA EL DETERGENTE No. 3**



GRAFICA 6.- NUMERO PROMEDIO DE ORGANISMOS PRESENTES EN LOS LODOS ACTIVADOS PARA EL DETERGENTE No. 3



En el análisis de varianza y en la comparación de medias realizada para cada organismo identificado en los muestreos, para poder determinar cuales son más susceptibles a determinado detergente (Tabla no. 19) se encontró lo siguiente:

En el caso del detergente número 1 se encontró que en las repeticiones no existen diferencias significativas, para ninguno de los organismos encontrados (Anexo 2B al 18B).

En lo que respecta a las dosis se encontró diferencia significativa entre las tres dosis causando mayor mortalidad la número 3, seguida por la dosis 2 y por último la 1 para los siguientes organismos *Aspidisca costata*, *Euplotes eurystomus*, *Trachelophyllum sp.*, *Epistylis plicatilis*, y *Euglena*; mientras que en *Euplotes patella*, *Chilodonella cucullulus*, *Litonotus sp.*, *Spirostomum sp.*, *Vorticella convallaria*, *Acineta limnetis*, *Epistylis chrysemidis*, *Vorticella octava*, *Podophrya sp.* y *Amiba*, la dosis uno se comportó diferente que las dosis 2 y 3 éstas últimas causaban mayor mortalidad en los protozoarios. (Anexo 2D al 18D).

En lo que se refiere a los tiempos se encontró que el

tiempo 2 causa mayor mortalidad que el tiempo 1 en *Euplotes eurystomus*, *Epistylis plicatilis*, *Amiba* y *Euglena*. (Anexo 2C al 18C).

No se encontraron diferencias significativas para ninguna de las variantes en estudio para *Tetrahymena pyriformis*, *Halteria sp.*

Para el detergente número 2 tampoco se encontraron diferencias significativas en las repeticiones (Anexo 2B - 18B).

En cuanto a las dosis se observó mayor mortalidad en la dosis 2 seguida de la dosis 3 y por último la dosis 1 en *Chilodonella cucullulus* y *Epistylis plicatilis*; mayor mortalidad en la dosis 3, seguida por la 2 y por último la dosis 1 en *Amiba* únicamente. Mayor mortalidad en la dosis 2, y en las dosis 1 y 3 igual comportamiento en *Litonotus sp.*, *Spirostomum sp.*, *Vorticella convallaria* y *Vorticella octava* (Anexo 2D al 18D).

En lo referente a los tiempos se encontraron mayor mortalidad en el tiempo 2 que en el 1 en *Aspidisca costata*,

Euplotes eurystomus, *Litonotus sp.*, *Vorticella convallaria* y *Euglena*; y mayor mortalidad en el tiempo 1 que en el 2 en el caso de *Amiba* únicamente (Anexo 2C al 18C).

No se encontraron diferencias significativas en *Euplotes patella*, *Tetrahymena pyriformis*, *Trachelophyllum sp.*, *Acineta limnetis*, *Epistylis chrysemidis*, *Podophrya sp.* y *Halteria sp.*

Para el detergente número 3 tampoco hubo diferencias significativas en las repeticiones (Anexo 2B al 18B).

En cuanto a las dosis obtuvimos que la dosis 1 presentó menor mortalidad que las dosis 2 y 3 las cuales se comportaron de manera similar en los siguientes organismos *Aspidisca costata* y *Tetrahymena pyriformis*; mayor mortalidad en la dosis 3 seguida de la 2 y por último la 1 en *Euplotes eurystomus* y *Epistylis chrysemidis*; mayor mortalidad en la dosis 2 seguida de la 3 y al último la 1 en *Epistylis plicatilis* (Anexo 2D al 18D).

En los tiempos presentaron mayor mortalidad el tiempo 2 que el tiempo 1 en *Aspidisca costata*, *Tetrahymena pyriformis*, *Epistylis*

chrysemidis y *Vorticella octava* (Anexo 2C al 18C).

Y los organismos que no presentaron diferencias significativas son *Euplotes patella*, *Chilodonella cucullulus*, *Litonotus sp.*, *Spirostomum sp.*, *Trachelophyllum sp.*, *Vorticella convallaria*, *Acineta limnitis*, *Halteria sp.*, *Amiba* y *Euglena*.

NUMERO DE DETERGENTE	1	1	2	2	3	3
	T	D	T	D	T	D
<i>Aspidisca costata</i>		X	X		X	X
<i>Euplotes eury stomus</i>	X	X	X			X
<i>Euplotes patella</i>		X				
<i>Chilodonella cucullulus</i>		X		X		
<i>Tetrahymena pyriformis</i>					X	X
<i>Litonotus sp.</i>		X	X	X		
<i>Spirostomum sp.</i>		X		X		
<i>Trachelophyllum sp.</i>		X				
<i>Epistylis plicatilis</i>	X	X		X		X
<i>Vorticella convallaria</i>		X	X	X		
<i>Acineta limnetis</i>		X				
<i>Epistylis chrysemidis</i>		X			X	X
<i>Vorticella octava</i>		X		X	X	
<i>Podophrya sp.</i>		X			N	N
<i>Halteria sp.</i>						
Amiba	X	X	X	X		
Euglena	X	X	X			

TABLA No. 19. ANALISIS DE VARIANZA

ABREVIATURAS :

T : TIEMPO

D : DOSIS

N : NO SE ENCONTRO

X : DIFERENCIA SIGNIFICATIVA

Efectos de Algunos Detergentes sobre los Protozoarios
presentes en los Lodos Activados de una
Planta de Tratamiento.

Indice de Shannon.

Con el Indice de Shannon (Tablas 20, 21 y 22) se determinó si existían o no diferencias significativas y se encontró lo siguiente:

Para el caso del detergente número 1, en cuanto a repeticiones y dosis no existen diferencias significativas, pero en cuanto al tiempo si, presentándose menor diversidad en el tiempo 2 que en el tiempo uno, lo cual nos indica que existe una mayor mortalidad en el tiempo 2.

Para el detergente número 2 no se presentaron diferencias significativas en las repeticiones; en cuanto al tiempo, también se presentó menor diversidad en el tiempo 2 que en el 1; y en las dosis se encontró que la 1 es igual a la 3, pero que la 2 presenta menor diversidad.

Para el detergente 3 no se encontraron diferencias significativas en repeticiones, ni en tiempos, ni en dosis.

DETERGENTE No.1

24 HORAS

48 HORAS

19 - OCTUBRE - 1994

	1	2	3	TOTAL	MEDIA
INICIO	0.8254	0.8254	0.8254	2.476	0.825
TESTIGO	0.8246	0.8889	0.8504	2.564	0.855
10 PPM	0.8875	0.8648	0.8812	2.634	0.878
40 PPM	0.8578	0.8797	0.8682	2.606	0.869

	1	2	3	TOTAL	MEDIA
INICIO	0.8254	0.8254	0.8254	2.476	0.825
TESTIGO	0.8334	0.8557	0.8537	2.543	0.848
10 PPM	0.8648	0.7779	0.8423	2.485	0.828
40 PPM	0.6589	0.7676	0.6697	2.096	0.699

24 - OCTUBRE - 1994

	1	2	3	TOTAL	MEDIA
INICIO	0.6887	0.6887	0.6887	2.066	0.689
TESTIGO	0.6150	0.6166	0.5973	1.829	0.610
10 PPM	0.6428	0.6524	0.6325	1.928	0.643
40 PPM	0.7172	0.6796	0.7402	2.137	0.712

	1	2	3	TOTAL	MEDIA
INICIO	0.6887	0.6887	0.6887	2.066	0.689
TESTIGO	0.6195	0.6161	0.6196	1.855	0.618
10 PPM	0.6000	0.5125	0.5527	1.665	0.555
40 PPM	0.6288	0.6067	0.5458	1.781	0.594

05 - DICIEMBRE - 1994

	1	2	3	TOTAL	MEDIA
INICIO	0.5539	0.5539	0.5539	1.662	0.554
TESTIGO	0.6687	0.6202	0.6488	1.938	0.646
10 PPM	0.6992	0.6853	0.7246	2.109	0.703
40 PPM	0.7770	0.7098	0.6637	2.151	0.717

	1	2	3	TOTAL	MEDIA
INICIO	0.5539	0.5539	0.5539	1.662	0.554
TESTIGO	0.6843	0.6502	0.6591	1.994	0.665
10 PPM	0.6629	0.6507	0.6297	1.943	0.648
40 PPM	0.5564	0.6061	0.4096	1.572	0.524

TABLA 20. CANTIDAD TOTAL Y MEDIA DEL INDICE DE SHANNON DE LOS ORGANISMOS PRESENTES EN LOS LODOS ACTIVADOS DURANTE EL DESARROLLO EXPERIMENTAL.

DETERGENTE No. 2

24 HORAS

48 HORAS

09 - NOVIEMBRE - 1994

	1	2	3	TOTAL	MEDIA
INICIO	0.9534	0.9534	0.9534	2.860	0.953
TESTIGO	0.9211	0.9185	0.9229	2.763	0.921
10 PPM	0.8792	0.8492	0.8926	2.621	0.874
40 PPM	0.9440	0.9451	0.9145	2.804	0.935

	1	2	3	TOTAL	MEDIA
INICIO	0.9534	0.9534	0.9534	2.860	0.953
TESTIGO	0.9889	0.9451	0.9318	2.866	0.955
10 PPM	0.9225	0.9224	0.9689	2.814	0.938
40 PPM	0.8145	0.8394	0.8227	2.477	0.826

15 - NOVIEMBRE - 1994

	1	2	3	TOTAL	MEDIA
INICIO	0.5706	0.5706	0.5706	1.712	0.571
TESTIGO	0.6370	0.6523	0.6353	1.925	0.642
10 PPM	0.6257	0.6113	0.5925	1.830	0.610
40 PPM	0.6677	0.6905	0.6971	2.055	0.685

	1	2	3	TOTAL	MEDIA
INICIO	0.5706	0.5706	0.5706	1.712	0.571
TESTIGO	0.6077	0.6118	0.6064	1.826	0.609
10 PPM	0.5432	0.5772	0.5366	1.657	0.552
40 PPM	0.6575	0.6027	0.5942	1.854	0.618

07 - DICIEMBRE - 1994

	1	2	3	TOTAL	MEDIA
INICIO	0.6317	0.6317	0.6317	1.895	0.632
TESTIGO	0.6472	0.6296	0.6376	1.914	0.638
10 PPM	0.7079	0.7010	0.6830	2.092	0.697
40 PPM	0.6725	0.6988	0.6914	2.063	0.688

	1	2	3	TOTAL	MEDIA
INICIO	0.6317	0.6317	0.6317	1.895	0.632
TESTIGO	0.6810	0.6477	0.6561	1.985	0.662
10 PPM	0.7629	0.7174	0.7047	2.185	0.728
40 PPM	0.7295	0.7079	0.7293	2.167	0.722

TABLA 21. CANTIDAD TOTAL Y MEDIA DEL INDICE DE SHANNON DE LOS ORGANISMOS PRESENTES EN LOS LODOS ACTIVADOS DURANTE EL DESARROLLO EXPERIMENTAL.

