



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
I Z T A C A L A**

**“ESTUDIO MICOLOGICO DEL AGUA RESIDUAL DE LA
NIXTAMALIZACION, EN UN REACTOR EN CASCADA”.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :

B I O L O G O

P R E S E N T A

JUAN MANUEL QUINTERO SOTO

San Juan Iztacala

México, 1985.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

A MIS PADRES: JUAN Y LOLITA

A ANADA Y ALTAIR

A MIS HERMANOS:

PEPE, ANA, JAIME, ANDRES Y VIKY.

A MI SOBRINA: NAYELI

A TODOS LOS QUE CONTRIBUYERON, DIRECTA O INDIRECTAMENTE CON LA REALIZACION DE ESTA TESIS.

I N D I C E .

I.- INTRODUCCION.....	1
II.- GENERALIDADES.....	2
1.- El Maíz y la Nixtamalización.....	2
2.- Aguas de desecho de la Nixtamalización.....	5
3.- El tratamiento de las aguas de desecho.....	6
4.- Calidad Biológica del agua residual.....	7
4.1. Organismo relacionados.....	8
4.2. Saprobiidad	9
4.3. Bacterias, Protozoarios y Algas.....	10
4.4. Hongos.....	12
III.- METODOLOGIA	
1.- Análisis Físico Químico del Nexayote.....	13
2.- Reactor en Cascada.....	14
3.- Análisis Físico Químico del Líquido, durante el proceso de tratamiento.....	16
4.- Análisis Micológico.....	17
4.1. Muestreo.....	17
4.2. Medios de Cultivo.....	18
4.3. Aislamiento.....	19
4.4. Cuantificación.....	20
4.5 Identificación.....	21
IV.- RESULTADOS	
1.- Físico Químicos del Nexayote.....	23
2.- Físico Químico del Líquido, durante el tratamiento Biológico	25
3.- Resultados Micológicos.....	27
3.1 Cuantificación.....	27
3.2 Identificación.....	27
V.- ANALISIS DE RESULTADOS	
1.- Físico Químicos del Agua Residual del Nixtamalización (Nexayote).....	31
2.- Físico Químicos del Agua Residual durante el Proceso de Tratamiento.....	32
3.- Análisis Micológico.....	34
3.1 Cuantificación.....	34
3.2 Identificación.....	36
VI.- DISCUSION	40
VII.- CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES.....	43
VIII.- TABLAS Y GRAFICAS.....	45
IX.- BIBLIOGRAFIA.....	72

INTRODUCCION

El uso del agua es ampliamente diversificado, tanto para uso doméstico, industrial, limpieza, recreación y producción. De estas actividades se generan una gran cantidad de subproductos que son aportados a los cuerpos hídricos (ríos, lagos, lagunas y mares) degradando su calidad y utilidad. La mayoría de estas aguas residuales -- están cargadas de materiales en solución y suspensión (inorgánicos y orgánicos),-- estos materiales modifican las condiciones físicas, químicas y biológicas originales del medio receptor.

Bajo condiciones normales estos cuerpos receptores tienen la capacidad de autodepurarse, degradando las sustancias en ellos arrojados. Esta autodepuración es un proceso biológico en el que intervienen un gran número de microorganismos de distintos tipos; éstos utilizan y mineralizan las sustancias orgánicas aportadas, logrando -- gradualmente la descomposición total de la materia orgánica (Pesson, 1979).

Dentro de los desechos industriales que aportan grandes concentraciones de materia orgánica tenemos a las procesadoras de granos, que, además de su importancia económica, tienen una repercusión determinante en los cuerpos receptores por las características físicas y químicas de sus aguas residuales. Tal es el caso de las industrias procesadoras del maíz, que con el agua residual del proceso de cocción, denominado nexayote o nejayote, aportan a los cuerpos hídricos volúmenes considerables de compuestos orgánicos (Illescas, 1943; Trejo y Feria, 1979). Por tal condición -- se plantea un tratamiento adecuado para este tipo de desechos, utilizando los mecanismos de autopurificación del agua. Estos mecanismos son utilizados en modelos de tratamiento que simulan las condiciones "naturales" de las corrientes fluviales -- (ríos), de los sedimentos (lodos y fangos) o bien lagos y lagunas. En ellos se evalúan la dinámica de los microorganismos que se presentan en éstos (como bacterias, hongos, protozoarios y algas) y su relación con los parámetros físicos y químicos, -- en el proceso de purificación.

Dentro de estos microorganismos, los hongos, son de gran importancia ya que realizan; la mineralización de la materia orgánica, la producción de alimento para otros microorganismos y la producción de reguladores químicos.

La presencia cambiante de estos organismos, que difieren con el grado de saptobiedad (o aptitud de las especies para consumir materia orgánica en sus diferentes formas; Bick, 1963), forman comunidades -- que se relacionan con el grado de purificación del agua residual durante el tratamiento.

OBJETIVO

Análisis micológico del agua residual de la nixtamalización (nexayote) en un reactor en cascada, con cargas orgánicas diferentes.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Análisis físico y químico del agua residual de la nixtamalización, "nexayote".
- Aislar, cuantificar e identificar los hongos microscópicos filamentosos - que pueden actuar en la descomposición de la materia orgánica de las aguas residuales provenientes del proceso de nixtamalización.
- Determinar en que fracción de las cámaras analizadas existe una mayor incidencia de hongos filamentosos que actúan en la degradación del nexayote.
- Determinar la relación directa que existe entre los parámetros físicos y químicos y la presencia de los hongos filamentosos.

II. GENERALIDADES

1. EL MAIZ Y LA NIXTAMALIZACION.

- 1.1 La evidencia fitopaleontológica más antigua que se conoce sobre la existencia del maíz, se remonta aproximadamente a 7000 años, en la parte central de México. Dos mil años después ya se había domesticado y se considera un factor decisivo en el desarrollo de las grandes culturas en mesoamérica. Sin embargo, en Sudamérica, aunque también fue cultivado, no tuvo una influencia tan determinante en su desarrollo como en mesoamérica.

Katz *et al.* (1974), menciona que de las sociedades identificadas como productoras y consumidoras de maíz, las 7 principales utilizaron el método de cocción alcalina antes de consumir el grano, observando que el desarrollo de estas culturas no se relacionó directamente con la "domesticación" del maíz, sino con el descubrimiento de la cocción alcalina. Las 13 sociedades productoras y consumidoras más pequeñas no utilizan la cocción alcalina como pretratamiento antes de consumir el maíz como alimento.

1.2 Características Generales del Grano de Maíz.

El grano de maíz (Fig.1) es un fruto completo y no una semilla como generalmente se cree (Bold *et al.*, 1980), está constituido por una unidad integumentaria (Pericarpio), una pared ovárica (Aleurona), el endospermo (la mayor parte del grano), el germen que contiene al embrión (coleoptilo, la plúmula, la radícula y la coleorriza) y el escutelum o cotiledón.

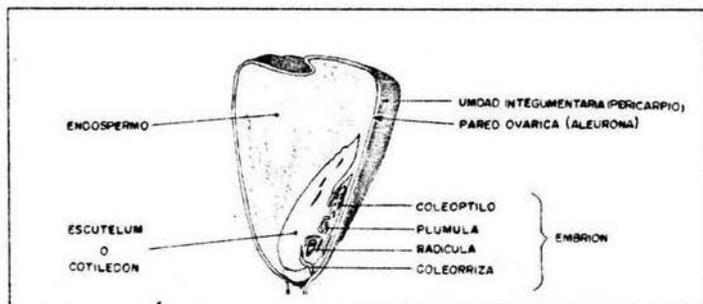


Fig.1. SECCION LONGITUDINAL DEL GRANO DE MAIZ (*Zea mays*.)

El grano contiene aproximadamente entre 6.8 y 12.0 %, en peso, de proteína, 74.5 % de almidones, 12.0 % de agua, 3.4 % de grasas y el 1.0 % de cenizas y fibra cruda. En el grano se encuentran cuatro clases de proteínas localizadas principalmente en el endospermo y el germen, éstas son albúmina, globulina, zeína y glutéina; esta última extraíble - soluciones disulfurosas entre los residuos de cisteína, la cual se ve favorecida en su desnaturalización en soluciones alcalinas (Cfr. Katz op cit).

La cubierta del grano contiene entre 20 y 22 % de celulosa, del 2.6 al 4.9 % de lignina y del 73.2 al 77.1 % de hemicelulosa (Illescas, 1943).

El maíz constituye actualmente la fuente principal de calorías y proteínas para los pueblos de México y Centro América. En las áreas rurales es de gran importancia ya que cubre el 70 % de los requerimientos energéticos humanos, con un consumo anual de 186 Kg. per cápita, para México (Trejo, 1982). Esto se ve reflejado también en el cultivo de la tierra, ya que, de la tierra cultivable en México, la mayor parte es utilizada para el cultivo del maíz.

1.3 La Cocción Alcalina.

La cocción alcalina produce en el maíz dos cambios: 1) un cambio físico que reblandece al grano, permitiendo su fácil molienda húmeda, impartándole una plasticidad que permite su manejo para preparar los alimentos que se derivan de él; y 2) un cambio químico que resulta ser variado y complejo. De los cambios químicos más importantes, uno es la solubilización parcial de la cubierta del grano, eliminándose casi totalmente al frotar unos con otros. Otro cambio trascendente es la hidrólisis alcalina de los glúcidos, donde las grandes moléculas se rompen en moléculas más pequeñas.

La cocción alcalina confiere al maíz un aumento en su valor biológico, ya que la glutéina, que contiene pequeñas fracciones de dos aminoácidos, lisina y triptofano, los cuales son liberados parcialmente durante la cocción alcalina, que sin el proceso de la nixtamalización no serían asimilables por el cuerpo humano. Además de destruir las aflatoxinas del grano de maíz, que son producidas por un hongo filamentoso, Aspergillus

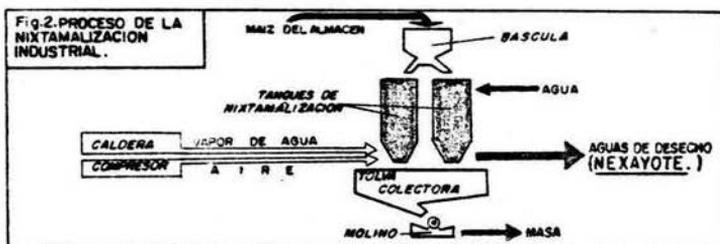
flavus (Trejo y Feria, 1982).

1.4 Nixtamalización.

La nixtamalización es una lixiviación alcalina del grano de maíz, que - utiliza hidróxido de calcio como álcali y que se realiza a temperaturas entre 80 y 90°C. Tradicionalmente, para hacer el nixtamal se mezcla el maíz con el doble de su peso de agua y se agrega la cal, en cantidades variables de 1.5 % a 3.5 % respecto al peso del grano. Los pesos superiores al 1.5 %, se deben a que se trata de cales impuras o mal calcinadas y, en estos casos, hay que colar la lechada por un cedazo (Illescas, 1943). Se calienta la mezcla hasta 80°C más o menos, pero sin que hierva, por 20-45 minutos según sea la intensidad de la fuente calorífica y se deja reposar hasta el día siguiente. Después de este lapso, el nixtamal está listo. Para separarlo del nexayote (aguas de desecho del proceso) existen dos formas: por simple extracción manual o bien por decantación y lavados, generalmente dos, produciendo líquidos muy alcalinos.

En la actualidad, debido a las grandes cantidades de nixtamal consumido diariamente, y para satisfacer esta demanda, este proceso se lleva a cabo en pequeños molinos o en grandes plantas.

Las plantas nixtamalizadoras, cuentan con un grupo de tanques de nixtamalización, los cuales tienen una tolva, que recibe el producto nixtamalizado (Fig.2).



Antes de realizarse este proceso el maíz es transportado desde los silos de almacenamiento hasta una máquina limpiadora y posteriormente a otra despedregadora, después de esta operación, el maíz es pesado y pasa a los tanques de cocimiento en cargas de 3 toneladas, realizándose la nixtamalización como sigue:

- 1.- El proceso se inicia con la adición de 4 m³ de agua potable a temperatura ambiente.
- 2.- Se agregan 25 Kg. de cal hidratada (hidróxido de calcio con una pureza del 96%).
- 3.- Se burbujea vapor de agua sobrecalentado hasta subir la temperatura del agua hasta 93 -95° Celsius.
- 4.- Se adicionan las 3 toneladas de maíz.
- 5.- Se burbujea aire comprimido durante 3 minutos con el objeto de mezclar el contenido del tanque y para permitir la flotación de impurezas, las cuales se extraen en forma manual.
- 6.- Se deja reposar el contenido del tanque durante aproximadamente 60 minutos, donde el tiempo de reposo y cocimiento dependen del tipo de maíz a tratar.
- 7.- Se permite la salida del agua de cocimiento.
- 8.- Se añaden 2.5 m³ de agua a temperatura ambiente.
- 9.- Se burbujea aire comprimido durante 3 minutos para mezclar el contenido del tanque.
- 10.- Se permite la salida del agua de desecho.
- 11.- El grano nixtamalizado y escurrido se pasa a una tolva que se encuentra en un nivel inferior al de los tanques de nixtamalización.

Desde esta tolva el grano nixtamalizado se dosifica hacia los molinos, en donde se muele con humedad para formar la masa. La masa pasa a secado, tamizado y finalmente, a empaque (González, 1983).

2. AGUAS DE DESECHO DE LA NIXTAMALIZACION (NEXAYOTE).

2.1 Características Físicas y Químicas.

La nixtamalización de 3 toneladas de maíz requiere 6.4 toneladas de agua, de las cuales 4.91 toneladas abandonan el proceso como agua de

desecho o nexayote. Las restantes 1.49 toneladas son absorbidas por el maíz.

El agua de cocimiento abandona el sistema a una temperatura de 78° a 80°C y el agua de lavado de 62° a 64°C. La mezcla de estas dos, sale de la planta con temperaturas que varían entre 70 y 72°C (González, - 1983). Además de contener altas concentraciones de material orgánico e inorgánico en solución y suspensión.

Dentro de los compuestos orgánicos se encuentran pigmentos carotenoides, hemicelulosa, azúcares solubles y proteínas (Trejo y Feria, 1979), y los compuestos inorgánicos se encuentran constituidos principalmente por carbonatos originados durante el proceso.

3. EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS DE DESECHO.

Cuando no es posible verter el agua residual en el medio receptor debido a su grado de contaminación, es necesario tratarla previamente. El tipo y grado de tratamiento dependerá del tipo y grado de contaminación que presente el agua residual, de la capacidad de difusión en el nuevo medio, de la calidad de este último y de la función que se le dará al agua resultante (Casanelles, 1983).

Para tal efecto los diferentes procesos de tratamiento de purificación del agua se agrupan en tres bloques:

- TRATAMIENTO PRIMARIO.
- TRATAMIENTO SECUNDARIO.
- TRATAMIENTO TERCARIO.

3.1 Tratamiento Primario.

Tiene como finalidad la eliminación de la materia en sedimentación o flotantes. Este tratamiento elimina el 60% de sólidos en suspensión y el 35% de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) (Casanelles, 1983). Determinados procesos primarios contienen al inicio un desarenador -- que realiza la previa sedimentación. Otros disponen de un triturador al entrar, recogiendo toda la materia en el tanque de sedimentación.

Pocas plantas utilizan sólo este proceso, ya que constituye el tratamiento previo para otros de mayor complejidad (Eckenfelder, 1962; Unz, 1977).

3.2 Tratamiento Secundario.

El objetivo de este tratamiento es la eliminación de las sustancias orgánicas que permanecen después del tratamiento primario. Este se basa en la descomposición de la materia orgánica mediante la acción de múltiples microorganismos. Para este fin es necesario que se disponga de un gran contacto con la materia orgánica, el oxígeno necesario, un tiempo prolongado (suficiente para la degradación) y una temperatura adecuada.

Se han realizado distintos métodos para el tratamiento secundario tales como: fangos activados, lagunas de oxidación, filtros biológicos, discos biológicos rotatorios, reactores en cascada, etc.

3.3 Tratamiento Terciario.

El tratamiento terciario tiene como objeto la eliminación de sustancias que el tratamiento primario y secundario no han eliminado por completo, esto es nitrógeno, fósforo, metales pesados y sustancias inorgánicas, utilizando métodos distintos, como, la coagulación y la filtración. Estos procesos provocan el agrupamiento de la materia (coagulación) y su eliminación por absorción de compuestos (arena, carbón activado, etc.) que retienen las partículas que no pasan por los espacios intergranulares - de éstas (filtración).

4. CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA RESIDUAL.

Las características de las aguas residuales se clasifican de manera muy general en físicas, químicas y biológicas, dependiendo del tipo de análisis que requiera cada una de ellas para ser determinada. A través de estas características, es posible conocer el grado de contaminación de las aguas residuales (SEDUE, 1983).

El crecimiento acelerado de la contaminación en los sistemas acuáticos, así como la modificación progresiva de la naturaleza de los vertidos, - cuya toxicidad a corto, mediano y largo plazo va en aumento, han contribuido a hacer de la determinación de la calidad biológica de las aguas una de las tareas cotidianas de la investigación hidroecológica. La determinación de la calidad biológica del agua se refiere al grado de eutrofia, así como también a su grado de contaminación. Se basa en "los e

fectos que los aportes de sustancias diversas ejercen sobre el conjunto de los organismos vivos del agua" (Pesson, 1979).

4.1 Organismos Relacionados.

Un ecosistema se define como la unidad funcional resultante del conjunto de relaciones e interacciones existentes entre especies, entre parámetros y entre especies y medio (Fig.3).

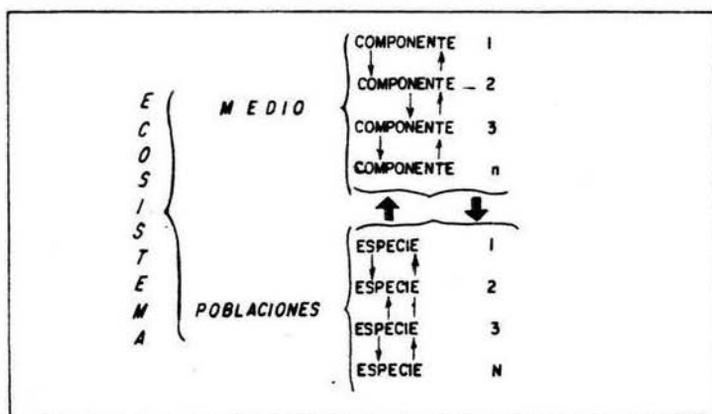


Fig.3. RELACIONES EN UN ECOSISTEMA (Pesson, 1979).

Los elementos globales del ecosistema: agua, sustrato (cuenca del drenaje, estrato geológico, lecho, márgenes, etc.) y la cadena trófica son indisociables, ya que, una pequeña modificación de alguno de éstos, repercute en el sistema en conjunto.

El ecosistema puede describirse en forma parcial en las cadenas tróficas (conjunto de relaciones alimentarias) mediante esquemas, que, permiten conocer estas relaciones (Fig.4).

- PRODUCTORES:

A partir de las sales disueltas, las gases y la energía solar, los vegetales (algas y macrofitas) utilizan y sintetizan la materia orgánica, primer eslabón del conjunto trófico (productividad primaria). Ciertas bacterias presentan un carácter autotrófico similar.

- CONSUMIDORES:

Los consumidores (fitófagos y carnívoros del primero, segundo y tercer orden) se nutren de los demás organismos (cadena depredadora) o partículas orgánicas (detritívoros).



Fig.4. RELACION TROFICA EN UN ECOSISTEMA.

- DESCOMPONEDORES:

Los descomponedores, son organismos heterótrofos, constituidos principalmente por hongos y bacterias, que degradan las sustancias orgánicas muertas y productos de desecho, absorbiendo parte de los elementos de esta descomposición y suministrando al medio las sustancias simples que utilizan los productores. Constituyen un elemento esencial en la permanencia del ecosistema, dado que participan en la autodepuración del agua y aseguran el reciclado de los desechos de todos los niveles de la cadena trófica, en donde se establecen relaciones de complementariedad y antagonismo (competencia, depredación simbiosis, parasitismo, etc.).

4.2 Saprobiedad.

La saprobiedad es la aptitud de las especies para consumir materia orgánica muerta en sus diferentes formas (Pesson, 1979; Bick, 1963).

Ciertos organismos en donde quedan incluidos los hongos, bacterias, protozoos y algunas algas, se desarrollan preferentemente en aguas receptoras con alta concentración de materia orgánica, que difieren con el grado de saprobiedad.

Se han establecido cuatro clases principales, según la presencia de especies indicadoras (SAPROBIAS), de acuerdo con los niveles de saprotrofia:

- Aguas oligosaprobias
- Aguas B mesosaprobias
- Aguas A mesosaprobias
- Aguas Polisaprobias

La zona de aguas oligosaprobias se refiere a las aguas en su estado natural; la segunda zona de los mesosaprobios (A y B), es una zona de recuperación en donde empieza la acción de los microorganismos; y la zona de los polisaprobios es donde se encuentra el vertido de las aguas residuales y en donde se observa que el oxígeno disuelto es casi nulo, Fig.5 (Casanelles, 1983).