DETERGENTE No.3

24 HORAS

48 HORAS

22 - NOVIEMBRE - 1994

	1	2	3	TOTAL	MEDIA
INICIO	0.4506	0.4506	0.4506	1.352	0.451
TESTIGO	0.4241	0.4898	0.3571	1.271	0.424
10 PPM	0.5436	0.4842	0.5219	1.550	0.517
40 PPM	0.5170	0.5300	0.4862	1.533	0.511

	1	2	3	TOTAL	MEDIA
INICIO	0.4506	0.4506	0.4506	1.352	0.451
TESTIGO	0.5572	0.5864	0.5737	1.717	0.572
10 PPM	0.5064	0.5144	0.5306	1.551	0.517
40 PPM	0.7547	0.7386	0.7338	2.227	0.742

28 - NOVIEMBRE - 1994

	1	2	3	TOTAL	MEDIA
INICIO	0.8717	0.8717	0.8717	2.615	0.872
TESTIGO	0.8331	0.8765	0.8624	2.572	0.857
10 PPM	0.8736	0.8859	0.8976	2.657	0.886
40 PPM	0.8394	0.8361	0.8286	2.504	0.835

	1	2	3	TOTAL	MEDIA
INICIO	0.8717	0.8717	0.8717	2.615	0.872
TESTIGO	0.8477	0.7776	0.8112	2.437	0.812
10 PPM	0.8554	0.9187	0.8881	2.662	0.887
40 PPM	0.8958	0.8870	0.8423	2.625	0.875

12 - DICIEMBRE - 1994

	1	2	3	TOTAL	MEDIA
INICIO	0.6189	0.6189	0.6189	1.857	0.619
TESTIGO	0.6270	0.6490	0.6597	1.936	0.645
10 PPM	0.6974	0.6525	0.6725	2.022	0.674
40 PPM	0.6808	0.6462	0.6357	1.963	0.654

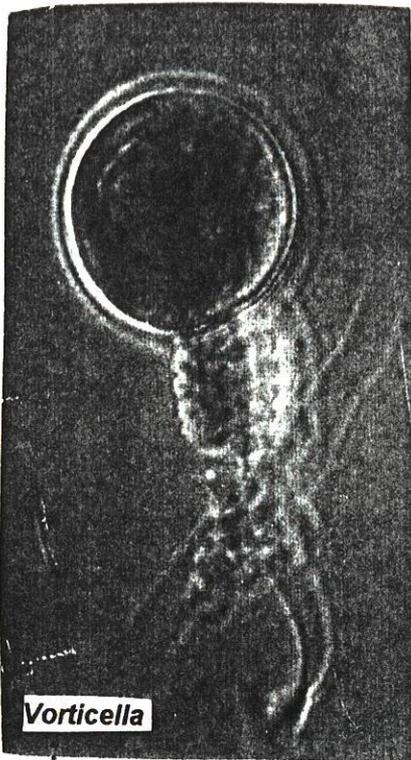
	1	2	3	TOTAL	MEDIA
INICIO	0.6189	0.6189	0.6189	1.857	0.619
TESTIGO	0.6421	0.6764	0.6413	1.960	0.653
10 PPM	0.6444	0.7405	0.6976	2.083	0.694
40 PPM	0.6196	0.7089	0.6850	2.014	0.671

TABLA 22. CANTIDAD TOTAL Y MEDIA DEL INDICE DE SHANNON DE LOS ORGANISMOS PRESENTES EN LOS LODOS ACTIVADOS DURANTE EL DESARROLLO EXPERIMENTAL.

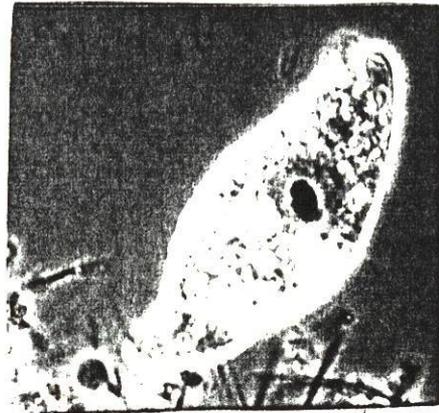
DETERGENTE	1	2	3
TIEMPO	1 dif. 2	1 dif. 2	1 = 2
DOSIS	1 = 2 = 3	2 dif. 1 = 3	1 = 2 = 3
REPETICION	1 = 2 = 3	1 = 2 = 3	1 = 2 = 3

TABLA No. 23. INDICE DE SHANNON.

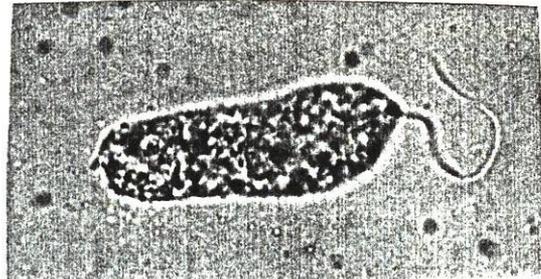
Para el caso de la variable tiempo que tiene 1 grado de libertad los datos se comprobaron con una T-student para mayor confiabilidad de los resultados.



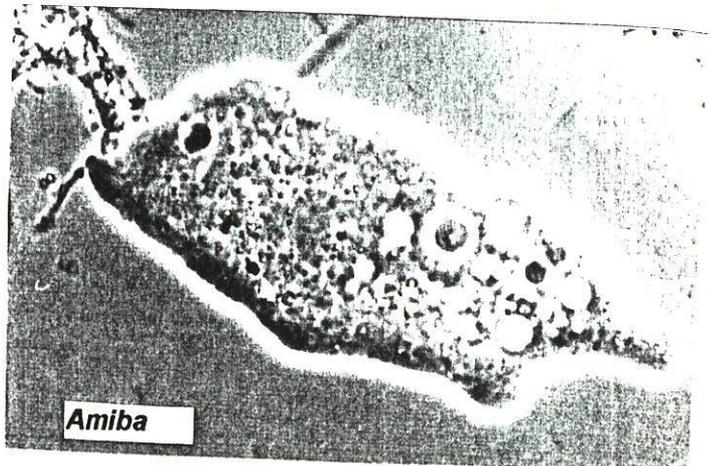
Vorticella



Euglena

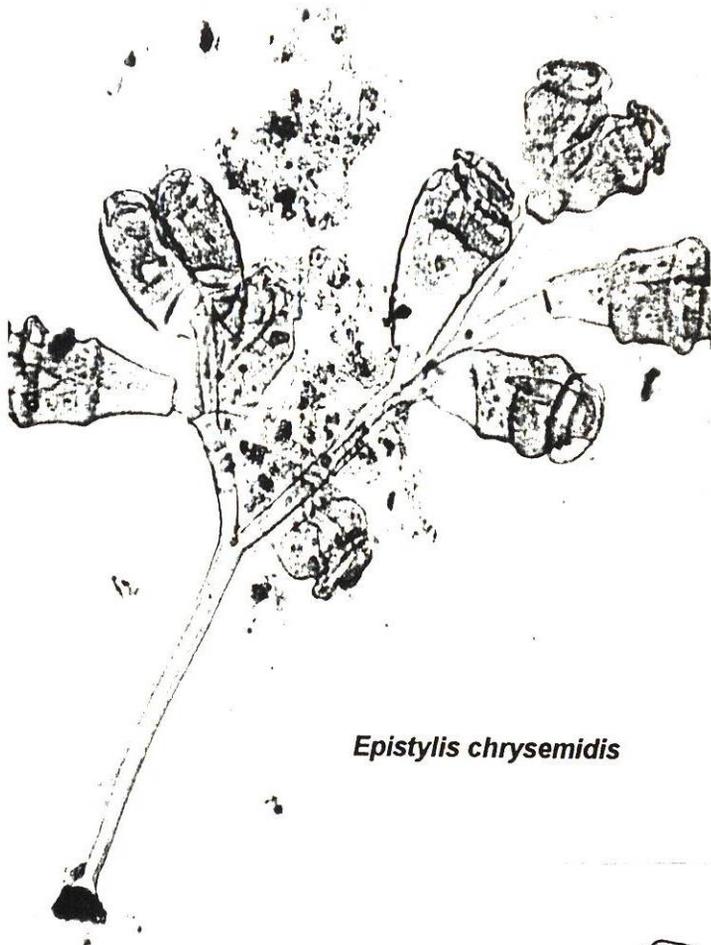


Acineta limnetis

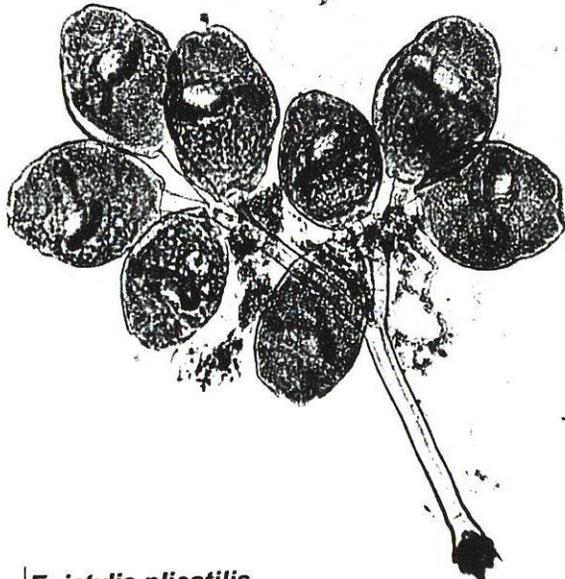


Amiba

Efectos de Algunos Detergentes sobre los Protozoarios
presentes en los Lodos Activados de una
Planta de Tratamiento.

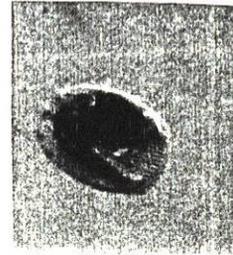
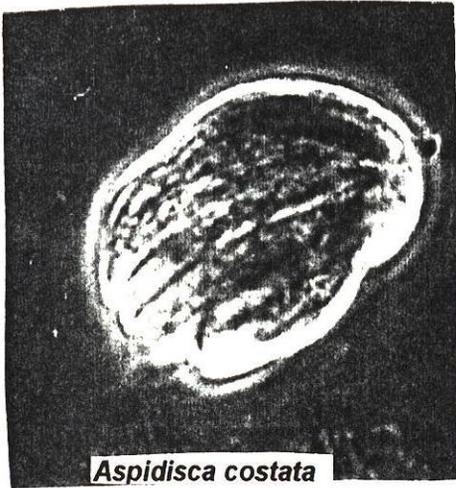


Epistylis chrysemidis

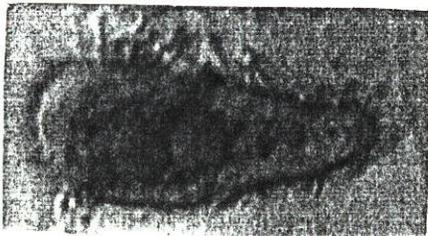
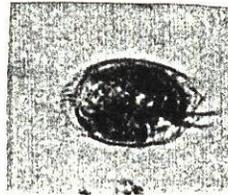


Epistylis plicatilis

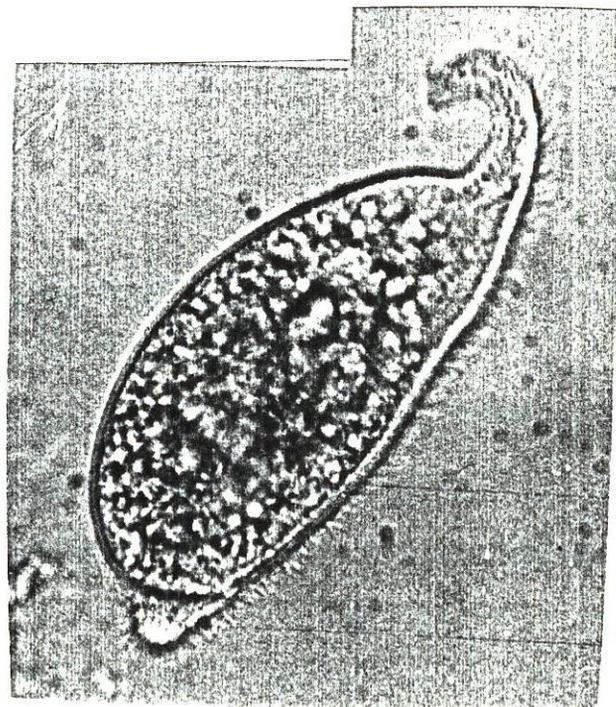
Efectos de Algunos Detergentes sobre los Protozoarios
presentes en los Lodos Activados de una
Planta de Tratamiento.



Euplotes eurystomus
Euplotes patella



Litonotus sp.



Efectos de Algunos Detergentes sobre los Protozoarios
presentes en los Lodos Activados de una
Planta de Tratamiento.

CAPITULO V

DISCUSIONES

CAPITULO V**DISCUSIONES**

En el proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-074-ECOL-1994, que establece el método de prueba de toxicidad aguda con *Daphnia magna* Straus (Crustacea-Cladocera) se establecen como condiciones de prueba definitivas una prueba estática, sin renovación de la solución de prueba; una duración del experimento de 48 horas; volumen de los recipientes de prueba de 150 ml de los cuales 100 ml son el volumen total; número de réplicas por concentración 3, sin alimentación; entre otros aspectos, tomando en consideración estos aspectos es que se desarrolló el experimento ya que aunque los organismos a prueba no eran los mismos la finalidad sí lo era: determinar la toxicidad.

Se llevaron a cabo varios estudios preliminares en los cuales se encontró que la reposición del nivel del agua ya fuese por agua cruda o agua clara no causaba mayor variación en los resultados obtenidos. Lo mismo se observó sin la reposición del agua. En base a esto se optó por no reponer el nivel de agua. Y por otro parte, debido a que la evaporación no fué muy significativa se decidió no hacer reposiciones, y así mantener una misma concentración de detergente. Además de que así existiría una mayor similitud con las pruebas de toxicidad recomendadas en el proyecto de norma antes mencionado.

Los detergentes se escogieron sin poner mayor importancia en la marca, ya que de acuerdo a la PROFECO, todos los detergentes tienen la misma formulación, en lo que varían es en sus perfumes, colorantes y algunos productos de relleno, pero se buscó que fuera uno biológico, uno biodegradable y uno de importación también biodegradable, para poder establecer las diferencias entre uno y otro tipo de detergentes sintéticos.

Las concentraciones de los detergentes se basaron en datos proporcionados por la planta de tratamiento biológica, AIMSU, de las concentraciones máximas y mínimas de detergente que usualmente

se reciben en las aguas crudas, para poder manejar las concentraciones, más aproximadas, a las que comunmente enfrentan los microorganismos de los lodos activados.

Los microorganismos encargados de la degradación de la materia orgánica en las plantas de tratamiento biológicas son bacterias, protozoarios, rotíferos y nemátodos (Sarles, 1951; McKinney, 1962; Martínez-Rodríguez, 1973) y en nuestro estudio encontramos que precisamente el grupo más abundante son las bacterias, seguido de los protozoarios, los cuales no degradan directamente la materia orgánica pero si mantienen en equilibrio a las bacterias y a otros protozoarios. También se encontraron rotíferos y en un número menor nemátodos.

Drakides (1980) al estudiar los lodos activados de una planta piloto encontró géneros tales como: *Tetrahymena*, *Chilodonella*, *Trachelophyllum*, *Litonotus*, *Aspidisca*, *Vorticella*, *Epistylis*, *Podophrya*, *amibas* y *flagelados*, algunos de los cuales también se encontraron en el presente estudio. Este autor encontró otros géneros que no se presentaron en este estudio.

Augustin (1992) reporta géneros tales como *Euplotes*,

Vorticella, *Litonotus*, *Tetrahymena* *Aspidisca*, *Spirostomum* mismos que coinciden con los encontrados en las muestras analizadas, en ambos estudios entre los géneros más abundantes se encuentran *Vorticella* y *Epistylis*.

Podemos decir que los protozoarios encontrados concuerdan ampliamente con los reportados por la literatura (Drakides, 1980; Madoni, 1981; Segovia, 1989)

En cuanto a los detergentes en el Departamento de Biotecnología y Bioingeniería del Instituto Politécnico Nacional determinaron que en México no existen detergentes biodegradables, en el presente estudio se encontró que en forma parcial si existe uno (por lo menos) como es el caso del detergente número 3, aunque cabe mencionar que efectivamente en la actualidad los detergentes más ampliamente utilizados son los biológicos.

Al igual que Espinosa obtuvimos que se presenta mayor mortalidad en los microorganismos cuando mayor es la dosis (50 ppm en su caso y 40 ppm en el nuestro) con lo cual reiteramos que no es sólo la presencia del detergente el que causa la polución, sino la cantidad de éste. A mayor concentración mayor ecotoxicidad.

Disminuyendo también la capacidad de degradar la materia orgánica.

En el análisis de varianza y en la comparación de medias por el método de Tukey una F significativa implica que los tratamientos no pertenecen a poblaciones con una media común, sin embargo, no indica cuales diferencias se pueden considerar estadísticamente significantes. En el presente estudio se encontraron diferencias significativas para algunas variantes en algunos protozoarios, mientras que otros tratamientos (variantes) se comportaron como si pertenecieran a poblaciones con una media común (sin diferencia significativa).

Cabe aclarar que el efecto posiblemente se observó más en *Aspidisca costata*, *Euplotes eurystomus* y *Epistylis plicatilis* debido a que estos eran también más abundantes.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES

CAPITULO VI**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

Es muy importante conocer la fauna presente en los lodos activados de una planta de tratamiento biológico, pues son la base para la depuración del agua residual, y debido a esto de ellos depende en gran medida la calidad del efluente, tanto de su diversidad como de su abundancia, siempre guardando un cierto equilibrio en la estructura trófica para no rompa ningún eslabón.

Si algún contaminante, como por ejemplo los detergentes, altera la cadena alimenticia causando la muerte de determinadas especies de organismos ya sean presas o predadores, proliferarían probablemente especies no deseadas lo cual causaría muchos perjuicios para nuestro efluente el cual puede contaminarse

biológicamente además de que la eficiencia en el tratamiento disminuiría considerablemente.

En este estudio se encontró que el detergente 1, el cual es biológico, causa mayor mortalidad en los protozoarios, originando así un tratamiento de aguas menos eficiente, dando como resultado una calidad de agua no tan buena, estableciéndose una clara diferencia con los detergentes 2 y 3, los cuales si son biodegradables (parcialmente), ya que no causan tanta muerte en los protozoarios, y por ende se obtiene una mejor calidad de agua.

Los cambios en cuanto a número y variedad de las especies encontradas en las muestras se puede deber a diversos factores tales como el clima, los tipos de descargas si traen o no un tóxico, la concentración de materia orgánica, etc., aunque se procuró muestrear en días de lluvia para evitar que los organismos disminuyeran su número por falta de alimento.

Observamos también, que existen protozoarios que son más suceptibles que otros, tales como *Aspidisca costata*, *Euplotes eurystomus*, *Epistylis plicatilis* y *Amiba*, ubicándose los tres primeros entre los organismos más abundantemente encontrados, lo

cual nos hace pensar que altas concentraciones de detergente sintético podría afectarnos en la abundancia de éstos y disminuir la calidad del agua tratada.

Mientras que entre los organismos más resistentes encontramos *Euplotes patella*, *Trachelophyllum sp.*, *Acineta limnetis* y *Halteria sp.*, éste último es el menos abundante de todos los protozoarios presentes en la planta de tratamiento.

Podemos observar que la muerte de los protozoarios no fue debido a la falta de alimento, como lo de muestra la baja mortalidad del testigo.

El hecho de que en las repeticiones no se presentaran diferencias significativas indica que las muestras se trabajaron en condiciones similares, es decir, no se vieron afectadas por agentes externos.

No existe mucha diferencia entre los tiempos, para la mayoría de los protozoarios en ninguno de los tres detergentes a prueba, pero si se observó que la mayor mortalidad se presenta en el tiempo 2 (48 horas).

La mayoría de los protozoarios se ven afectados (principalmente en el detergente 1) por las dosis de detergente añadido, es decir, a mayor concentración de detergente mayor toxicidad sobre los protozoarios, de tal manera que la dosis 3 es más tóxica que la 2, mientras que en el testigo la mortalidad siempre fue la menor.

Los hábitos alimenticios en los protozoarios son muy variados pues comen diatomeas, algas, detritus e incluso otros protozoarios, pero en su gran mayoría se alimentan de bacterias siendo éstas últimas las verdaderas encargadas de la degradación de la materia orgánica.

En cuanto a sus formas de vida la mayoría de los protozoarios encontrados viven en forma individual y se desplazan nadando libremente.

Es necesario aumentar la calidad de los efluentes para una mayor optimización en el tratamiento y para esto ,una de las posibles soluciones sería disminuir las dosis de detergentes al lavar, pues aún utilizando concentraciones menores a las marcadas en los productos se obtienen resultados similares.

En base a los resultados nos dimos cuenta que los protozoarios se ven afectados por la toxicidad que presentan los detergentes, ya que grandes concentraciones de este pueden afectar a los microorganismos disminuyendo su capacidad para la degradación, misma que pudiera llevarse a cabo en presencia de concentraciones más bajas de detergentes.

Otra solución sería sustituir los detergentes por jabones de barra, que además son más baratos, concientizar a los consumidores en general de las ventajas de disminuir la cantidad de detergente a usar, y presionar a las autoridades para que se elaboren detergentes verdaderamente biodegradables, aspecto en el cual ya están tomando conciencia. Sin embargo, todo esto no ha sido posible debido al desarrollo tecnológico y a las costumbres que nos han impuesto, que siempre hemos creído que la espuma es proporcional a la limpieza.

Lo mejor, por ahora, es utilizar los polvos comunes, pero disminuir hasta en un 50 por ciento la cantidad que se usa por lavada. Aunque parezca imposible, los resultados son los mismos. Incluso el INCO (Instituto Nacional del Consumidor) ha concluido en algunas investigaciones que para obtener buenos resultados en la

la limpieza de ropa, el tallado es fundamental, y no tanto la cantidad de detergente añadida.

Los detergentes conocidos como muy poderosos tienen un alto contenido de fosfatos y lo único que hacen es producir espuma, porque en general todos los polvos para lavar tienen la misma formulación; únicamente varían en algunos elementos como los "agentes especiales", agentes "óptimos", o perfumes. Esta variación es mínima, por lo cual es preferible evitar este tipo de productos.

Los detergentes son parcialmente degradados en las plantas de tratamiento, por lo tanto una parte considerable de los mismos son descargados en los cuerpos naturales de agua, causando un efecto negativo en la vida presente en ellos, pudiendo llegar a afectarlos irreversiblemente.

CAPITULO VII

LITERATURA CONSULTADA

CAPITULO VII

LITERATURA CONSULTADA.

-Apuntes de Zoología. 1988. Facultad de biología. Universidad Veracruzana. Tuxpan, Ver.

-BARNES, R.D. 1985. Zoología de los invertebrados. Cuarta edición. Editorial Interamericana. México, D.F. pp 13 - 77.

-BELTRAN, E.; M. Ruíz- Oronoz; J. R. Alcaraz e I. Larios Rodríguez. 1969. Biología Contemporánea. 1a. edición. ECLALSA. México, D.F. pp 40-94, 143-145, 261.

-BICK, H. 1972. Ciliated Protozoa. An illustrated guide to the species used as biological indicators in freshwater biology. World Health Organization. Switzerland. PP 195.

-BRESCIA, Frank; S. Mehloman; F. C. Pellegrini y S. Stambler. 1977. Química. Interamericana. México, D.F. pp 355 - 497.

-CAIRNS, J.; T. Beamer; S. Churchill y J. Ruthven. 1971. Response of preotozoans to detergent-enzymes. Hydrobiologia. Volúmen 38 (2). pp 192-205.

-CANTU, J. 1994. Auditoría Técnica en la Planta de Tratamiento de aguas residuales de Agua Industrial de Monterrey, S. de U. (AIMSU). Tesis. U.A.N.L., Facultad de Ingeniería Civil. Monterrey, N.L. Cap. 1,3 y 4.

-CAMACHO - Granados, L. y M. Chinchilla. 1989. Ciliados epibiontes en *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) cultivados en Limón, Costa Rica. Revista de Biología Tropical, 37 (1). pp 105 - 106.

-CAMACHO - Granados, L. y M. Chinchilla. 1989. C l a v e taxonómica de ciliados epibiontes de Decapoda (Natantia). Rev.Biol.Trop. 37 (1) pp 15 - 22.

-CAMACHO - Granados, L. y M. Chinchilla. 1990. Distribución de

ciliados epibiontes en *Macrobrachium rosenbergii*. Revista Biología Tropical, 38 (1). pp 1- 5.

-CARRICK, H. J.; G. L. Fahnenstiel; E. F. Stoermer y R. G. Wetzel. 1991. The importance of zooplankton - protozoan trophic couplings in Lake Michigan. American Society of Limnology and Oceanography, Inc. Limnology and Oceanography Volumen 36. No. 7. pp 1335 - 1345.

-CHENEVAL, Jean - Pierre. 1993. La Toxicidad de los detergentes. Mundo Científico. La Recherche. Volumen 13. No. 133. Barcelona, España. pp 216 -223.

-CHUN - Chung, J. y P. F. Strom. 1991. Microbiological study of ten New Jersey rotating biological contactor wastewater treatment plants. Research Journal Water Pollution Control Federation. Vol. 63. No. 1. Board of editorial review-editors. pp 35 - 43.

-CHUNG, Y.C.; J. B. Neethling. 1989. Microbial activity measurements for anaerobic sludge digestion. Journal Water Pollution Control Federation 61 (3) pp 343.

-DAVALOS, Guillermo F. 1967. El problema de los detergentes sintéticos en el agua. Monterrey, N.L.

-DE LA GARZA - Anaya, G. M. 1967. Degradación microbiana de alquil - bencen sulfonato (Detergente de uso doméstico). Tesis. Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad nacional Autónoma de Nuevo León. Monterrey, N.L. pp 1-3.

-DEWEY - Saavedra, I. 1955. Estudio comparativo de los diferentes detergentes en su aplicación a diferentes fibras textiles (vegetales, animales y sintéticas). Tesis. Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Nacional Autónoma de Nuevo León. Monterrey, N.L. pp 1 - 18.