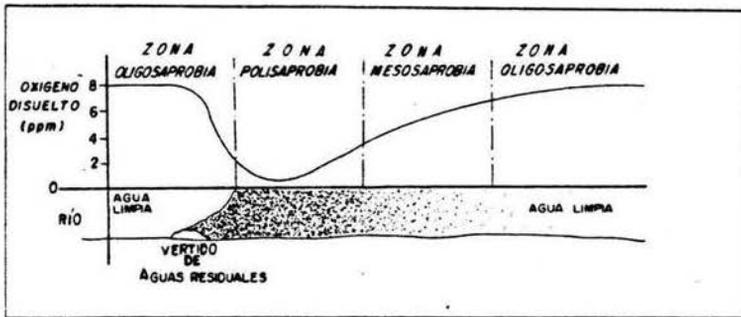


Fig.5. DISTRIBUCION DE LAS ZONAS SAPROBIAS EN UN RIO, EN BASE A LA CONCENTRACION DEL OXIGENO DISUELTO. (Casanelles, 1983).

4.3 BACTERIAS, PROTOZOARIOS Y ALGAS.

BACTERIAS:

Las bacterias se encuentran habitando el agua no sólo uniformemente, sino con una extraordinaria variedad (Bold *et al.*, 1980; Piatkin y Krivoshein, 1981; Rheinhermer, 1981). Esta composición de la flora bacteriana difiere notablemente, dependiendo del contenido de material orgánico e inorgánico y también del pH, la temperatura, la turbiedad, así como su relación con organismos que pueden entrar al agua. La mayoría de las bacterias acuáticas son heterótrofas, esto es, viven de sustancias orgánicas (plantas y animales), pero la mayoría son saprófitas, viven de material muerto de origen animal y vegetal y el número de parásitos es relativamente pequeño.

Las bacterias viven libremente en el agua o crecen sobre sustratos sólidos (principalmente detritos), dentro del proceso de autopurificación -- estas bacterias intervienen en la mineralización de sustancias orgánicas permitiendo con esto que otros organismos de la trama alimentaria utilicen éstas para su desarrollo.

- PROTOZOARIOS:

La predominancia de los protozoarios sigue un patrón fijo de manera más cercana que los otros grupos de microorganismos del agua, debido a su fácil observación bajo el microscopio, además de ser índices muy valiosos en aguas contaminadas (SARH, 1980).

Los flagelados (Mastigophora) se pueden encontrar en grandes cantidades en aguas contaminadas muy recientemente. Los fitoflagelados compiten con las bacterias por el sustrato soluble, no teniendo éxito en la competencia. Los zooflagelados tienen más éxito ya que utilizan a las bacterias como alimento. Los ciliados, libres nadadores son más eficientes al utilizar a las bacterias; mientras la población bacteriana sea abundante. - Al disminuir la población bacteriana los ciliados libres nadadores disminuyen, dando paso a los ciliados sésiles (fijos), los que se adhieren a partículas sólidas y atraen el alimento hacia ellos por movimiento rápidos de sus cilios. Los rotíferos y otros organismos superiores son los últimos microorganismos que sobreviven, teniendo la habilidad de utilizar las fracciones no solubles de las bacterias muertas, así como otras partículas sólidas orgánicas (SARH, 1979).

- ALGAS:

Las algas tienen un papel importante en los eventos de la superficie del agua. Viviendo en forma libre y en formas adherentes. Tienen un crecimiento superficial en plantas y animales, así como en el sustrato muerto. Algunas viven en simbiosis con diferentes organismos, plantas y animales pequeños. Algunos de los organismos fotosintéticos son capaces de tener una existencia heterotrófica y pueden desarrollarse no sólo en la zona fótica, sino también en la zona afótica del agua; y en algunos casos sólo utilizan carbohidratos como nutrientes orgánicos en la oscuridad (Carr and Witton, 1973 op cit Rheinheimer, 1980).

Por sus características alimenticias, se han realizado estudios para utilizarse como fuente de proteínas y en la purificación de efluentes (SARH 1980), ya que remueven los nutrientes minerales (Hemens y Stander, 1969) como es el caso del fósforo y nitrógeno.

4.4.- HONGOS

Los hongos son organismos eucarióticos; heterótrofos, ya que no pueden -manufacturar sus requerimientos básicos alimenticios y sólo dependen de su alcance como saprobios o parásitos en materiales alimenticios producidos por otros organismos; de esporas desnudas, sin clorofila, presentando tanto la reproducción sexual como asexual; presentan filamentos --generalmente ramificados con estructuras somáticas típicamente rodeadas por paredes celulares que contienen quitina, celulosa o ambas sustancias-- (Aleopoulus y Mims, 1979; Bold y Alexopoulus, 1980); la mayoría poseen ---talos multicelulares o micelios, compuestos de finos filamentos llamados "HIFAS", en varios grupos este micelio no es dividido sino elongado, ramificado y cenocítico, en otros el talo es unicelular y cada célula es -una entidad (Cooke, 1958); la mayoría son termófilos desarrollándose preferentemente en medios ácidos; la luz no es requerida para su crecimiento (Cochrane, 1958 cit por Alexopoulus, 1979).

En la naturaleza los hongos obtienen su alimento como parásitos, por infección de organismos vivos o por consumo de materia orgánica muerta ---como "saprobios" (Cooke, 1958). La mayoría de los hongos, ya sea que --normalmente parasiten o no, son capaces de vivir en materia orgánica ---muerta, como lo muestra su habilidad para crecer en medios artificiales o sintéticos. Dirigiendo fuera de sus cuerpos (Talo) una secreción de enzimas, haciendo que el sustrato se solubilice para poder ser absorbido a través de las células, esto es por la pared celular y la membrana plasmática (Bold, Alexopoulus y Mims, 1980). Teniendo una gran viabilidad en una variedad de hábitats, esto es, algunos hongos del suelo pueden crecer en ríos o lagos, y, algunos hongos acuáticos pueden crecer en suelos húmedos (Rheinhermer, 1980). Ya que son organismos heterótrofos, dependen de la presencia de materia orgánica; en el agua las formas saprófitas o saprobias, pueden parasitar a una gran variedad de plantas y animales poniendo de manifiesto su carácter de parásito facultativo, siendo -

acorde con las circunstancias de obtención de alimento, ya sea material muerto o parasitando organismos vivos. Algunos otros presentan mecanismos sofisticados para atraer protozoarios, rotíferos o nemátodos, con el fin de ser utilizados como nutrimento, considerándose como depredadores y no como parásitos (Cooke, 1956; Cooke, 1958; Rheinhermer, 1980; Maio, 1968).

Los hongos filamentosos, participan en la biodegradación de la materia orgánica, al actuar sobre compuestos que otros microorganismos, como -- las bacterias, no pueden utilizar para su crecimiento y reproducción --- (Bold, op cit, Alexopoulos, 1979). La habilidad de los hongos de sobrevivir bajo condiciones de pH bajos y limitación de nitrógeno, hace que -- sean importantes en el tratamiento biológico de algunos desechos indus-- triales con altas concentraciones de materia orgánica y en la composta -- de sólidos orgánicos. Participando así, como, importantes intermedia--- rios en la cadena alimentaria de los detritos del ambiente acuático --- (Lacy y Rivera, 1982), por ser los principales reductores (degradadores, -- desintegradores y microconsumidores) de la materia orgánica y actores -- principales en los ciclos biogeoquímicos de los compuestos orgánicos en la naturaleza.

III. METODOLOGIA

1. ANALISIS FISICO Y QUIMICO DEL NEXAYOTE

Con objeto de conocer las características de los contaminantes en el NEXAYOTE así como sus concentraciones, se realizaron las determinaciones Físicas y Químicas siguientes:

Conductividad (mohs/cm)	
Alcalinidad total (mg CaCO ₃ /l)	
Color (nm)	
Turbiedad (UTN)	
Sólidos totales (mg/l)	
DBO ₅	(mg O ₂ /l)
DQO	(mg O ₂ /l)
N-kjeldahl	(mg N/l)
NH ₄ ⁺	(mg N/l)
NO ₃ ⁻	(mg N/l)
Ca	(mg Ca/l)

$$P \quad (\text{mg P/l})$$

$$\text{SO}_4 \quad (\text{mg SO}_4/\text{l})$$

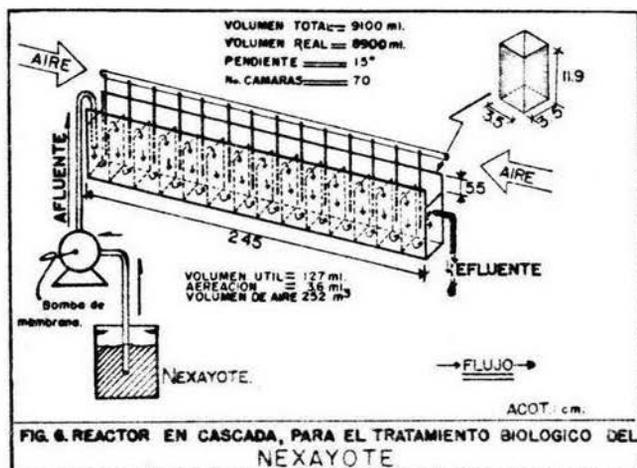
Estas determinaciones se realizaron tanto en el agua de cocimiento y de lavado como en la mezcla de las dos. Dicha mezcla se hizo respetando las proporciones con las que el nexayote sale de la planta nixtamalizadora (González, - 1983).

Las muestras analizadas provienen de la planta nixtamalizadora CONASUPO en -- Cd. Guadalupe, N. L. Las Técnicas para las determinaciones físicas y químicas son las utilizadas en el Standard Methods for the examination of water -- and wastewater (1979).

2. REACTOR EN CASCADA

El sistema consiste en 70 reactores totalmente mezclados conectados en serie (fig. 6). Cada reactor tiene un volumen de 130 ml.; el efluente de uno es el afluente del siguiente.

La forma de proporcionar oxígeno, sirve a la vez, para mezclar el contenido líquido de los reactores. El aire liberado por un tubo de vidrio desde el -- fondo de los reactores, al subir a través del líquido proporciona una mezcla suave que no afecta el crecimiento de la biopelícula además de proporcionar un mezclado total en cada reactor (Hartman, 1979; González, 1983).