-DIARIO OFICIAL. 1994. Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-074 -ECOL- 1994, que establece el método de prueba de toxicidad aguda con *Daphnia magna* Straus (Crustacea - Cladocera).

-DRAKIDES, Ch. 1980. La microfaune des boues activees. Etude d'une methode d'observation et application au suivi d'un pilote en phase de demarrage. Water research. Vol. 14. pp. 1199 - 1207.

-ESCOBAR, Emilio. 1976. Digestión anaeróbica y disposición de lodos (CURSO). Monterrey, N.L.

-ESPINOSA - Valdelamar, R. M. 1984. Algunos aspectos de la biología de los lodos activados y su relación con la degradación de detergentes. Tesis. U.N.A.M., Facultad de Biología. México, D.F. PP 79.

-FAIR, G. M.; J. Ch. Geyer; D. A. Okun. 1979. Ingeniería Sanitaria y de aguas residuales, Volumen 2. Purificación de aguas y tratamiento y remoción de aguas residuales. Limusa. México, D.F. pp 66-68, 446, 539.

-FALCON, C. 1990. Manual de tratamiento de aguas negras. Limusa. México, D. F. pp 21, 83-84, 296 - 297.

-FENCHEL, T. 1987. Ecology of protozoa. The biology of free-living phagotrophic protists. Brock/Springer Series in Contemporary Bioscience. 1a. edición. Wisconsin. pp 72 -79.

-GALAVIZ - Silva, L. y F. Jiménez - Guzmán. 1990. Dos especies nuevas de *Zelleriella* (Opalinida; Opalinidae), endocomensales de

Leptodeira septentrionalis (Reptilia: Colubridae) en Nuevo León, México. Revista Biología Tropical. Volumen 38. No. 1. pp 63 - 70.

-GARCIA-Macías, M. S. 1990. El lado oscuro de los detergentes. Revista del Consumidor. Publicación del Instituto Nacional del Consumidor. No. 164. pp 17 -19.

-HAMMER, M. J. 1986. Water and wastewater Technology. 2a. edición. Prentice - Hall. Estados Unidos de Norteamérica. pp 60 -61

-HOLST, I. y M. Chinchilla. 1990. Development and distribution of cysts of an avirulent strain of *Toxoplasma* and the humoral immune response in mice. Revista Biología Tropical. Volumen 38. No. 2A. pp 189 - 193.

-JAHN, T. L.; E. C. Bovee y F. F. Jahn. 1980. How to Know the Protozoa. 2a. edición. The Pictured key Nature Series., W. M. C., Brown Company Publishers. United States of America.

-JIMENEZ G., Concepción. 1994. Sistemas biológicos: Una alternativa para la remoción de detergentes en el agua. ITESM. Calidad Ambiental Volumen 2. No. 1. Monterrey, N. L. pp 10 - 14.

-KENNEDY, J. B. y A. M. Neville. 1982. Estadística para ciencias e Ingeniería. 2a. edición. Editorial Harla. México, D.F. pp 389 - 398.

-KUDO, Richard R. 1985. Protozoología. Editorial Continental. 8a. impresión. México, D.F.

-LEE, J. J.; A. T. Soldo. 1992. Protocols in Protozoology. Published by The Society of Protozoologists. Estados Unidos de Norteamérica.

-MACQUITTY, Miranda. 1989. Dumping sewage sludge at sea. Report for Greenpeace UK. INTERNET.

-MADONI, P. 1981. I protozoi ciliati degli impianti biologici di depurazione. Consiglio Nazionale delle ricerche, Roma. P. 134.

-MALINA, Joseph. 1976. Anaerobic digestion and sludge disposal (CURSO). Monterrey, N.L.

-MARGALEF, Ramón. 1980. Ecología. Omega. Barcelona, España.

-MARTINEZ - Murillo, M. E. y M. A. Aladro - Lubel. 1994. Ciliados asociados al pasto marino *Halodule beaudettei* en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México. Anales del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México. Serie zoológica Vol. 65 (1). pp 11-18.

-MARTINEZ - Rodríguez, Hérminia Guadalupe. 1973. Estudio cualitativo y variación del contenido microbiano durante el proceso de tratamiento de aguas de desecho (lodos activados). Tesis Profesional. U.A.N.L., Facultad de Biología. Monterrey, N.L. pp 7 - 18

-METCALF y Eddy. 1977. Tratamiento y depuración de las aguas residuales. Estados Unidos.

-MITCHELL, Ralph. 1972. Water Pollution Microbiology. Wiley and Sons, Inc. United States of America. pp 245 -264.

-NOMDEDEU, O.V. y E. López-Ochotorena. 1988. Protozoarios ciliados de México. XXXII. Estudio ecológico de algunas especies para estimar el grado de contaminación del Río Magdalena, México, D.F. Anales Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad

Nacional Autónoma de México. Volumen 15 (1). pp 229 - 236.

-PACE, M. L. y J. D. Orcutt, Jr. 1981. The relative importance of protozoans, rotifers, and crustaceans in a freshwater zooplankton community. Limnology and Oceanography Volumen 26. No. 5. pp 822 -830.

-PELCZAR, M.J. y R.D. Reid. 1979. Microbiología. McGraw-Hill. México, D.F. pp 260 -269.

-Pruebas de calidad. 1991. Revista del Consumidor. Pruebas de Calidad. Publicación del Instituto Nacional del Consumidor. No. 177.

-ROTHMIN, H. 1980. La Barbarie Ecológica. Ed. Fontana. pp 172 - 189.

-SANDERS, R. W.; D. A. Leeper; C. H. King y K. G. Porter. 1994. Grazing by rotifers and crustacean zooplankton on nanoplanktonic protists. Kluwer Academy Publishers. Hydrobiologia 288. Belgium. pp 167 -181.

-SAWYER, C.; P. McCarty. 1978. Chemistry for environmental engineering. McGraw Hill. USA.

-SAWYER, W.W. 1964. Vanishing Detergents. Scientific American. Volumen 211, No. 3. New York. pp 84 -86.

-SCOTT, H.; R. Mirenda. 1991. Acute toxicity of wastewater treatment polymers to *Daphnia pulex* and the fathead minnow (*Pimephales promelas*) and the effects of humic acid on polymer toxicity. Journal of the Water Pollution Control Federation. Sep.-Oct.

-SEGOVIA - Reyes, H. 1989. Correlación entre los protozoarios de la clase ciliata y algunos parámetros fisicoquímicos: pH, Oxígeno disuelto (OD), temperatura (T), sedimentación (S), y sólidos suspendidos totales (SST), en el licor mezclado de la planta de tratamiento de aguas negras "SWan Rafael", de Petroleos Mexicanos, con sistema de lodos activados en Ciudad Guadalupe, N. L., México. Tesis. Facultad de Ciencias Biológicas. U.A.N.L.

-SENEZ, J. C. 1976. Microbiología General. Alhambra. 1a. edición. España.

-SHERMAN, I.W. y V. G. Sherman. 1970. The invertebrates: Function and form. The Macmillan Company. U.S.A. pp 1 - 34

-STEEL, R. G.; J. H. Torrie. 1985. Bioestadística. Principios y Procedimientos. 2a. edición. McGraw-Hill. Colombia. pp 134, 495-499, 568-572.

-TURK, A.; J. Turk; J. Wittes. 1973. Ecología - Contaminación - Medio ambiente. Ed. Interamericana. México, D.F.

-TURK, A.; J. Turk; J. Wittes; R. Wittes. 1981. Tratado de ecología. Interamericana. México, D.F.

-WALLACH, Hans. 1959. Energetic Detergents. Scientific American. Volumen 201, No.1. Nueva York. pp 71

-WARD, H. B.; G. Ch. Whipple. 1959. Fresh Water - Biology. 2a. edición. Wiley and Sons, Inc. United States of America.

-WAYNE, W. D. 1989. Bioestadística. 3a. edición. Editorial LIMUSA. México, D. F. pp 285 -322.

-Waste Water Plant Operators Manual. 1972. 2a. reimpression.
Washington, United States of America.

-Water Pollution Control Federation. 1987. Activated Sludge.
Manual of Practice No. OM-9. Operations and Maintenance
Subcommittee. Alexandria, Virginia.

ANEXOS

ANEXO 1.

ANALISIS DE VARIANZA

ANALISIS GLOBAL DE LOS TRES DETERGENTES.

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFEECTO PRINC.	256486.8	7	36641.0	12.89	2.20	0.0000
DETERGENTE	370000.4	2	18500.2	6.51	3.18	0.0032
TIEMPO	11180.2	1	11180.2	3.93	4.03	0.0533
DOSIS	208291.4	2	104145.7	36.64	3.18	0.0000
REPETICION	14.8	2	7.4	0.00	3.18	0.9974
RESIDUAL	130754.0	46	2842.5			

ABREVIATURAS : FUENTE VARIAC. : FUENTES DE VARIACION
 EFECTO PRINC. : EFECTO PRINCIPAL
 SC : SUMA DE CUADRADOS
 GL : GRADOS DE LIBERTAD
 MC : MEDIA DE LOS CUADRADOS
 Fc : F CALCULADA
 Ft : F TABLAS
 NS : NIVEL DE SIGNIFICANCIA

Efectos de Algunos Detergentes sobre los Protozoarios
 presentes en los Lodos Activados de una
 Planta de Tratamiento.

ANEXO 1B

COMPARACION DE MEDIAS POR TUKEY (95%)

PARA EL FACTOR DETERGENTE

NIVEL	CANTIDAD	RESULTADO	GRUPOS HOMOGENEOS
1	18	165.06	*
2	18	214.83	*
3	18	224.94	*

ANEXO 1C

PARA EL FACTOR REPETICION

NIVEL	CANTIDAD	RESULTADO	GRUPOS HOMOGENEOS
1	18	202.33	*
2	18	201.11	*
3	18	201.34	*

ANEXO 1D

PARA EL FACTOR DOSIS

NIVEL	CANTIDAD	RESULTADO	GRUPOS HOMOGENEOS
1	18	289.33	*
2	18	161.56	*
3	18	153.94	*

PARA EL FACTOR TIEMPO SE ENCONTRO QUE ERAN IGUALES LOS DOS TIEMPOS, ES DECIR, NO PRESENTAN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS.

Efectos de Algunos Detergentes sobre los Protozoarios presentes en los Lodos Activados de una Planta de Tratamiento.

ANEXO 2A.

ANALISIS DE VARIANZA

Aspidisca costata.

DETERGENTE No. 1

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFFECTO PRINC.	191507.2	5	38301.4	87.36	3.11	0.0000
TIEMPO	480.5	1	480.5	1.10	4.75	0.3158
DOSIS	191016.3	2	95508.2	217.83	3.89	0.0000
REPETICION	10.3	2	5.2	0.01	3.89	0.9883
RESIDUAL	5261.3	12	438.4			

DETERGENTE No. 2

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFFECTO PRINC.	224.2	5	44.8	4.35	3.11	0.0172
TIEMPO	117.6	1	117.6	11.40	4.75	0.0055
DOSIS	64.3	2	32.2	3.12	3.89	0.0812
REPETICION	42.3	2	21.2	2.05	3.89	0.1712
RESIDUAL	123.8	12	10.3			

DETERGENTE No. 3

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFFECTO PRINC.	9183.9	5	1836.8	11.40	3.11	0.0003
TIEMPO	1250.0	1	1250.0	7.76	4.75	0.0165
DOSIS	7909.8	2	3954.9	24.54	3.89	0.0001
REPETICION	24.1	2	12.1	0.08	3.89	0.9284
RESIDUAL	1933.9	12	161.2			

ABREVIATURAS : FUENTE VARIAC. : FUENTES DE VARIACION
 EFECTO PRINC. : EFECTO PRINCIPAL
 SC : SUMA DE CUADRADOS
 GL : GRADOS DE LIBERTAD
 MC : MEDIA DE LOS CUADRADOS
 Fc : F CALCULADA
 Ft : F TABLAS
 NS : NIVEL DE SIGNIFICANCIA

Efectos de Algunos Detergentes sobre los Protozoarios
 presentes en los Lodos Activados de una
 Planta de Tratamiento.

ANEXO 2B

COMPARACION DE MEDIAS POR TUKEY (95%)

PARA EL FACTOR REPETICION

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.	RES - 3	G.H.
1	6	136.00	*	14.17	*	68.17	*
2	6	134.17	*	10.83	*	69.50	*
3	6	135.33	*	11.00	*	66.67	*

ANEXO 2C

PARA EL FACTOR TIEMPO

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.	RES - 3	G.H.
1	9	130.00	*	14.56	*	76.44	*
2	9	140.33	*	9.44	*	59.78	*

ANEXO 2D

PARA EL FACTOR DOSIS

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.	RES - 3	G.H.
1	6	265.67	*	13.17	*	97.67	*
2	6	126.00	*	9.33	*	51.33	*
3	6	13.83	*	13.50	*	55.33	*

ABREVIATURAS :

N : NIVEL
 C : CANTIDAD
 RES - 1 : RESULTADO DETERGENTE 1
 RES - 2 : RESULTADO DETERGENTE 2
 RES - 3 : RESULTADO DETERGENTE 3
 G.H. : GRUPOS HOMOGENEOS

Efectos de Algunos Detergentes sobre los Protozoarios
 presentes en los Lodos Activados de una
 Planta de Tratamiento.

ANEXO 3A

ANALISIS DE VARIANZA

Euplotes eurystomus.

DETERGENTE No. 1

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFEECTO PRINC.	1754.8	5	350.9	6.08	3.11	0.0050
TIEMPO	373.6	1	373.6	6.47	4.75	0.0558
DOSIS	1365.8	2	682.9	11.83	3.89	0.0015
REPETICION	15.4	2	7.7	0.13	3.89	0.8761
RESIDUAL	693.0	12	57.8			

DETERGENTE No. 2

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFEECTO PRINC.	25.9	5	5.2	1.68	3.11	0.2131
TIEMPO	16.1	1	16.1	5.21	4.75	0.0515
DOSIS	3.1	2	1.6	0.51	3.89	0.6161
REPETICION	6.8	2	3.4	1.10	3.89	0.3645
RESIDUAL	37.0	12	3.1			

DETERGENTE No. 3

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFEECTO PRINC.	166.4	5	33.3	3.63	3.11	0.0312
TIEMPO	37.6	1	37.6	4.10	4.75	0.0658
DOSIS	106.8	2	53.4	5.82	3.89	0.0171
REPETICION	22.1	2	11.1	1.21	3.89	0.3332
RESIDUAL	110.0	12	9.2			

ABREVIATURAS : FUENTE VARIAC. : FUENTES DE VARIACION
 EFECTO PRINC. : EFECTO PRINCIPAL
 SC : SUMA DE CUADRADOS
 GL : GRADOS DE LIBERTAD
 MC : MEDIA DE LOS CUADRADOS
 Fc : F CALCULADA
 Ft : F TABLAS
 NS : NIVEL DE SIGNIFICANCIA

Efectos de Algunos Detergentes sobre los Protozoarios
 presentes en los Lodos Activados de una
 Planta de Tratamiento.

COMPARACION DE MEDIAS POR TUKEY (95%)

3B PARA EL FACTOR REPETICION

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.	RES - 3	G.H.
1	6	24.17	*	4.83	*	7.17	*
2	6	22.00	*	3.33	*	7.50	*
3	6	22.50	*	4.00	*	5.00	*

3C PARA EL FACTOR TIEMPO

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.	RES - 3	G.H.
1	9	27.44	*	5.00	*	8.00	*
2	9	18.33	*	3.11	*	5.11	*

3D PARA EL FACTOR DOSIS

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.	RES - 3	G.H.
1	6	33.67	*	4.17	*	9.83	*
2	6	22.67	**	3.50	*	5.83	**
3	6	12.33	*	4.50	*	4.00	*

ABREVIATURAS : N : NIVEL
 C : CANTIDAD
 RES - 1 : RESULTADO DETERGENTE 1
 RES - 2 : RESULTADO DETERGENTE 2
 RES - 3 : RESULTADO DETERGENTE 3
 G.H. : GRUPOS HOMOGENEOS

Efectos de Algunos Detergentes sobre los Protozoarios
 presentes en los Lodos Activados de una
 Planta de Tratamiento.

ANEXO 4A

ANALISIS DE VARIANZA

Euplotes patella.

DETERGENTE No. 1

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFEECTO PRINC.	10.9	5	2.2	3.58	3.11	0.0326
TIEMPO	0.1	1	0.1	0.09	4.75	0.7713
DOSIS	10.1	2	5.1	8.27	3.89	0.0055
REPETICION	0.8	2	0.4	0.64	3.89	0.5462
RESIDUAL	7.3	12	0.6			

DETERGENTE No. 2

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFEECTO PRINC.	1.6	5	0.3	0.84	3.11	0.5464
TIEMPO	0.2	1	0.2	0.60	4.75	0.4617
DOSIS	1.0	2	0.5	1.35	3.89	0.2959
REPETICION	0.3	2	0.2	0.45	3.89	0.6480
RESIDUAL	4.4	12	0.4			

DETERGENTE No. 3

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFEECTO PRINC.	27.1	5	5.4	1.71	3.11	0.2059
TIEMPO	4.5	1	4.5	1.42	4.75	0.2556
DOSIS	21.8	2	10.9	3.45	3.89	0.0656
REPETICION	0.8	2	0.4	0.12	3.89	0.8852
RESIDUAL	37.9	12	3.2			

ABREVIATURAS : FUENTE VARIAC. : FUENTES DE VARIACION
 EFECTO PRINC. : EFECTO PRINCIPAL
 SC : SUMA DE CUADRADOS
 GL : GRADOS DE LIBERTAD
 MC : MEDIA DE LOS CUADRADOS
 Fc : F CALCULADA
 Ft : F TABLAS
 NS : NIVEL DE SIGNIFICANCIA

Efectos de Algunos Detergentes sobre los Protozoarios
 presentes en los Lodos Activados de una
 Planta de Tratamiento.

COMPARACION DE MEDIAS POR TUKEY (95%)

4B PARA EL FACTOR REPETICION

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.	RES - 3	G.H.
1	6	0.83	*	0.17	*	4.00	*
2	6	0.33	*	0.50	*	4.33	*
3	6	0.67	*	0.33	*	3.83	*

4C PARA EL FACTOR TIEMPO

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.	RES - 3	G.H.
1	9	0.56	*	0.44	*	4.56	*
2	9	0.67	*	0.22	*	3.56	*

4D PARA EL FACTOR DOSIS

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.	RES - 3	G.H.
1	6	1.67	*	0.50	*	5.50	*
2	6	0.17	*	0.50	*	2.83	*
3	6	0.00	*	0.00	*	3.83	*

ABREVIATURAS :
 N : NIVEL
 C : CANTIDAD
 RES - 1 : RESULTADO DETERGENTE 1
 RES - 2 : RESULTADO DETERGENTE 2
 RES - 3 : RESULTADO DETERGENTE 3
 G.H. : GRUPOS HOMOGENEOS

Efectos de Algunos Detergentes sobre los Protozoarios
 presentes en los Lodos Activados de una
 Planta de Tratamiento.

ANEXO 5A

ANALISIS DE VARIANZA

Chilodonella cucullulus.

DETERGENTE No. 1

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFECTO PRINC.	258.8	5	51.8	8.28	3.11	0.0014
TIEMPO	14.2	1	14.2	2.28	4.75	0.1573
DOSIS	232.4	2	116.2	18.60	3.89	0.0002
REPETICION	12.1	2	6.1	0.97	3.89	0.4073
RESIDUAL	75.0	12	6.3			

DETERGENTE No. 2

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFECTO PRINC.	415.6	5	83.1	4.49	3.11	0.0154
TIEMPO	0.0	1	0.0	0.00	4.75	1.0000
DOSIS	366.8	2	183.4	9.90	3.89	0.0029
REPETICION	48.8	2	24.4	1.32	3.89	0.3040
RESIDUAL	222.2	12	18.5			

DETERGENTE No. 3

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFECTO PRINC.	79.4	5	15.9	0.42	3.11	0.8270
TIEMPO	2.7	1	2.7	0.07	4.75	0.7961
DOSIS	44.3	2	22.2	0.58	3.89	0.5725
REPETICION	32.3	2	16.2	0.43	3.89	0.6625
RESIDUAL	455.1	12	37.9			

ABREVIATURAS : FUENTE VARIAC. : FUENTES DE VARIACION
 EFECTO PRINC. : EFECTO PRINCIPAL
 SC : SUMA DE CUADRADOS
 GL : GRADOS DE LIBERTAD
 MC : MEDIA DE LOS CUADRADOS
 Fc : F CALCULADA
 Ft : F TABLAS
 NS : NIVEL DE SIGNIFICANCIA

Efectos de Algunos Detergentes sobre los Protozoarios
 presentes en los Lodos Activados de una
 Planta de Tratamiento.

COMPARACION DE MEDIAS POR TUKEY (95%)

5B PARA EL FACTOR REPETICION

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.	RES - 3	G.H.
1	6	11.83	*	19.17	*	12.17	*
2	6	9.83	*	16.17	*	13.00	*
3	6	11.00	*	15.33	*	15.33	*

5C PARA EL FACTOR TIEMPO

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.	RES - 3	G.H.
1	9	11.78	*	16.89	*	13.89	*
2	9	10.00	*	16.89	*	13.11	*

5D PARA EL FACTOR DOSIS

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.	RES - 3	G.H.
1	6	15.67	*	21.67	*	15.67	*
2	6	10.00	*	10.83	*	12.00	*
3	6	7.00	*	18.17	**	12.83	*

ABREVIATURAS :
 N : NIVEL
 C : CANTIDAD
 RES - 1 : RESULTADO DETERGENTE 1
 RES - 2 : RESULTADO DETERGENTE 2
 RES - 3 : RESULTADO DETERGENTE 3
 G.H. : GRUPOS HOMOGENEOS

Efectos de Algunos Detergentes sobre los Protozoarios
 presentes en los Lodos Activados de una
 Planta de Tratamiento.

ANEXO 6A

ANALISIS DE VARIANZA

Tetrahymena pyriformis.

DETERGENTE No. 1

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFFECTO PRINC.	2.9	5	0.6	1.36	3.11	0.3068
TIEMPO	0.2	1	0.2	0.52	4.75	0.4915
DOSIS	2.3	2	1.2	2.74	3.89	0.1047
REPETICION	0.3	2	0.2	0.39	3.89	0.6845
RESIDUAL	5.1	12	0.4			

DETERGENTE No. 2

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFFECTO PRINC.	7.9	5	1.6	1.17	3.11	0.3798
TIEMPO	0.1	1	0.1	0.04	4.75	0.8454
DOSIS	7.4	2	3.7	2.74	3.89	0.1051
REPETICION	0.4	2	0.2	0.16	3.89	0.8512
RESIDUAL	16.3	12	1.4			

DETERGENTE No. 3

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFFECTO PRINC.	157.8	5	31.6	8.35	3.11	0.0013
TIEMPO	22.2	1	22.2	5.88	4.75	0.0520
DOSIS	123.1	2	61.6	16.29	3.89	0.0004
REPETICION	12.4	2	6.2	1.65	3.89	0.2333
RESIDUAL	45.3	12	3.8			

ABREVIATURAS : FUENTE VARIAC. : FUENTES DE VARIACION
 EFECTO PRINC. : EFECTO PRINCIPAL
 SC : SUMA DE CUADRADOS
 GL : GRADOS DE LIBERTAD
 MC : MEDIA DE LOS CUADRADOS
 Fc : F CALCULADA
 Ft : F TABLAS
 NS : NIVEL DE SIGNIFICANCIA

Efectos de Algunos Detergentes sobre los Protozoarios
 presentes en los Lodos Activados de una
 Planta de Tratamiento.

COMPARACION DE MEDIAS POR TUKEY (95%)

6B PARA EL FACTOR REPETICION

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.	RES - 3	G.H.
1	6	0.50	*	1.17	*	7.00	*
2	6	0.17	*	1.50	*	6.33	*
3	6	0.33	*	1.50	*	8.33	*

6C PARA EL FACTOR TIEMPO

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.	RES - 3	G.H.
1	9	0.44	*	1.44	*	8.33	*
2	9	0.22	*	1.33	*	6.11	*

6D PARA EL FACTOR DOSIS

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.	RES - 3	G.H.
1	6	0.83	*	2.00	*	10.67	*
2	6	0.17	*	0.50	*	6.67	*
3	6	0.00	*	1.67	*	4.33	*

ABREVIATURAS :
 N : NIVEL
 C : CANTIDAD
 RES - 1 : RESULTADO DETERGENTE 1
 RES - 2 : RESULTADO DETERGENTE 2
 RES - 3 : RESULTADO DETERGENTE 3
 G.H. : GRUPOS HOMOGENEOS

Efectos de Algunos Detergentes sobre los Protozoarios
 presentes en los Lodos Activados de una
 Planta de Tratamiento.

ANEXO 7A

ANALISIS DE VARIANZA

Litonotus sp.