El volumen total de los 70 reactores es de 9100 ml, el volumen útil es de --- 8900 ml. Esto se debe al desplazamiento del líquido provocado por el tubo de vidrio que suministra el aire y por las burbujas de aire en el líquido. Teniendo cada reactor un volumen útil de 127 ml. El área expuesta al crecimiento microbiano en cada reactor es de 189 cm², lo cual representa una superficie total expuesta de 1.32 m².

El sistema de estudio se basa en la carga orgánica volumétrica, la cual se define como:

$$CO = \frac{Q_0 S_0}{V} \frac{Kg}{m^3} \frac{DQO}{d} \quad (1)$$

donde:

- CO = Carga orgánica volumétrica (Kg DQO/m³/d)
- Q₀ = Gasto de agua de desecho (m³/d)
- S₀ = Concentración material orgánico (Kg DQO/m³)
- d = Tiempo en días
- DQO = Demanda química de oxígeno

y la experimentación se llevó a cabo mediante la variación de la carga orgánica dos veces:

CARGA No.	Q ₀ (m ³ /d)	S ₀ (Kg DQO/m ³)	θ _H (días)	CO (Kg DQO/m ³ /d)
1	17.8 x 10	2.5	0.5	4.96
2	4.45 x 10	6.0	2.0	2.29

θ_H = Tiempo de retención hidráulico.

La alimentación del NEXAYOTE fue continua por medio de una bomba de membrana. El contenido de oxígeno disuelto fue controlado por medio de un electrodo selectivo para oxígeno. La cantidad de aire fué controlada de forma manual -- para garantizar una concentración mínima de 2 mg O₂/l.

Con el objeto de identificar el sistema de reactores, se numeraron del 1 al 70; el reactor número 1 es el que recibe la descarga de la bomba y se encuentra en el límite izquierdo superior (fig. 6) y el reactor número 70 es el que se encuentra en el límite derecho inferior. Se seleccionaron las cámaras 14, 40 y 70 para el muestreo biológico con el fin de observar el desarrollo de las comunidades micológicas que se presenten en el agua de desecho durante su tratamiento.

3. ANALISIS FISICO Y QUIMICO DEL LIQUIDO, DURANTE EL PROCESO DE TRATAMIENTO

El muestreo y el análisis físico-químico del nexayote se efectuó en 10 reactores semanalmente; durante seis semanas consecutivas para cada carga orgánica utilizada: (TABLA I)

PROGRAMA SEMANAL DE MUESTREO Y ANALISIS EN LA CASCADA DE REACTORES

NUMERO DE REACTOR	TEMPERATURA	pH	CONDUCTIVIDAD	OXIGENO DISUELTO	DQO	MICOLOGICO
AFLUENTE	-	-	-	-	+	-
1	+	+	+	+	+	-
7	+	+	+	+	+	-
10	+	+	+	+	+	-
14	+	+	+	+	+	+
21	+	+	+	+	+	-
30	+	+	+	+	+	-
40	+	+	+	+	+	+
50	+	+	+	+	+	-
60	+	+	+	+	+	-
70	+	+	+	+	+	+

Los parámetros analizados, se seleccionaron por ser los factores más importantes para el desarrollo de los organismos acuáticos, por lo que su evaluación fué imprescindible.

La Demanda Química de Oxígeno (DQO), se utilizó como factor para detectar la eficiencia de remoción del sistema. Este parámetro fué elegido sobre la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), debido a que sus características permiten conocer de una forma precisa el contenido en masa del material orgánico en un

agua de desecho. La DBO_5 permite conocer, de forma cuantitativa y con poca precisión, la concentración de la materia fácilmente biodegradable de una agua de desecho.

4.-ANALISIS MICOLOGICO.

Para realizar este análisis se seleccionaron tres reactores: 14, 40 y 70; que son el afluente, la parte media y el efluente del reactor respectivamente, esto con el fin de obtener los datos biológicos que mostraran el desarrollo de las comunidades micológicas durante el proceso de tratamiento. El desarrollo del análisis, se realizó en dos etapas, que corresponden a las dos cargas orgánicas del Nexayote.

4.1.- MUESTREO

Este muestreo se realizó semanalmente en cada cámara seleccionada (TABLA # 1), las muestras se obtuvieron y transportaron en frascos de vidrio, previamente esterilizados a 15 lb de presión, durante 15 minutos en autoclave y secados en una estufa durante 60 minutos a 130°C (Standard methods, 1976; SARH, 1979; SARH, 1980).

Las muestras del líquido durante el tratamiento, fué una alicuota de 30 ml-- de cada camara. Se utilizaron frascos de boca ancha de 125 ml. de capacidad, para transportar cada muestra. Las muestras se tomaron con pipetas serológicas despuntadas de 10 ml. estériles.

Para las muestras de hongos acuáticos, se utilizaron frascos de 5 ml. de capacidad de boca ancha, los cuales contenían se millas de maíz partidas por mitad y cuadros de papel celofán de 10 x 10 mm., esterilizados, con el objeto de proporcionar un sustrato de fijación para los hongos acuáticos (Cooke, 1958), la boca del frasco se cubre con una gasa, para evitar que material sólido del agua residual penetrara en éstos (Lacy y Rivera, 1981). Estos -- muestreadores se sumergieron dentro del líquido de las cámaras seleccionadas durante un período de 4 hrs para permitir la fijación de estos organismos. -- La utilización de estos recipientes se debió a las dimensiones de las cámaras del reactor (Fig # 6), ya que el método de muestreo recomienda la utilización de frascos de boca ancha de 300 ml. de capacidad (Standard methods, 1976; --

Lacy, 1981). Ya colectadas las muestras, éstas se transportaron en hieleras evitando la incidencia de la luz solar, analizándose las muestras en un lapso no mayor de 24 hrs (Standard methods, 1976).

4.2.- MEDIOS DE CULTIVO.

Para el crecimiento y aislamiento de los hongos, se seleccionaron los siguientes medios de cultivo (Bioxón, 1980; Standard methods, cfr.):

AGAR DE DEXTROSA Y PAPA

Para cultivo e identificación de hongos y levaduras

Fórmula aproximada en gramos por litro

INFUSION DE PAPA.....	200.0
DEXTROSA.....	20.0
AGAR.....	15.0

pH final 5.6 ± 0.2

Este medio se modificó con la adición del colorante Rosa de Bengala (0.35 g/l) y Aeromicina (35 ug/l), con el fin de evitar la contaminación provocada por otros microorganismos, como las bacterias y generar un crecimiento discreto de las colonias.

AGAR DE MALTOSA SABOURAUD

Para el cultivo de mohos y hongos en general

Fórmula aproximada en gramos por litro

MEZCLA DE PEPTONAS	10.0
MALTOSA	40.0
AGAR	15.0

pH final 5.6 ± 0.2

AGAR CZAPEK DOX

Para cultivo de hongos (Penicillium, Aspergillus y hongos relacionados)

Fórmula aproximada en gramos por litro

SACAROSA	30.0
NITRATO DE SODIO	3.0
FOSFATO DIPOTASICO	1.0
SULFATO DE MAGNESIO	0.5
CLORURO DE POTASIO	0.5
SULFATO FERROSO	0.01
AGAR	15.0

pH final 7.3 ± 0.2

AGAR NUTRITIVO

Para uso general en Microbiología
Fórmula aproximada en gramos por litro

PEPTONA DE GELATINA	5.0
EXTRACTO DE CARNE DE RES	3.0
AGAR	15.0
pH final 6.8 \pm 0.2	

AGAR DE EMERSON

Se emplea para cultivos de Actinomicetos y levaduras
Fórmula aproximada en gramos por litro

EXTRACTO DE CARNE	4.0
PEPTONA DE GELATINA	4.0
CLORURO DE SODIO	2.5
EXTRACTO DE LEVADURA	1.0
DEXTROSA	10.0
AGAR	20.0
pH final 7.0 \pm 0.2	

Para los hongos acuáticos, se utilizó la misma agua residual esterilizada a 121°C (15 lb de presión) durante 10 minutos, para ser utilizada como medio de cultivo.

4.3.- AISLAMIENTO

En condiciones asepticas, se prepararon 5 cajas de petri con cada medio seleccionado por dilución y tres con agua residual esterilizada. Se realizaron 5 diluciones (1:10, 1:100, 1:1000, 1:10000, 1:100000) por muestra y una siembra pura. Después de 5-7 días, ya desarrolladas las colonias, se procedió a realizar el aislamiento axénico de las colonias encontradas en cada caja, con el propósito de identificarlas posteriormente. Para lo cual se prepararon cajas de petri , conteniendo un tubo de vidrio doblado en "V" y sobre éste un porta y un cubre objetos, esterilizandose a 15 lb de presión (121°C) durante 15 minutos (Lacy, et al cfr.). Ya esterilizados se colocó un cuadro de Agar de Dextrosa y Papa de 10 x 10 x 2 mm en cada porta abjetos, cubriéndose con el cubre objetos; se inoculan las colonias halladas (una por cada -

cuadro) en cada canto del cuadro de agar, para realizar su aislamiento e identificación; el inóculo se realiza mediante la utilización de una asa de nicromel con la punta doblada en "L" (Standard methods, 1976; Lacy, 1981).

Ya inoculadas las colonias, se adiciona dentro de cada caja de petri 10 ml - de Glicerol al 10% estéril para mantener la humedad dentro de ésta; se incuban a temperatura ambiente evitando la incidencia de la luz solar. Pasados 5 d. se separan, el cubre objetos del porta objetos, el agar se elimina; sobre el porta abjetos se coloca un cubre objetos limpio, adicionándole el colorante-azul de algodón acético; el cubre objetos, utilizado para el aislamiento, se coloca sobre un porta objetos y se le adiciona el mismo colorante, se sellan las aristas de las dos preparaciones con esmalte para uñas; quedando una preparación semipermanente, aislada para su identificación.

Para los hongos acuáticos el aislamiento se realizó después de haber transcurrido 72 hrs de haberse muestreado, esto con el fin de permitir la fijación de los hongos al sustrato utilizado para este propósito (las semillas de maíz y el papel celofán). Pasado este tiempo, las semillas y el papel celofán se transfirieron a las cajas de petri, que contenian el agua residual estéril la cual sirvió como medio de cultivo; se incuban a temperatura ambiente y --protejidas de la incidencia de los rayos solares. Despues de 5 días de incubación las semillas y el papel celofán se observan al microscopio, procediendo a aislar las colonias que se hayan desarrollado, para su posterior identificación. El aislamiento axénico se realizó de la misma manera que para los demás hongos (Standar methods, 1976; Lacy, 1981).

4.4.-CUANTIFICACION.