DETERGENTE No. 1

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFFECTO PRINC.	46.6	5	9.3	8.31	3.11	0.0013
TIEMPO	44.3	1	22.2	19.79	4.75	0.3999
DOSIS	0.9	2	0.9	0.79	3.89	0.0002
REPETICION	1.3	2	0.7	0.59	3.89	0.5670
RESIDUAL	13.4	12	1.1			

DETERGENTE No. 2

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFFECTO PRINC.	2687.8	5	537.6	21.89	3.11	0.0000
TIEMPO	1317.6	1	1317.6	53.66	4.75	0.0000
DOSIS	1325.4	2	662.7	26.99	3.89	0.0000
REPETICION	44.8	2	22.4	0.91	3.89	0.4279
RESIDUAL	294.7	12	24.6			

DETERGENTE No. 3

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFFECTO PRINC.	9.9	5	2.0	0.84	3.11	0.5439
TIEMPO	0.2	1	0.2	0.09	4.75	0.7666
DOSIS	5.3	2	2.7	1.14	3.89	0.3526
REPETICION	4.3	2	2.2	0.92	3.89	0.4231
RESIDUAL	28.1	12	2.3			

ABREVIATURAS : FUENTE VARIAC. : FUENTES DE VARIACION
 EFECTO PRINC. : EFECTO PRINCIPAL
 SC : SUMA DE CUADRADOS
 GL : GRADOS DE LIBERTAD
 MC : MEDIA DE LOS CUADRADOS
 Fc : F CALCULADA
 Ft : F TABLAS
 NS : NIVEL DE SIGNIFICANCIA

Efectos de Algunos Detergentes sobre los Protozoarios
 presentes en los Lodos Activados de una
 Planta de Tratamiento.

COMPARACION DE MEDIAS POR TUKEY (95%)

7B PARA EL FACTOR REPETICION

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.	RES - 3	G.H.
1	6	3.00	*	50.33	*	3.50	*
2	6	2.67	*	53.50	*	4.33	*
3	6	2.33	*	53.83	*	3.17	*

7C PARA EL FACTOR TIEMPO

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.	RES - 3	G.H.
1	9	2.44	*	61.11	*	3.56	*
2	9	2.89	*	44.00	*	3.78	*

7D PARA EL FACTOR DOSIS

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.	RES - 3	G.H.
1	6	4.67	*	54.17	*	4.33	*
2	6	2.50	*	41.33	*	3.67	*
3	6	0.83	*	62.17	*	3.00	*

ABREVIATURAS : N : NIVEL
 C : CANTIDAD
 RES - 1 : RESULTADO DETERGENTE 1
 RES - 2 : RESULTADO DETERGENTE 2
 RES - 3 : RESULTADO DETERGENTE 3
 G.H. : GRUPOS HOMOGENEOS

Efectos de Algunos Detergentes sobre los Protozoarios
 presentes en los Lodos Activados de una
 Planta de Tratamiento.

ANEXO 8A

ANALISIS DE VARIANZA

Spirostomum sp.

DETERGENTE No. 1

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFEECTO PRINC.	61.8	5	12.4	13.08	3.11	0.0002
TIEMPO	0.2	1	0.2	0.24	4.75	0.6414
DOSIS	60.1	2	30.1	31.82	3.89	0.0000
REPETICION	1.4	2	0.7	0.77	3.89	0.4869
RESIDUAL	11.3	12	0.9			

DETERGENTE No. 2

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFEECTO PRINC.	11.6	5	2.3	3.28	3.11	0.0424
TIEMPO	0.2	1	0.2	0.32	4.75	0.5904
DOSIS	9.0	2	4.5	6.39	3.89	0.0129
REPETICION	2.3	2	1.2	1.66	3.89	0.2313
RESIDUAL	8.4	12	0.7			

DETERGENTE No. 3

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFEECTO PRINC.	2.3	5	0.5	1.64	3.11	0.2234
TIEMPO	0.1	1	0.1	0.20	4.75	0.6674
DOSIS	0.8	2	0.4	1.40	3.89	0.2841
REPETICION	1.4	2	0.7	2.60	3.89	0.1153
RESIDUAL	3.3	12	0.3			

ABREVIATURAS : FUENTE VARIAC. : FUENTES DE VARIACION
 EFEECTO PRINC. : EFEECTO PRINCIPAL
 SC : SUMA DE CUADRADOS
 GL : GRADOS DE LIBERTAD
 MC : MEDIA DE LOS CUADRADOS
 Fc : F CALCULADA
 Ft : F TABLAS
 NS : NIVEL DE SIGNIFICANCIA

Efectos de Algunos Detergentes sobre los Protozoarios
 presentes en los Lodos Activados de una
 Planta de Tratamiento.

COMPARACION DE MEDIAS POR TUKEY (95%)

8B

PARA EL FACTOR REPETICION

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.	RES - 3	G.H.
1	6	2.17	*	1.50	*	0.17	*
2	6	1.50	*	1.67	*	0.67	*
3	6	1.67	*	0.83	*	0.00	*

8C

PARA EL FACTOR TIEMPO

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.	RES - 3	G.H.
1	9	1.89	*	1.44	*	0.33	*
2	9	1.67	*	1.22	*	0.22	*

8D

PARA EL FACTOR DOSIS

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.	RES - 3	G.H.
1	6	4.33	*	1.83	*	0.50	*
2	6	0.83	*	0.33	*	0.00	*
3	6	0.17	*	1.83	*	0.33	*

ABREVIATURAS :

N : NIVEL

C : CANTIDAD

RES - 1 : RESULTADO DETERGENTE 1

RES - 2 : RESULTADO DETERGENTE 2

RES - 3 : RESULTADO DETERGENTE 3

G.H. : GRUPOS HOMOGENEOS

Efectos de Algunos Detergentes sobre los Protozoarios
presentes en los Lodos Activados de una
Planta de Tratamiento.

ANEXO 9A

ANALISIS DE VARIANZA

Trachelophyllum sp.

DETERGENTE No. 1

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFFECTO PRINC.	63.1	5	12.6	4.30	3.11	0.0179
TIEMPO	0.5	1	0.5	0.17	4.75	0.6914
DOSIS	56.8	2	28.4	9.67	3.89	0.0031
REPETICION	5.8	2	2.9	0.98	3.89	0.4020
RESIDUAL	35.2	12	2.9			

DETERGENTE No. 2

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFFECTO PRINC.	23.9	5	4.8	2.13	3.11	0.1317
TIEMPO	6.7	1	6.7	2.99	4.75	0.1095
DOSIS	12.4	2	6.2	2.76	3.89	0.1029
REPETICION	4.8	2	2.4	1.06	3.89	0.3762
RESIDUAL	27.0	12	2.3			

DETERGENTE No. 3

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFFECTO PRINC.	36.2	5	7.2	1.44	3.11	0.2782
TIEMPO	18.0	1	18.0	3.59	4.75	0.0826
DOSIS	14.8	2	7.4	1.47	3.89	0.2680
REPETICION	3.4	2	1.7	0.34	3.89	0.7163
RESIDUAL	60.2	12	5.0			

ABREVIATURAS : FUENTE VARIAC. : FUENTES DE VARIACION
 EFECTO PRINC. : EFECTO PRINCIPAL
 SC : SUMA DE CUADRADOS
 GL : GRADOS DE LIBERTAD
 MC : MEDIA DE LOS CUADRADOS
 Fc : F CALCULADA
 Ft : F TABLAS
 NS : NIVEL DE SIGNIFICANCIA

Efectos de Algunos Detergentes sobre los Protozoarios
 presentes en los Lodos Activados de una
 Planta de Tratamiento.

COMPARACION DE MEDIAS POR TUKEY (95%)

9B

PARA EL FACTOR REPETICION

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.	RES - 3	G.H.
1	6	4.17	*	3.67	*	5.33	*
2	6	3.17	*	3.50	*	5.17	*
3	6	2.83	*	4.67	*	6.17	*

9C

PARA EL FACTOR TIEMPO

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.	RES - 3	G.H.
1	9	3.56	*	4.56	*	4.56	*
2	9	3.22	*	3.33	*	6.56	*

9D

PARA EL FACTOR DOSIS

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.	RES - 3	G.H.
1	6	5.67	*	4.17	*	6.83	*
2	6	3.17	**	2.83	*	5.00	*
3	6	1.33	*	4.83	*	4.83	*

ABREVIATURAS : N : NIVEL
 C : CANTIDAD
 RES - 1 : RESULTADO DETERGENTE 1
 RES - 2 : RESULTADO DETERGENTE 2
 RES - 3 : RESULTADO DETERGENTE 3
 G.H. : GRUPOS HOMOGENEOS

Efectos de Algunos Detergentes sobre los Protozoarios
 presentes en los Lodos Activados de una
 Planta de Tratamiento.

ANEXO 10A

ANALISIS DE VARIANZA

Epistylis plicatilis

DETERGENTE No. 1

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFFECTO PRINC.	12175.8	5	2435.2	52.43	3.11	0.0000
TIEMPO	4544.2	1	4544.2	97.84	4.75	0.0000
DOSIS	7570.8	2	3785.4	81.50	3.89	0.0000
REPETICION	60.8	2	30.4	0.65	3.89	0.5374
RESIDUAL	557.3	12	46.4			

DETERGENTE No. 2

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFFECTO PRINC.	15597.9	5	3119.6	2.63	3.11	0.0790
TIEMPO	982.7	1	982.7	0.83	4.75	0.3903
DOSIS	14536.4	2	7268.2	6.12	3.89	0.0147
REPETICION	78.8	2	39.4	0.03	3.89	0.9674
RESIDUAL	14241.0	12	1186.8			

DETERGENTE No. 3

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFFECTO PRINC.	2900.6	5	580.1	3.35	3.11	0.0400
TIEMPO	18.0	1	18.0	0.10	4.75	0.7561
DOSIS	2842.1	2	1421.1	8.21	3.89	0.0057
REPETICION	40.4	2	20.2	0.12	3.89	0.8908
RESIDUAL	2077.9	12	173.2			

ABREVIATURAS : FUENTE VARIAC. : FUENTES DE VARIACION
 EFECTO PRINC. : EFECTO PRINCIPAL
 SC : SUMA DE CUADRADOS
 GL : GRADOS DE LIBERTAD
 MC : MEDIA DE LOS CUADRADOS
 Fc : F CALCULADA
 Ft : F TABLAS
 NS : NIVEL DE SIGNIFICANCIA

Efectos de Algunos Detergentes sobre los Protozoarios
 presentes en los Lodos Activados de una
 Planta de Tratamiento.

COMPARACION DE MEDIAS POR TUKEY (95%)

10B

PARA EL FACTOR REPETICION

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.	RES - 3	G.H.
1	6	54.17	*	274.83	*	57.67	*
2	6	56.50	*	274.33	*	57.33	*
3	6	52.00	*	279.00	*	60.67	*

10C

PARA EL FACTOR TIEMPO

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.	RES - 3	G.H.
1	9	70.11	*	283.44	*	57.56	*
2	9	38.33	*	268.67	*	59.56	*

10D

PARA EL FACTOR DOSIS

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.	RES - 3	G.H.
1	6	76.50	*	316.17	*	75.00	*
2	6	59.17	*	253.83	*	44.50	*
3	6	27.00	*	258.17	**	56.17	**

ABREVIATURAS : N : NIVEL
 C : CANTIDAD
 RES - 1 : RESULTADO DETERGENTE 1
 RES - 2 : RESULTADO DETERGENTE 2
 RES - 3 : RESULTADO DETERGENTE 3
 G.H. : GRUPOS HOMOGENEOS

Efectos de Algunos Detergentes sobre los Protozoarios
 presentes en los Lodos Activados de una
 Planta de Tratamiento.

ANEXO 11A

ANALISIS DE VARIANZA

Vorticella convallaria.

DETERGENTE No. 1

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFECTO PRINC.	174.9	5	35.0	8.18	3.11	0.0014
TIEMPO	9.4	1	9.4	2.20	4.75	0.1643
DOSIS	158.8	2	79.4	18.56	3.89	0.0002
REPETICION	6.8	2	3.4	0.79	3.89	0.4752
RESIDUAL	51.3	12	4.3			

DETERGENTE No. 2

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFECTO PRINC.	1185.6	5	237.1	7.40	3.11	0.0022
TIEMPO	660.1	1	660.1	20.59	4.75	0.0007
DOSIS	434.8	2	217.4	6.78	3.89	0.0107
REPETICION	90.8	2	45.4	1.42	3.89	0.2805
RESIDUAL	384.7	12	32.1			

DETERGENTE No. 3

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFECTO PRINC.	75.3	5	15.1	1.16	3.11	0.3848
TIEMPO	1.4	1	1.4	0.11	4.75	0.7531
DOSIS	52.1	2	26.1	2.00	3.89	0.1780
REPETICION	21.8	2	10.9	0.84	3.89	0.4573
RESIDUAL	156.3	12	13.0			

ABREVIATURAS : FUENTE VARIAC. : FUENTES DE VARIACION
 EFECTO PRINC. : EFECTO PRINCIPAL
 SC : SUMA DE CUADRADOS
 GL : GRADOS DE LIBERTAD
 MC : MEDIA DE LOS CUADRADOS
 Fc : F CALCULADA
 Ft : F TABLAS
 NS : NIVEL DE SIGNIFICANCIA

Efectos de Algunos Detergentes sobre los Protozoarios
 presentes en los Lodos Activados de una
 Planta de Tratamiento.