La cuantificación se realizó antes de iniciar el aislamiento axénico, procediendo a computar todas las colonias de hongos presentes en cada caja. Estos es expresado como número de colonias/ml., y se calcula promediando el número de colonias de todas las cajas, multiplicandolo por el recíproco de la dilución (1 entre 1, 10 entre 1, 100 entre 1, 1000 entre 1, etc.), en donde el resultado es igual a la cuenta de colonias de hongos por mililitro de muestra (Standard methods, 1976; SARH, 1980).

En cuanto a la cuantificación de los hongos acuáticos, ya que no existe un método cuantitativo preciso para esta evaluación bilógica, ésta soló fue a nivel cualitativo en este estudio (Cooke, 1958).

4.5.- IDENTIFICACION

Para la identificación de los organismos micológicos encontrados en el agua-residual durante el tratamiento en el Reactor en Cascada, se utilizó la taxonomía y Nomenclatura propuesta por : Barnet, 1971; Booth, 1977; Churchill, - Hanlin, 1973; y Honig, 1979.

IV. RESULTADOS .

1.- Resultados FISICO-QUIMICOS del Nexayote.

Los parámetros analizados, para conocer las características físicas y químicas del agua residual de la nixtamalización (NEXAYOTE) se presentan en la tabla No. 1, de donde se tiene:

- pH los valores registrados para este parámetro en el agua de lavado, el agua de cocimiento y la mezcla de ambas, presentaron un pH de 11.6.
- Conductividad (mhos/cm): Los valores registrados oscilaron entre 2100 y 5100 mhos/cm, presentando el agua de cocimiento el valor más alto, 5100 mhos/cm, el agua de lavado 2100 mhos/cm y la mezcla de ambas una conductividad de 3597 mhos/cm.
- Alcalinidad total (Ca CO₃/l): La concentración de carbonatos (mg. Ca CO₃/l), osciló entre 900 y 3260 mg. Ca CO₃/l, presentando el agua de cocimiento el valor más alto, 3260 mg. Ca CO₃/l, el agua de lavado 900 mg. Ca CO₃/l y la mezcla de ambas 2080 mg. Ca CO₃/l.
- Color (nm): La longitud de onda (nm) registrada en el agua residual, osciló entre 560 y 570 nm. que corresponden al color amarillo verdoso, típico del color de este tipo de agua de desecho.
- Turbiedad (U.T.N.): Los valores registrados varían entre 240 y 380 U.T.N., presentando el agua de cocimiento el valor más alto, 380 U.T.N., el agua de lavado 240 U.T.N. y la mezcla de ambas 310 U.T.N.
- Sólidos Totales (mg/l): Las concentraciones registradas oscilaron entre 3010 y 13310 mg/l, presentando el agua de cocimiento la mayor concentración, 13310 mg/l, el agua de lavado 3010 mg/l y la mezcla de las dos una concentración de 8150 mg/l.

- DBO_5 : Las concentraciones registradas oscilaron entre 940 y 6190 mg O_2/L , en donde el agua de cocimiento presentó la concentración más alta 6190 mg O_2/L , el agua de lavado 940 mg O_2/l y la mezcla de ambas 3560 mg O_2/l .
- DQO : La DQO osciló entre 3960 y 13650 mg O_2/l , siendo el agua de cocimiento la que presentó la mayor concentración, 13650 mg O_2/l , el agua de lavado 3960 mg O_2/l y la mezcla de ambas 8795 mg O_2/l .
- N-Kjeldahl: Las variaciones de la concentración de N fue entre 42 y 118 mg N/l, presentando el agua de cocimiento la mayor concentración, 118 mg N/l, el agua de lavado una concentración de 42 mg N/l y la mezcla de ambas 80 mg/l.
- NH_4^+ : Las concentraciones registradas de NH_4^+ oscilaron entre 2 y 4 mg N/l, presentando el agua de cocimiento el valor más alto, 4 mg N/l, el agua de lavado 2 mg N/l y la mezcla de ambos una concentración de 3 mg N/l.
- NO_3^- : Las concentraciones registradas de NO_3^- oscilaron entre 13 y 22 mg N/l, presentando el agua de cocimiento el valor más alto, 22 mg N/l, el agua de lavado 13 mg N/l y la mezcla de ambas 17 mg N/l.
- Ca: Los valores registrados para la concentración de Calcio en el agua residual de la nixtamalización, oscilaron entre 298 y 305 mg Ca/l, presentando el agua de cocimiento 305 mg Ca/l, el agua de lavado 298 mg Ca/l y la mezcla de ambas 301 mg Ca/l.
- P: Las concentraciones registradas para este parámetro oscilaron entre 7 y 27 mg P/l, siendo el agua de cocimiento la del valor más alto 27 mg P/l, el agua de lavado con 7 mg P/l y la mezcla de ambas 17 mg P/l.
- $\text{SO}_4^{=}$: Los valores registrados de sulfatos oscilaron entre 188 y 240 mg SO_4/l , presentando el agua de cocimiento el valor más alto 240 mg SO_4/l , el agua de lavado 188 mg SO_4/l y la mezcla de ambas 214 mg SO_4/l .

2.- RESULTADOS FISICO-QUIMICOS DEL LIQUIDO DURANTE EL TRATAMIENTO BIOLÓGICO.

Los parámetros físico-químicos analizados durante el proceso de tratamiento, se enlistan en las Tablas No. 2, 3, 4 y 5, el compartamiento de estos se observa en las Gráficas No. 1, 2, 3, 4, 5 y 6; en la Tabla No. 6 se -- presentan los valores promedio de todas las cámaras o reactores evaluados, así como los parámetros analizados (pH, Temperatura, Oxígeno Disuelto, -- Conductividad y DQO). En la Tabla No. 7, se presentan los valores de la re moción y eficiencia del Reactor en Cascada, durante el tratamiento del --- agua residual con las dos cargas orgánicas utilizadas.

Para poder utilizar el agua residual en el reactor, fue preciso ajustar el pH y la temperatura, ya que, como se indico anteriormente el agua residual sale de las plantas nixtamalizadoras con un pH de 11.6 y una temperatura - de 70-72°C, lo cual condicionaria el desarrollo de los microorganismos en- cargados de la autopurificación del agua.

De los parámetros analizados durante este proceso, se tiene los siguiente:

pH: Durante la primera carga orgánica se observo, que este tiende a ser neu- tro en promedio, esto es, conforme el agua residual avanza en el Reac- tor en Cascada se nota un incremento de este factor, es decir, origi- nalmente el pH fue de 6.05 en el Reactor # 1 y el pH final en el Reac- tor # 70 fue de 6.96.

Durante la segunda carga orgánica se observo que el pH es más ácido,- en comparación con la primera carga orgánica, observandose un incremen- to paulatino a lo largo del Reactor en Cascada; este incremento fue -- menor que en la primera carga orgánica, pero tendiente a la neutrali- dad, ya que el pH original de esta carga en el Reactor # 1 fue de 5.65 y el pH final en el Reactor # 70 fue de 6.73.

Temperatura (°C): Durante la primera carga orgánica se observo que la tem- peratura tiende a ser menor conforme pasa el tiempo, manteniendose re- lativamente estable, ya que las variaciones fueron de $\pm 0.4^{\circ}\text{C}$.

Durante la segunda carga orgánica, la diferencia de temperatura fue - más marcada que en la primera carga orgánica. Ya que durante el trata- miento la disminución de la temperatura fue de 0.73°C .

Oxígeno Disuelto ($\text{mg O}_2/\text{l}$): Durante la primera carga orgánica los valores de la concentración del O_2 se incrementarán de $2.36 \text{ mg O}_2/\text{l}$ en el Reactor # 1 hasta una concentración de $4.70 \text{ mg O}_2/\text{l}$ en el Reactor # 70. Obervando un incremento de $1.34 \text{ mg O}_2/\text{l}$.

Durante la segunda carga orgánica este incremento en la concentración del oxígeno disuelto fue mayor, ya que originalmente se tuvo una concentración de $3.01 \text{ mg O}_2/\text{l}$ en el Reactor # 1 y en el Reactor # 70 una concentración de $4.79 \text{ mg O}_2/\text{l}$, el incremento en esta carga fue de $1.68 \text{ mg O}_2/\text{l}$, 0.24 mg O_2 más que en la primera carga orgánica.

Conductividad (mhos/cm): Durante la primera carga orgánica este parámetro se mantiene relativamente estable, sólo se observa un incremento muy pequeño en la parte media del Reactor en Cascada.

Durante la segunda carga orgánica la conductividad presentó un incremento muy marcado, comparado con la primera carga orgánica este incremento fue de 144.3% .

DQO ($\text{mg O}_2/\text{l}$): durante la primera carga orgánica se observa una disminución de este parámetro, presentando un valor original de $2480 \text{ mg O}_2/\text{l}$ en el Reactor # 1 y en el Reactor # 70 un valor de la DQO de $1573 \text{ mg O}_2/\text{l}$, una disminución del 164% .

Durante la segunda carga orgánica, la disminución de la DQO fue mayor que la primera carga orgánica, esto es, en el Reactor # 1 el valor fue de $4580 \text{ mg O}_2/\text{l}$ y en el Reactor # 70 la concentración fue de $1440 \text{ mg O}_2/\text{l}$, una disminución del 318% .

Remoción y Eficiencia: durante la primera carga orgánica la remoción fue del 36% y durante la segunda carga orgánica la remoción fue del 68% . En cuanto a la eficiencia durante la primera carga orgánica fue de $1.814 \text{ Kg DQO/m}^3/\text{d}$, con un tiempo de retención Hidráulico de 0.5 días, en la segunda carga orgánica la eficiencia fue de $1.570 \text{ Kg DQO/m}^3/\text{d}$, con un tiempo de retención Hidráulico de 2.0 días.

3.- RESULTADOS MICOLOGICOS

Los valores de la cuantificación, así como los organismos identificados, - se encuentran registrados en las Tablas No. 8 a 14 y en las Gráficas No. 8 a 16.

3.1.- CUANTIFICACION

De la cuantificación micológica, expresada como el número de Colonias/ml., durante la primera carga orgánica se obtuvieron los siguientes resultados:

En el reactor No. 14, el promedio del número de colonias/ml. presente en este reactor fue de 105.70 Colonias/ml $\times 10^3$.

En el reactor No. 40, el promedio del número de Colonias/ml. fue de 203.79 Colonias/ml. $\times 10^3$.

En el reactor No. 70, el promedio del número de Colonias/ml. fue de 266.59 Colonias/ml. $\times 10^3$.

Durante la segunda carga orgánica, se obtuvieron los siguientes resultados:

En el reactor No. 14, el promedio del número de Colonias/ml. fue de 886.92 Colonias/ml. $\times 10^3$.

En el reactor No. 40, el promedio del número de Colonias/ml. fue de 667.10 Colonias/ml. $\times 10^3$.

En el reactor No. 70, el promedio del número de Colonias/ml. fue de 529.10 Colonias/ml. $\times 10^3$.

3.2.- IDENTIFICACION

Se identificaron un total de 22 organismos (Tabla No. 10) durante el tratamiento de las dos cargas orgánicas.

Durante la primera carga se identificaron 20 de los 22 organismos identificados, distribuidos de la siguiente manera:

En el reactor No. 14 (Tablas No. 11 y 12; Gráfica No. 11) los organismos más abundantes fueron: Fusarium sp. y Mucor sp., ya que se -- presentaron durante todo el tratamiento, sin embargo el estadístico-

utilizado para determinar la abundancia relativa señala a Alternaria alternata. En este reactor se identificaron un total de 12 organismos (Gráfica No.11).

En el reactor No. 40 (Tablas No. 11 y 13; Gráfica No. 13), los organismos más abundantes fueron: Aspergillus flavus, A. fumigatus, A. niger, Candida tropicalis, Fusarium roseum, Fusarium sp y Mucor sp., el análisis estadístico muestra una distribución homogénea en este reactor. Este reactor fue el que presentó mayor diversidad, 15 organismos.

En el reactor No. 70 (Tablas No. 11 y 14 ; Gráfica No. 15), los organismos identificados, permanecieron durante mayor tiempo, que los organismos identificados en los reactores anteriores. Los organismos más abundantes fueron Candida tropicalis, Mucor sp, Aspergillus niger y Aspergillus glaucus. Se identificaron un total de 11 organismos en este reactor.

Durante la segunda carga orgánica la diversidad fue menor que durante la primera carga orgánica, en esta se identificaron un total de 16 de los 22 organismos identificados, presentando la siguiente distribución:

En el reactor No. 14 (Tablas No. 11 y 12; Gráfica No. 12), el organismo más abundante fue Aspergillus glaucus, pero presentó una heterogeneidad Alternaria alternata, Fusarium sp., Candida tropicalis, Mucor sp. y Aspergillus niger. Esta secuencia fue determinada en base al estadístico de abundancia relativa, sin embargo los organismos más abundantes fueron Mucor sp. y Fusarium sp. (Tabla No. 12), en este reactor se identificaron un total de 11 organismos (Tabla No. 11).

En el reactor No. 40 (Tablas No. 11 y 13; Gráfica No. 14), los organismos más abundantes fueron: Aspergillus terreus, A. flavus, Alternaria alternata, Fusarium sp. y Candida tropicalis; cabe mencionar que el organismo con mayor frecuencia que presentó este reactor -- fue Candida tropicalis; el total de organismos identificados fue de 12 (Tabla No. 11).

En el reactor No. 70 (Tablas No. 11 y 14; Gráfica No. 16), los orga-

nismos más abundantes fueron: Fusarium sp., Aspergillus glaucus y --
Penicillium sp., el total de organismos identificados fue de 12 (Ta-
bla No. 11). En este reactor el organismo que con mayor frecuencia -
apareció fue Mucor sp.

V.- ANALISIS DE RESULTADOS

1.- FISICO-QUIMICOS DEL AGUA RESIDUAL DE LA NIXTAMALIZACION (NEXAYOTE).

De la caracterización del agua de la nixtamalización (Tabla -- No. 1), se tiene que:

- a) El valor del pH es muy alcalino, para considerar al nexayote como susceptible de ser tratado en sistemas biológicos sin un ajuste previo.
- b) Los valores de la conductividad son altos comparados con los valores de aguas residuales industriales (Standard methods, 1979), indicando una gran cantidad de iones libres en el agua residual.
- c) La alta alcalinidad se debe principalmente a la presencia de la alta concentración de carbonatos y bicarbonatos.
- d) La cantidad de sales contenida en el nexayote es muy alta comparada con la de agua de desecho de tipo doméstico.
- e) La turbiedad proviene de los sólidos y del material coloidal disperso, los cuales pueden ser eliminados por los métodos de sedimentación, coagulación ó filtración (tratamiento terciarios).
- f) Los valores de sólidos totales, demanda bioquímica de oxígeno y demanda química de oxígeno son 20 veces mayores en comparación, que los valores registrados en agua de desecho de tipo doméstico.
- g) El material sólido suspendido es refractario al ataque microbiano. Afirmación que se basa en los valores de la DBO_5 del nexayote conteniendo sólidos suspendidos y sin ellos.
- h) Los contaminantes, en su mayoría, tanto orgánicos como inorgánicos se encuentran en forma soluble.

2.- FISICO-QUIMICOS DEL AGUA RESIDUAL DURANTE EL PROCESO DE TRATAMIENTO.

Durante el proceso de tratamiento las fluctuaciones de los parámetros analizados se encuentran registrados en las tablas -- No. 2 a 6 y en las gráficas No. 1 a 7. El análisis estadístico, se basó en la prueba de hipótesis (prueba de T y análisis de varianza), con el fin de saber si los dos eventos (factores físico-químicos en las dos cargas) son ó no diferentes; de las pruebas anteriores se tiene lo siguiente:

pH: este parámetro (tabla 2; gráficas 5 y 6) presenta fluctuaciones y un incremento, que va desde el reactor No. 1 al reactor No. 70, tendiente a ser neutro. El análisis estadístico - revela una diferencia significativa entre los dos eventos (1a. y 2a, carga). Durante la primera carga los valores de pH son mayores que en la segunda carga, debido a la degradación de la materia orgánica, ya que en la primera carga la concentración orgánica fue menor, por lo que la liberación de ácidos orgánicos fue menor en la primera carga y durante la segunda carga la liberación de los ácidos orgánicos, producto de la degradación de la materia orgánica, fue mayor así como la concentración de materia orgánica.

Temperatura (°C): Durante los dos tratamientos se registraron cambios de temperatura, en donde se observa una disminución de este factor en ambas cargas. El análisis estadístico reveló - una diferencia significativa entre los dos eventos. Estos --- cambios en la temperatura se encontraron sujetos a las variaciones en el ambiente, y se ven marcadas diferencias ya que -- las mediciones de este parámetro durante la primera carga se - realizaron en los meses de agosto a septiembre y en la segunda carga las mediciones se efectuaron en los meses de noviembre a diciembre, siendo épocas más frías durante la segunda carga.

Oxígeno disuelto (mg O₂/l): El comportamiento de este factor- mostró en ambas cargas, un incremento, desde el reactor No. 1 - al reactor No. 70.

El tratamiento estadístico mostró que no existen diferencias significativas, entre las dos cargas, ya que el comportamiento de este parámetro fue similar en ambas cargas, por lo que el proceso de aereación fue satisfactorio, incrementandose en buena medida la concentración del oxígeno disuelto. Se observa, en base a la distribución de las zonas saprobias propuesta por Casanelles (1979), una transición de polisaprobias a alfa mesosaprobias (concentración de oxígeno disuelto de 3.8 a 4.0 mg O₂/l) a partir del Reactor No. 14 en la primera carga y -- del reactor No. 70 en la segunda carga (Tabla No.6), presentando en este sentido diferencias en ambas cargas ya que la transición de la zona polisaprobia a la zona alfa mesosaprobia se presenta en el efluente del reactor durante la segunda -- carga, no siendo así en la primera carga orgánica.

Conductividad (mhos/cm): Durante la primera carga orgánica -- este parámetro permaneció estable durante todo el Reactor en Cascada. Durante la segunda carga orgánica, este parámetro se incrementó en un 146 % con respecto a la primera carga. El análisis estadístico indicó una diferencia significativa, debido principalmente a la concentración de la materia orgánica ya que al existir una mayor concentración de material degradable, esta degradación libera mayor cantidad de iones al medio.

DQO (mg O₂/l): Este parámetro presentó cambios significativos entre ambas cámaras, en la primera carga se tuvo una remoción del 38 %, esto es, en el efluente la concentración de la DQO fue de 2480 mgO₂/l y la del efluente de 1573 mgO₂/l, una disminución de la DQO de 907 mgO₂/l. Durante la segunda carga se obtuvo una remoción del 68 %, la concentración del afluente fue de 4580 mgO₂/l y la concentración de la DQO en el efluente fue de 1440 mgO₂/l (Gráfica No. 7), la disminución de la DQO en esta carga fue de 3140 mgO₂/l. Se puede observar que a mayor carga orgánica y mayor tiempo de retención hidráulica -- existe una mayor remoción y eficiencia en el Reactor en Cascada, y por consiguiente las comunidades de organismos micrológicos capaces de degradar la materia orgánica, se presentan con mayor abundancia poblacional (No. de Colonias/ml), durante la segunda carga orgánica que en la primera (observar gráfi-

ca No. 10); la diferencia entre ambas cargas, es el cambio en la concentración de la DQO, tanto en la primera como en la segunda carga orgánica, siendo menos notorio esta degradación -- del material orgánico en la primera carga.

De los parámetros físico-químicos registrados durante el proceso de tratamiento, se observa que estas variaciones no son tan determinantes para el desarrollo de las comunidades micológicas, aisladas en el agua residual en el reactor en cascada. -- Ya que los hongos pueden desarrollarse en temperaturas que se encuentran entre -10 y +90°C al igual que ciertas bacterias y cianofitas (Rheinheimer, 1980); el pH para el crecimiento es preferentemente en medios ácidos, siendo el óptimo para el crecimiento un pH de 6.0 (Alexopoulos et al, 1979; Bold et al, -- 1980). En cuanto a la concentración de oxígeno disuelto, "La mayoría de los microorganismos acuáticos son anaerobios facultativos" (Rheinheimer, 1980), ya que algunas especies sobreviven con una presión parcial de 0.21 y 0.40 atm. de oxígeno --- (Cooke, 1958). La conductividad y la DQO (Demanda Química de Oxígeno) son determinaciones que permiten evaluar la remoción-- (DQO) y la mineralización (conductividad) de la materia orgánica durante el proceso de tratamiento, que como consecuencia de la degradación de este material por los microorganismos modifi can estas características.

3.0 ANALISIS MICOLOGICO.

3.1. CUANTIFICACION.

Las fluctuaciones que presentaron las poblaciones micológicas durante el proceso de tratamiento se encuentran en las gráficas No. 8, 9 y 10. Observando que el comportamiento de las poblaciones en ambas cargas es diferente.