COMPARACION DE MEDIAS POR TUKEY (95%)

11B PARA EL FACTOR REPETICION

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.	RES - 3	G.H.
1	6	4.67	*	43.33	*	13.17	*
2	6	5.33	*	48.67	*	10.50	*
3	6	6.17	*	44.83	*	11.50	*

11C PARA EL FACTOR TIEMPO

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.	RES - 3	G.H.
1	9	6.11	*	51.67	*	12.00	*
2	9	4.67	*	39.56	*	11.44	*

11D PARA EL FACTOR DOSIS

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.	RES - 3	G.H.
1	6	9.33	*	48.83	*	13.17	*
2	6	4.67	*	38.67	*	9.33	*
3	6	2.17	*	49.33	*	12.67	*

ABREVIATURAS : N : NIVEL
 C : CANTIDAD
 RES - 1 : RESULTADO DETERGENTE 1
 RES - 2 : RESULTADO DETERGENTE 2
 RES - 3 : RESULTADO DETERGENTE 3
 G.H. : GRUPOS HOMOGENEOS

Efectos de Algunos Detergentes sobre los Protozoarios
 presentes en los Lodos Activados de una
 Planta de Tratamiento.

ANEXO 12A

ANALISIS DE VARIANZA

Acineta limnetis.

DETERGENTE No. 1

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFFECTO PRINC.	52.3	5	10.5	16.38	3.11	0.0001
TIEMPO	0.0	1	0.0	0.00	4.75	1.0000
DOSIS	52.0	2	26.0	40.70	3.89	0.0000
REPETICION	0.3	2	0.2	0.26	3.89	0.7746
RESIDUAL	7.7	12	0.6			

DETERGENTE No. 2

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFFECTO PRINC.	17.9	5	3.6	0.69	3.11	0.6381
TIEMPO	2.0	1	2.0	0.39	4.75	0.5516
DOSIS	10.1	2	5.1	0.98	3.89	0.4033
REPETICION	5.8	2	2.9	0.56	3.89	0.5854
RESIDUAL	61.9	12	5.2			

DETERGENTE No. 3

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFFECTO PRINC.	13.2	5	2.6	0.65	3.11	0.6668
TIEMPO	0.9	1	0.9	0.22	4.75	0.6533
DOSIS	4.0	2	2.0	0.49	3.89	0.6232
REPETICION	8.3	2	4.2	1.03	3.89	0.3882
RESIDUAL	48.8	12	4.1			

ABREVIATURAS : FUENTE VARIAC. : FUENTES DE VARIACION
 EFECTO PRINC. : EFECTO PRINCIPAL
 SC : SUMA DE CUADRADOS
 GL : GRADOS DE LIBERTAD
 MC : MEDIA DE LOS CUADRADOS
 Fc : F CALCULADA
 Ft : F TABLAS
 NS : NIVEL DE SIGNIFICANCIA

Efectos de Algunos Detergentes sobre los Protozoarios
 presentes en los Lodos Activados de una
 Planta de Tratamiento.

COMPARACION DE MEDIAS POR TUKEY (95%)

12B

PARA EL FACTOR REPETICION

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.	RES - 3	G.H.
1	6	1.50	*	3.67	*	5.50	*
2	6	1.83	*	4.67	*	6.33	*
3	6	1.67	*	3.33	*	7.17	*

12C

PARA EL FACTOR TIEMPO

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.	RES - 3	G.H.
1	9	1.67	*	3.56	*	6.11	*
2	9	1.67	*	4.22	*	6.56	*

12D

PARA EL FACTOR DOSIS

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.	RES - 3	G.H.
1	6	4.00	*	4.83	*	6.00	*
2	6	1.00	*	3.83	*	7.00	*
3	6	0.00	*	3.00	*	6.00	*

ABREVIATURAS : N : NIVEL
 C : CANTIDAD
 RES - 1 : RESULTADO DETERGENTE 1
 RES - 2 : RESULTADO DETERGENTE 2
 RES - 3 : RESULTADO DETERGENTE 3
 G.H. : GRUPOS HOMOGENEOS

Efectos de Algunos Detergentes sobre los Protozoarios
 presentes en los Lodos Activados de una
 Planta de Tratamiento.

ANEXO 13A

ANALISIS DE VARIANZA

Epistylis chrysemidis.

DETERGENTE No. 1

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFEECTO PRINC.	456.2	5	91.2	7.85	3.11	0.0017
TIEMPO	0.0	1	0.0	0.00	4.75	1.0000
DOSIS	454.1	2	227.1	19.52	3.89	0.0002
REPETICION	2.1	2	1.1	0.09	3.89	0.9139
RESIDUAL	139.6	12	11.6			

DETERGENTE No. 2

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFEECTO PRINC.	3416.8	5	683.4	1.89	3.11	0.1700
TIEMPO	1088.9	1	1088.9	3.01	4.75	0.1083
DOSIS	2194.1	2	1097.1	3.03	3.89	0.0859
REPETICION	133.8	2	66.9	0.19	3.89	0.8335
RESIDUAL	4340.3	12	361.7			

DETERGENTE No. 3

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFEECTO PRINC.	329.6	5	65.9	5.99	3.11	0.0053
TIEMPO	193.4	1	193.4	17.58	4.75	0.0012
DOSIS	131.4	2	65.7	5.98	3.89	0.0158
REPETICION	4.8	2	2.4	0.22	3.89	0.8079
RESIDUAL	132.0	12	11.0			

ABREVIATURAS : FUENTE VARIAC. : FUENTES DE VARIACION
 EFECTO PRINC. : EFECTO PRINCIPAL
 SC : SUMA DE CUADRADOS
 GL : GRADOS DE LIBERTAD
 MC : MEDIA DE LOS CUADRADOS
 Fc : F CALCULADA
 Ft : F TABLAS
 NS : NIVEL DE SIGNIFICANCIA

Efectos de Algunos Detergentes sobre los Protozoarios
 presentes en los Lodos Activados de una
 Planta de Tratamiento.

COMPARACION DE MEDIAS POR TUKEY (95%)

13B

PARA EL FACTOR REPETICION

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.	RES - 3	G.H.
1	6	8.50	*	41.33	*	29.00	*
2	6	8.17	*	48.00	*	27.83	*
3	6	7.67	*	45.00	*	28.00	*

13C

PARA EL FACTOR TIEMPO

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.	RES - 3	G.H.
1	9	8.11	*	52.56	*	31.56	*
2	9	8.11	*	37.00	*	25.00	*

13D

PARA EL FACTOR DOSIS

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.	RES - 3	G.H.
1	6	15.00	*	60.33	*	30.67	*
2	6	6.17	*	38.17	*	29.67	**
3	6	3.17	*	35.83	*	24.50	*

ABREVIATURAS : N : NIVEL
 C : CANTIDAD
 RES - 1 : RESULTADO DETERGENTE 1
 RES - 2 : RESULTADO DETERGENTE 2
 RES - 3 : RESULTADO DETERGENTE 3
 G.H. : GRUPOS HOMOGENEOS

Efectos de Algunos Detergentes sobre los Protozoarios
 presentes en los Lodos Activados de una
 Planta de Tratamiento.

ANEXO 14A

ANALISIS DE VARIANZA

Vorticella octava.

DETERGENTE No. 1

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFECTO PRINC.	4.1	5	0.8	2.74	3.11	0.0710
TIEMPO	0.5	1	0.5	1.69	4.75	0.2183
DOSIS	2.8	2	1.4	4.69	3.89	0.0313
REPETICION	0.8	2	0.4	1.31	3.89	0.3051
RESIDUAL	3.6	12	0.3			

DETERGENTE No. 2

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFECTO PRINC.	1709.6	5	341.9	5.65	3.11	0.0066
TIEMPO	122.7	1	122.7	2.03	4.75	0.1800
DOSIS	1358.8	2	679.4	11.22	3.89	0.0018
REPETICION	228.1	2	114.1	1.88	3.89	0.1944
RESIDUAL	726.7	12	60.6			

DETERGENTE No. 3

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFECTO PRINC.	170.9	5	34.2	3.08	3.11	0.0514
TIEMPO	102.7	1	102.7	9.25	4.75	0.0103
DOSIS	33.4	2	16.7	1.51	3.89	0.2611
REPETICION	34.8	2	17.4	1.55	3.89	0.2489
RESIDUAL	133.3	12	11.1			

ABREVIATURAS : FUENTE VARIAC. : FUENTES DE VARIACION
 EFECTO PRINC. : EFECTO PRINCIPAL
 SC : SUMA DE CUADRADOS
 GL : GRADOS DE LIBERTAD
 MC : MEDIA DE LOS CUADRADOS
 Fc : F CALCULADA
 Ft : F TABLAS
 NS : NIVEL DE SIGNIFICANCIA

Efectos de Algunos Detergentes sobre los Protozoarios
 presentes en los Lodos Activados de una
 Planta de Tratamiento.

COMPARACION DE MEDIAS POR TUKEY (95%)

14B PARA EL FACTOR REPETICION

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.	RES - 3	G.H.
1	6	0.00	*	60.67	*	13.33	*
2	6	0.50	*	52.00	*	13.83	*
3	6	0.33	*	57.17	*	10.67	*

14C PARA EL FACTOR TIEMPO

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.	RES - 3	G.H.
1	9	0.11	*	59.22	*	15.00	*
2	9	0.44	*	54.00	*	10.22	*

14D PARA EL FACTOR DOSIS

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.	RES - 3	G.H.
1	6	0.83	*	62.33	*	14.33	*
2	6	0.00	*	44.33	*	11.00	*
3	6	0.00	*	63.17	*	12.50	*

ABREVIATURAS : N : NIVEL
 C : CANTIDAD
 RES - 1 : RESULTADO DETERGENTE 1
 RES - 2 : RESULTADO DETERGENTE 2
 RES - 3 : RESULTADO DETERGENTE 3
 G.H. : GRUPOS HOMOGENEOS

Efectos de Algunos Detergentes sobre los Protozoarios
 presentes en los Lodos Activados de una
 Planta de Tratamiento.

ANEXO 15A

ANALISIS DE VARIANZA

Podophrya sp.

DETERGENTE No. 1

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFEECTO PRINC. TIEMPO	17.2 0.9	5 1	3.4 0.9	14.88 3.84	3.11 4.75	0.0001 0.0737
DOSIS REPETICION	16.0 0.3	2 2	8.0 0.2	34.56 0.72	3.89 3.89	0.0000 0.5066
RESIDUAL	2.8	12	0.2			

DETERGENTE No. 2

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFEECTO PRINC. TIEMPO	0.8 0.2	5 1	0.2 0.2	1.87 2.67	3.11 4.75	0.1742 0.1284
DOSIS REPETICION	0.4 0.1	2 2	0.2 0.1	2.67 0.67	3.89 3.89	0.1101 0.5314
RESIDUAL	1.0	12	0.1			

DETERGENTE No. 3

No se presentó en ninguno de los tres análisis realizados, por lo tanto no se pudo hacer el análisis.

ABREVIATURAS : FUENTE VARIAC. : FUENTES DE VARIACION
 EFECTO PRINC. : EFECTO PRINCIPAL
 SC : SUMA DE CUADRADOS
 GL : GRADOS DE LIBERTAD
 MC : MEDIA DE LOS CUADRADOS
 Fc : F CALCULADA
 Ft : F TABLAS
 NS : NIVEL DE SIGNIFICANCIA

Efectos de Algunos Detergentes sobre los Protozoarios
 presentes en los Lodos Activados de una
 Planta de Tratamiento.