Durante la primera carga el número de colonias/ml inicial es casi nulo (tabla No. 8 y gráfica No. 8), incrementándose la población hasta un máximo en la tercera semana en -- los reactores Nos. 14 y 40; y en la cuarta semana en el --

reactor No. 70, posteriormente se presentó un descenso en el número de colonias/ml., presentando los reactores No. 40 y 70 caídas drásticas de la población micológica.

Estas variaciones pueden ser debidas a los valores de pH registrados durante esta carga, debido a su tendencia a la neutralidad y en algunas ocasiones ligeramente alcalino (Tabla No. 2; Gráficas No. 5 y 6). Los valores promedio del número de colonias/ml (Gráfica No. 10) muestran un incremento conforme avanza el agua residual en el Reactor, sin embargo, el número de colonias/ml. es inferior a la segunda carga. La conductividad y la DQO presentan un comportamiento similar, por lo que los organismos presentes en el Reactor actuarán en forma definitiva sobre la materia orgánica; los factores como la Temperatura y el Oxígeno Disuelto no fueron determinantes para su desarrollo.

Durante la segunda carga el número inicial de colonias micológicas es mayor que en la primera carga, presentandose otro comportamiento poblacional, ya que el incremento se presenta entre la segunda y tercera semana, disminuyendo en la siguiente, incrementandose en las dos ultimas semanas (Tabla No.8; Gráfica No.9). Esto debido a las fluctuaciones del pH en la segunda y tercera semana (Tabla No.2; Gráfica No. 1) afectando a las poblaciones micológicas. Cabe hacer notar que durante esta carga los valores de pH fueron más ácidos que durante la primera carga (Gráficas No. 1,5 y 6), permitiendo el florecimiento de estos organismos favorablemente; en cuanto a la Temperatura aunque fue menor que durante la primera carga, se encuentra dentro del rango optimo de crecimiento micológico; el Oxígeno Disuelto en esta carga fue menor que en la primera carga, pero sin que esto fuera decisivo para el crecimiento de los hongos, ya que requieren poco oxígeno para su desarrollo (Cooke, 1958); la conductividad en esta carga permite observar que existe un aumento en la concentración de iones en la porción media del reactor (Gráfica No. 6), indicando un incremento en la mineralización de la materia orgánica en esta porción, esto se ve reafirmado por el comportamiento de la DQO (Gráfica No.7).

De los datos poblacionales promedio (Tabla No.10), se observa una disminución en el número de colonias, debido a que, al -- disminuir la materia orgánica en los últimos reactores, los nutrientes disponibles (como puede ser algunos azúcares) fueron condicionantes para el crecimiento de algunas especies.

3.2 IDENTIFICACION

Para obtener información que permitiese ~~comparar~~ y evaluar los organismos identificados y cuantificados, el tratamiento estadístico utilizado fue la abundancia relativa de Simpson y la prueba de t.

El número de especies identificadas en cada uno de los reactores analizados, fue el siguiente:

REACTOR No.	1ª CARGA No. de Especies	2ª CARGA No. de Especies.
14	12	11
40	15	12
70	11	12

En las gráficas No. 11 y 12 se tienen registrados los organismos identificados y su abundancia relativa del Reactor No. 14 de ambas cargas; en las gráficas No. 13 y 14 los organismos identificados y su abundancia relativa del Reactor No. 40; y en las gráficas No. 15 y 16 los organismos identificados y su abundancia relativa del Reactor No. 70.

Durante la Primera Carga Orgánica:

En el Reactor No. 14, se puede observar que existe una especie dominante, Alternaria alternata, esto indica que el medio fue favorable para este organismo; en el Reactor No. 40 este organismo es desplazado por Fusarium sp., que en Reactor No. 14- se encontraba como segundo dominante, además en este Reactor- (No. 40) la dominancia no es tan marcada como en su anterior,

presentando tambien la mayor diversidad de los tres Reactores analizados. En el Reactor No. 70, el desplazamiento de Alternaria alternata y Fusarium sp., es más marcado, además de presentarse una persistencia de Candida tropicalis, que se desplazo a lo largo del Reactor en Cascada.

Este desplazamiento de organismo se debio a la disponibilidad del alimento, al parecer la selectividad de los organismos a los nutrientes solubles es marcada para este desplazamiento de organismos, promoviendo con esto que los organismos que -- pueden utilizar ciertos compuestos, proliferen mejor que otros, esto indica que la minaralización de la materia orgánica por organismos como los hongos, permita la utilización completa de los subproductos de la degradación de esta, ya sea por -- otros hongos o bien por organismos como las bacterias, las algas, los protozoarios, los nematodos y larvas de insectos que se relacionan biocenoticamente en este Reactor y cuya función es la de degradar totalmente la materia orgánica.

Durante la Segunda Carga Orgánica:

Existe una sucesión de organismos a lo largo del reactor similar a la primera carga, sinembargo, la concentración del material orgánico en esta carga fue del 50 % mayor que durante la primera carga. Se puede observar que existe cierto traslape-- de la organización micológica entre esta carga y la primera, -- es decir, los organismos observados en el reactor No. 70 de -- esta carga se asemejan a los organismos del reactor No. 40 de la primera carga. Esta relacion entre las comunidades de ambas cargas, se debio a que las condiciones que se generaron en la segunda carga en el Reactor No. 70 y las condiciones del Reactor No. 40 de la primera carga fueron similares, permitiendo el desarrollo similar de las comunidades micológicas, esta similitud debio ser en cuanto a la concentración y disponibilidad de los nutrimentos, generando relaciones biocénóticas equiparables en ambos reactores.

La organización de las comunidades micológicas en ambas cargas estuvo sujeta a los cambios en la concentración y complejidad

de los nutrientes existentes en cada reactor, generando condiciones particulares para cada reactor. Durante la degradación de la materia orgánica en ambas cargas, se presentaron condiciones similares en ciertos reactores, debido a que, la carga orgánica del segundo tratamiento, al disminuir su concentración por efecto de la degradación de los contaminantes orgánicos, generó condiciones propicias para el desarrollo de organismos, como los que se presentaron en la primera carga.

De los organismos identificados en el Reactor en Cascada, la mayoría son de una importancia económica para el hombre, no solo por la actividad biológica en los cuerpos de agua contaminados, sino por su alta patogeneidad para plantas y animales, como es el caso de las especies del género Fusarium, Penicillium, Aspergillus, Mucor, etc.

VI. D I S C U S I O N .

De los datos vertidos por los análisis realizados tanto al contenido de los contaminantes del agua residual de la nixtamalización (NEXAYOTE), de los parámetros físico-químicos de esta agua durante el proceso de tratamiento en el Reactor en Cascada, así como, de los organismos micológicos identificados y censados en ésta. Se puede observar que las condiciones físico-químicas del agua residual original utilizada en las dos cargas orgánicas, existe una disminución de la agresividad de los contaminantes, mejorando paulatinamente su calidad físico-química. Sin embargo, aunque la Remoción y Eficiencia de las dos cargas en el reactor son muy marcadas, no son del todo satisfactorios como para poder afirmar que este proceso, es el más adecuado para el tratamiento del Nexayote.

De los parámetros físico-químicos analizados durante el proceso de --tratamiento, los factores como la temperatura y el oxígeno disuelto --no fueron determinantes para el desarrollo de las comunidades micológicas, como lo fue el pH durante la primera carga orgánica. Los parámetros de Conductividad y DQO permitieron conocer el proceso de remoción de la materia orgánica durante el tratamiento del agua residual, así como explicar el desarrollo y evolución de las comunidades micológicas que se presentaron en este Reactor.

En cuanto a la conductividad, siendo este parámetro utilizado para --evaluar la mineralización en el agua, por la presencia de iones y cationes libres, y que los organismos como los hongos, que son parte integral de los procesos biogeoquímicos de la materia orgánica muerta, --se puede afirmar que estos organismos (al igual que las bacterias, --protozoarios y algas presentes en el Reactor en Cascada, durante el --tratamiento), actúan sobre la materia orgánica presente, mineralizandola y degradandola.

De los organismos identificados durante el estudio del agua residual en el Reactor en Cascada, especies del genero Mucor, Fusarium, Penicillium, Aspergillus, Cephalosporium, Candida, han sido reportados por Cooke (1956, 1958); Harvey (1952); Rheinheimer(1980) y Unz (1977), en cuerpos de agua contaminados por materia orgánica, así como, en plantas de aguas residuales domésticas (Cooke, 1968 y 1970), estas aguas se caracterizan por sus altas concentraciones de materia orgánica. En el caso de este estudio, organismos del genero Aspergillus, Mucor, --

Candida, Fusarium, etc. permiten incrementar los conocimientos acerca de estos organismos y su papel en los procesos de autodepuración del agua.

En cuanto a la DQO se puede observar que durante la primera carga se mantiene estable, influyendo en el número de colonias micológicas censadas, ya que se observa un incremento en el número de colonias/ml. (- Gráficas No. 7 y 10); durante la segunda carga se tiene que el incremento de la materia orgánica, influye en el número de colonias/ml, ya que al disminuir la DQO (que es un indicador de la concentración de la materia orgánica), las características de esta cambian, esto permite que organismo que son selectivos a la disponibilidad de ciertos nutrientes desaparezcan y aparezcan otros que pueden desarrollarse con la concentración y disponibilidad de estas condiciones de nutrientes en el agua residual, esto se ve reflejado en la aparición y desaparición de organismos que se observarán en las dos cargas orgánicas.

Por otro lado, la disminución en el número de colonias/ml en la segunda carga, puede ser debido a que la concentración de los materiales orgánicos disponibles para los hongos, halla disminuido o bien el -- competir con otros organismos (como las bacterias, los protozoarios y las algas que se encontraron en este reactor) por el suministro de nutrientes, espacio, etc., esto daría como resultado que la actividad sinérgica, antagonismo, competición, predación, etc., genere procesos de regulación de estos organismos en este sistema de tratamiento.

Cabe hacer mención que el encontrar organismos como Arthrotrix sp. en abundancia exuberante, el cual es un organismo depredador de nemátodos, permite observar que se llevan a cabo los procesos de autorregulación ecológica en cada uno de los reactores de este modelo de tratamiento.

VII. CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES

- Las poblaciones micológicas cuantificadas durante el proceso de tratamiento presentan un patron de comportamiento diferente entre las dos cargas orgánicas utilizadas. Estas variaciones indican que el contenido de nutrientes, así como, las relaciones con otros organismos fue modificado durante el proceso de tratamiento, ya que el exito de los microorganismos micológicos, al igual que todos los organismos en cualquier habitat estan íntimamente relacionados a su habilidad para explotar y mantener el suministro de alimentos, así como la selectividad de alimentarse de uno o varios nutrimentos.