COMPARACION DE MEDIAS POR TUKEY (95%)

15B

PARA EL FACTOR REPETICION

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.
1	6	0.67	*	0.17	*
2	6	0.83	*	0.00	*
3	6	0.50	*	0.17	*

15C

PARA EL FACTOR TIEMPO

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.
1	9	0.44	*	0.22	*
2	9	0.89	*	0.00	*

15D

PARA EL FACTOR DOSIS

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.
1	6	2.00	*	0.00	*
2	6	0.00	*	0.00	*
3	6	0.00	*	0.33	*

ABREVIATURAS :

N : NIVEL

C : CANTIDAD

RES - 1 : RESULTADO DETERGENTE 1

RES - 2 : RESULTADO DETERGENTE 2

RES - 3 : RESULTADO DETERGENTE 3

G.H. : GRUPOS HOMOGENEOS

Efectos de Algunos Detergentes sobre los Protozoarios
presentes en los Lodos Activados de una
Planta de Tratamiento.

ANEXO 16A

ANALISIS DE VARIANZA

Halteria sp.

DETERGENTE No. 1

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFFECTO PRINC.	1.8	5	0.4	1.65	3.11	0.2210
TIEMPO	0.5	1	0.5	2.25	4.75	0.1596
DOSIS	0.3	2	0.2	0.75	3.89	0.4933
REPETICION	1.0	2	0.5	2.25	3.89	0.1480
RESIDUAL	2.7	12	0.2			

DETERGENTE No. 2

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFFECTO PRINC.	2.6	5	0.5	1.04	3.11	0.4374
TIEMPO	0.0	1	0.0	0.00	4.75	1.0000
DOSIS	1.8	2	0.9	1.81	3.89	0.2054
REPETICION	0.8	2	0.4	0.79	3.89	0.4751
RESIDUAL	5.9	12	0.5			

DETERGENTE No. 3

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFFECTO PRINC.	0.7	5	0.1	0.98	3.11	0.4711
TIEMPO	0.1	1	0.1	0.38	4.75	0.5581
DOSIS	0.3	2	0.2	1.13	3.89	0.3566
REPETICION	0.3	2	0.2	1.13	3.89	0.3566
RESIDUAL	1.8	12	0.1			

ABREVIATURAS : FUENTE VARIAC. : FUENTES DE VARIACION
 EFECTO PRINC. : EFECTO PRINCIPAL
 SC : SUMA DE CUADRADOS
 GL : GRADOS DE LIBERTAD
 MC : MEDIA DE LOS CUADRADOS
 Fc : F CALCULADA
 Ft : F TABLAS
 NS : NIVEL DE SIGNIFICANCIA

Efectos de Algunos Detergentes sobre los Protozoarios
 presentes en los Lodos Activados de una
 Planta de Tratamiento.

COMPARACION DE MEDIAS POR TUKEY (95%)

16B

PARA EL FACTOR REPETICION

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.	RES - 3	G.H.
1	6	0.50	*	0.50	*	0.00	*
2	6	0.00	*	0.67	*	0.17	*
3	6	0.00	*	0.17	*	0.33	*

16C

PARA EL FACTOR TIEMPO

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.	RES - 3	G.H.
1	9	0.33	*	0.44	*	0.22	*
2	9	0.00	*	0.44	*	0.11	*

16D

PARA EL FACTOR DOSIS

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.	RES - 3	G.H.
1	6	0.33	*	0.67	*	0.00	*
2	6	0.00	*	0.00	*	0.17	*
3	6	0.17	*	0.67	*	0.33	*

ABREVIATURAS :

N : NIVEL

C : CANTIDAD

RES - 1 : RESULTADO DETERGENTE 1

RES - 2 : RESULTADO DETERGENTE 2

RES - 3 : RESULTADO DETERGENTE 3

G.H. : GRUPOS HOMOGENEOS

Efectos de Algunos Detergentes sobre los Protozoarios
presentes en los Lodos Activados de una
Planta de Tratamiento.

ANEXO 17A

ANALISIS DE VARIANZA

Amiba.

DETERGENTE No. 1

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFEECTO PRINC.	23.9	5	4.8	7.07	3.11	0.0027
TIEMPO	5.6	1	5.6	8.22	4.75	0.0142
DOSIS	17.3	2	8.7	12.82	3.89	0.0010
REPETICION	1.0	2	0.5	0.74	3.89	0.4978
RESIDUAL	8.1	12	0.7			

DETERGENTE No. 2

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFEECTO PRINC.	253.9	5	50.8	6.85	3.11	0.0031
TIEMPO	168.1	1	168.1	22.66	4.75	0.0005
DOSIS	73.4	2	36.7	4.95	3.89	0.0270
REPETICION	12.4	2	6.2	0.84	3.89	0.4560
RESIDUAL	89.0	12	7.4			

DETERGENTE No. 3

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFEECTO PRINC.	117.9	5	23.6	2.54	3.11	0.0867
TIEMPO	34.7	1	34.7	3.73	4.75	0.0774
DOSIS	70.8	2	35.4	3.80	3.89	0.0526
REPETICION	12.4	2	6.2	0.67	3.89	0.5305
RESIDUAL	111.7	12	9.3			

ABREVIATURAS :
 FUENTE VARIAC. : FUENTES DE VARIACION
 EFEECTO PRINC. : EFEECTO PRINCIPAL
 SC : SUMA DE CUADRADOS
 GL : GRADOS DE LIBERTAD
 MC : MEDIA DE LOS CUADRADOS
 Fc : F CALCULADA
 Ft : F TABLAS
 NS : NIVEL DE SIGNIFICANCIA

Efectos de Algunos Detergentes sobre los Protozoarios
 presentes en los Lodos Activados de una
 Planta de Tratamiento.

COMPARACION DE MEDIAS POR TUKEY (95%)

17B

PARA EL FACTOR REPETICION

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.	RES - 3	G.H.
1	6	1.17	*	7.83	*	9.50	*
2	6	0.67	*	7.17	*	10.83	*
3	6	1.17	*	9.17	*	8.83	*

17C

PARA EL FACTOR TIEMPO

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.	RES - 3	G.H.
1	9	1.56	*	11.11	*	11.11	*
2	9	0.44	*	5.00	*	8.33	*

17D

PARA EL FACTOR DOSIS

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.	RES - 3	G.H.
1	6	2.33	*	10.17	*	8.67	*
2	6	0.67	*	8.67	**	12.50	*
3	6	0.00	*	5.33	*	8.00	*

ABREVIATURAS : N : NIVEL
 C : CANTIDAD
 RES - 1 : RESULTADO DETERGENTE 1
 RES - 2 : RESULTADO DETERGENTE 2
 RES - 3 : RESULTADO DETERGENTE 3
 G.H. : GRUPOS HOMOGENEOS

Efectos de Algunos Detergentes sobre los Protozoarios
 presentes en los Lodos Activados de una
 Planta de Tratamiento.

ANEXO 18A

ANALISIS DE VARIANZA

Euglena.

DETERGENTE No. 1

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFEECTO PRINC.	107.1	5	21.4	29.66	3.11	0.0000
TIEMPO	14.2	1	14.2	19.69	4.75	0.0008
DOSIS	92.1	2	46.1	63.77	3.89	0.0000
REPETICION	0.8	2	0.4	0.54	3.89	0.5971
RESIDUAL	8.7	12	0.7			

DETERGENTE No. 2

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFEECTO PRINC.	91.4	5	18.3	1.81	3.11	0.1844
TIEMPO	84.5	1	84.5	8.34	4.75	0.0134
DOSIS	6.8	2	3.4	0.34	3.89	0.7209
REPETICION	0.1	2	0.1	0.01	3.89	0.9945
RESIDUAL	120.9	12	10.1			

DETERGENTE No. 3

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFEECTO PRINC.	1.4	5	0.3	0.47	3.11	0.7925
TIEMPO	0.1	1	0.1	0.09	4.75	0.7679
DOSIS	0.3	2	0.2	0.28	3.89	0.7597
REPETICION	1.0	2	0.5	0.84	3.89	0.4541
RESIDUAL	7.1	12	0.6			

ABREVIATURAS :

- FUENTE VARIAC. : FUENTES DE VARIACION
- EFEECTO PRINC. : EFEECTO PRINCIPAL
- SC : SUMA DE CUADRADOS
- GL : GRADOS DE LIBERTAD
- MC : MEDIA DE LOS CUADRADOS
- Fc : F CALCULADA
- Ft : F TABLAS
- NS : NIVEL DE SIGNIFICANCIA

Efectos de Algunos Detergentes sobre los Protozoarios
presentes en los Lodos Activados de una
Planta de Tratamiento.

COMPARACION DE MEDIAS POR TUKEY (95%)

18B

PARA EL FACTOR REPETICION

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.	RES - 3	G.H.
1	6	3.17	*	6.33	*	0.33	*
2	6	2.83	*	6.33	*	0.33	*
3	6	2.67	*	6.50	*	0.83	*

18C

PARA EL FACTOR TIEMPO

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.	RES - 3	G.H.
1	9	3.78	*	8.56	*	0.56	*
2	9	2.00	*	4.22	*	0.44	*

18D

PARA EL FACTOR DOSIS

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.	RES - 3	G.H.
1	6	5.83	*	6.33	*	0.67	*
2	6	2.50	*	5.67	*	0.50	*
3	6	0.33	*	7.17	*	0.33	*

ABREVIATURAS :
 N : NIVEL
 C : CANTIDAD
 RES - 1 : RESULTADO DETERGENTE 1
 RES - 2 : RESULTADO DETERGENTE 2
 RES - 3 : RESULTADO DETERGENTE 3
 G.H. : GRUPOS HOMOGENEOS

Efectos de Algunos Detergentes sobre los Protozoarios
 presentes en los Lodos Activados de una
 Planta de Tratamiento.

ANEXO 19A

ANALISIS DE VARIANZA

INDICE DE SHANNON

DETERGENTE No. 1

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFEECTO PRINC. TIEMPO	0.0309	5	0.0062	3.54	3.11	0.0337
DOSIS	0.0195	1	0.0195	11.14	4.75	0.0059
REPETICION	0.0094	2	0.0047	2.69	3.89	0.1085
	0.0021	2	0.0010	0.60	3.89	0.5646
RESIDUAL	0.0203	12	0.0017			

DETERGENTE No. 2

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFEECTO PRINC. TIEMPO	0.0283	5	0.0057	14.34	3.11	0.0001
DOSIS	0.0124	1	0.0124	31.34	4.75	0.0001
REPETICION	0.0152	2	0.0076	19.28	3.89	0.0002
	0.0007	2	0.0004	0.91	3.89	0.4287
RESIDUAL	0.0047	12	0.0003			

DETERGENTE No. 3

FUENTE VARIAC.	SC	GL	MC	Fc	Ft	NS
EFEECTO PRINC. TIEMPO	0.0084	5	0.0017	1.59	3.11	0.2358
DOSIS	0.0000	1	0.0000	0.01	4.75	0.9475
REPETICION	0.0082	2	0.0041	3.87	3.89	0.0506
	0.0002	2	0.0001	0.11	3.89	0.8957
RESIDUAL	0.0127	12	0.0011			

ABREVIATURAS : FUENTE VARIAC. : FUENTES DE VARIACION
 EFECTO PRINC. : EFECTO PRINCIPAL
 SC : SUMA DE CUADRADOS
 GL : GRADOS DE LIBERTAD
 MC : MEDIA DE LOS CUADRADOS
 Fc : F CALCULADA
 Ft : F TABLAS
 NS : NIVEL DE SIGNIFICANCIA

Efectos de Algunos Detergentes sobre los Protozoarios
 presentes en los Lodos Activados de una
 Planta de Tratamiento.

COMPARACION DE MEDIAS POR TUKEY (95%)

19B

PARA EL FACTOR REPETICION

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.	RES - 3	G.H.
1	6	0.6372	*	0.6231	*	0.8575	*
2	6	0.6140	*	0.6243	*	0.8636	*
3	6	0.6147	*	0.6104	*	0.8550	*

19C

PARA EL FACTOR TIEMPO

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.	RES - 3	G.H.
1	9	0.6548	*	0.6455	*	0.8592	*
2	9	0.5891	*	0.5930	*	0.8582	*

19D

PARA EL FACTOR DOSIS

N	C	RES - 1	G.H.	RES - 2	G.H.	RES - 3	G.H.
1	6	0.6140	*	0.6251	*	0.8348	*
2	6	0.5988	*	0.5811	*	0.8866	*
3	6	0.6531	*	0.6516	*	0.8549	*

ABREVIATURAS :

N : NIVEL

C : CANTIDAD

RES - 1 : RESULTADO DETERGENTE 1

RES - 2 : RESULTADO DETERGENTE 2

RES - 3 : RESULTADO DETERGENTE 3

G.H. : GRUPOS HOMOGENEOS

Efectos de Algunos Detergentes sobre los Protozoarios
presentes en los Lodos Activados de una
Planta de Tratamiento.