- Los hongos identificados durante el proceso de tratamiento muestran cambios en la abundancia y diversidad, esto debido a que los organismos en la obtención de alimento pueden: 1) descomponer el sustrato virgen y utilizarlo para su crecimiento; 2) tomar ventaja de las actividades de otros microorganismos presentes, parasitandolos o utilizando sus productos de desecho (secreciones, compuestos simples de carbono, etc.); 3) aprovechar los nutrientes del exterior y no del propio sustrato; y 4) producen reguladores químicos.

- La aparición de las especies durante el proceso de tratamiento, se incrementaron conforme las condiciones físico-químicas y biológicas fueron favorables.

- El tratamiento del agua residual de la nixtamalización en el Reactor en Cascada, no es satisfactorio, ya que despues del tratamiento el afluente presenta altas concentraciones de materia orgánica, por lo que el agua no puede ser vertida en un cuerpo receptor, siendo necesario:
 - 1.- Aumentar el número de reactores y el tiempo de retención hidráulico, para cargas con mayor contenido orgánico, o bien,
 - 2.- Tratar con otros procesos biológicos, como lodos activados, discos biológicos, reactores anaerobios, etc., y
 - 3.- Posiblemente un tratamiento terciario, dependiendo del uso que se le dara al agua tratada.

- Para obtener más datos referentes a la dinámica poblacional micológica, así como a las relaciones biocenóticas que se desarrollan en este modelo de tratamiento, seria conveniente realizar estudios encaminados a discernir estos procesos biológicos, que son importantes para el tratamiento de aguas residuales con altos contenidos de materia orgánica. Con el fin de aprovecharlos optimamente en estos procesos de tratamiento biológico.

VIII. TABLAS Y GRAFICAS.

TABLA No.1

RESULTADOS FISICO-QUIMICOS DEL NEXAYOTE, PRODUCIDO EN LA PLANTA NIXTAMALIZADORA DE
MONTEREY, N. L.

		pH	CONDUCTIVIDAD mhos/cm	ALCALINIDAD mg CaCO ₃ /l	COLOR nm	TURBIDIDAD UTN	SOLIDOS TOTALES mg/l.	DBO ₅ mgO ₂ /l	DOO mgO ₂ /l	N Kjeldahl mg N/l	NH ₄ ⁺ mg N/l	NO ₃ ⁻ mg N/l	Ca mg Ca/l	P mg P/l	SO ₄ ⁼ mg SO ₄ /l
AGUA DE COCIMIENTO	TOTAL	11.6	5,100	3,260	570	380	13,310	6,190	13,650	118			305	27	
	SOLUBLE	11.6	5,000	2,600	572	42	11,295	6,000	10,020	98	4	22	295	24	240
	SUSPENDIDO			660			2,015	190	3,630	20			10	3	
AGUA DE LAVADO	TOTAL	11.6	2,100	900	560	240	3,010	940	3,960	42			298	7	
	SOLUBLE	11.6	2,100	700	570	30	2,540	750	2,290	35	2	13	240	2	188
	SUSPENDIDO			200			470	190	1,670	7			58	5	
MEZCLA DE LAS 2 AGUAS	TOTAL	11.6	3,597	2,080	565	310	8,150	3,560	8,795	80			301	17	
	SOLUBLE	11.6	3,547	1,650		36	6,910	3,370	6,147	66	3	17	267	13	214
	SUSPENDIDO			430			1,240	190	2,650	14			34	4	

NOTA: Los valores de la mezcla de las dos aguas es para la misma proporción de la mezcla de la planta.

TABLA No. 2

RESULTADOS DE pH DURANTE EL PROCESO DE TRATAMIENTO DEL NEXAYOTE EN EL REACTOR EN CASCADA.

No. REACTOR	No. DE MUESTRA ¹ (Primera Carga)						PROMEDIO \bar{x}
	1	2	3	4	5	6	
1	7.4	6.2	5.8	5.7	5.5	6.0	6.05
14	6.4	6.8	6.4	7.0	7.0	6.3	6.65
21	6.9	7.2	6.5	7.2	7.0	6.7	6.91
40	7.0	7.4	6.4	6.6	7.1	6.6	6.81
50	6.6	7.6	6.0	7.2	7.1	6.8	6.88
70	6.8	7.7	5.6	7.4	7.0	7.3	6.96

No. REACTOR	No. DE MUESTRA ² (Segunda Carga)						PROMEDIO \bar{x}
	I	II	III	IV	V	VI	
1	7.1	8.5	5.1	5.0	4.2	4.0	5.65
14	6.4	6.5	6.6	6.3	3.7	4.2	5.61
21	6.6	6.5	6.6	6.5	3.7	4.2	5.68
40	6.5	6.0	6.6	6.2	5.5	5.0	5.96
50	6.8	6.5	6.8	6.4	5.5	6.1	6.35
70	7.3	7.0	7.1	6.9	5.8	6.7	6.73

[1]-El número de muestra corresponde al tiempo de muestreo (en semanas).

TABLA No. 3

RESULTADOS DE LA TEMPERATURA (°C) DURANTE EL PROCESO DE TRATAMIENTO DEL NEXAYOTE EN EL REACTOR EN CASCADA.

No. REACTOR	No. DE MUESTRA ¹ (Primera Carga)						PROMEDIO \bar{x}
	I	II	III	IV	V	VI	
1	19.0	17.5	18.5	19.0	19.0	20.0	18.83
14	18.0	17.0	17.0	18.0	17.0	18.5	17.75
21	18.0	16.0	17.0	18.0	17.0	19.0	17.50
40	18.0	17.0	17.0	18.5	18.0	19.0	17.91
50	18.0	17.0	17.0	19.0	17.0	19.0	17.83
70	19.0	17.0	17.0	18.0	17.5	19.0	17.91

No. REACTOR	No. DE MUESTRA ¹ (Segunda Carga)						PROMEDIO \bar{x}
	I	II	III	IV	V	VI	
1	17.0	18.0	17.0	15.0	16.0	15.0	16.33
14	17.0	17.0	16.0	15.0	16.0	15.0	16.00
21	17.0	17.0	16.0	15.0	16.0	15.0	16.00
40	17.0	16.0	16.0	14.0	16.0	15.0	15.66
50	17.0	16.0	16.0	15.0	16.0	15.0	15.83
70	17.0	16.0	16.0	15.0	16.0	15.0	15.83

¹ : El número de muestra corresponde al tiempo de muestreo (en semanas)

TABLA No. 4

RESULTADOS DE LA CONCENTRACION DEL OXIGENO DISUELTO ($\text{mg O}_2/\text{l}$), DURANTE EL PROCESO DE TRATAMIENTO DEL NEXAYOTE EN EL REACTO EN CASCADA _____

No. REACTOR	No. DE MUESTRA ¹ (Primera Carga)						PROMEDIO \bar{x}
	1	2	3	4	5	6	
1	1.3	3.9	4.6	1.6	0.8	2.0	2.36
14	1.4	2.6	6.6	6.6	3.5	3.9	4.08
21	1.4	4.7	4.0	4.0	3.5	3.9	3.85
40	1.0	4.4	5.7	5.7	4.8	3.2	4.06
50	0.8	4.6	4.6	4.6	4.5	3.1	4.01
70	2.2	4.6	5.7	5.7	4.9	4.3	4.70

No. REACTOR	No. DE MUESTRA ¹ (Segunda Carga)						PROMEDIO \bar{x}
	I	II	III	IV	V	VI	
1	5.2	3.4	0.5	4.0	3.9	1.9	3.01
14	3.2	3.1	4.1	3.9	1.1	4.6	3.32
21	2.4	5.4	4.1	4.7	1.5	2.7	3.47
40	3.7	3.4	3.3	3.3	1.6	1.8	2.85
50	3.2	5.4	3.9	2.4	2.7	1.4	3.15
70	5.3	3.9	4.3	4.2	6.0	6.2	4.99

¹ = El número de muestra corresponde al tiempo de muestreo (en semanas).

TABLA No. 5

RESULTADOS DE LA CONDUCTIVIDAD (mohs/cm), DURANTE EL PROCESO DE TRATAMIENTO DEL NEXAYOTE EN EL REACTOR EN CASCADA.

No. REACTOR	No. DE MUESTRA ¹ (Primera Carga)						PROMEDIO \bar{x}
	I	II	III	IV	V	VI	
1	900	1100	960	1700	1600	1500	1293.33
14	900	1090	980	1660	1500	1650	1296.66
21	900	1090	970	1650	1600	1600	1301.66
40	870	1060	960	1660	1580	1700	1305.00
50	840	1020	950	1660	1400	1780	1275.00
70	790	1100	970	1650	1500	1630	1273.33

No. REACTOR	No. DE MUESTRA ¹ (Segunda Carga)						PROMEDIO \bar{x}
	I	II	III	IV	V	VI	
1	1450	1600	1800	1400	2100	2000	1725.00
14	1750	2050	1800	1600	2000	2000	1866.66
21	1700	2100	1800	1600	2000	2100	1883.33
40	1700	2080	1900	1600	1900	2000	1863.33
50	1700	1700	1600	1500	2000	2000	1750.00
70	1500	2000	1700	1300	2000	2300	1800.00

¹ = El número de muestra corresponde al tiempo de muestreo (en semanas).

TABLA N. 6

ANALISIS FISICO-QUIMICO DEL LIQUIDO (NEXAYOTE) DURANTE EL PROCESO DE TRATAMIENTO EN EL REACTOR EN CASCADA.

1RA. CARGA (CO=4.98 Kg. DQO/M³/D ; Θ = 0.5 D)

PARAMETRO No. REACTOR	pH	Temperatura (°C)	OXIGENO DISUELTO (mgO ₂ /l)	Conductividad (mhos/cm)	DQO (mgO ₂ /l)
AFLUENTE	---	----	----	-----	2480
1	6.0	18.8	2.36	1293.33	2480
7	6.1	17.7	2.10	1294.00	2360
10	---	----	----	-----	2332
14	6.3	17.7	4.08	1296.66	2290
21	6.7	17.5	3.85	1301.61	2240
30	6.6	17.8	3.70	1303.10	2147
40	6.8	17.9	4.06	1305.00	2040
50	6.8	17.8	4.01	1275.00	1947
60	6.9	18.0	3.50	1275.00	1667
70	7.3	17.9	4.70	1273.00	1573

2DA. CARGA (CO= 2.29 Kg. DQO/M³/D ; Θ = 2.0 D)

PARAMETRO No. REACTOR	pH	Temperatura (°C)	OXIGENO DISUELTO (mgO ₂ /l)	Conductividad (mhos/cm)	DQO (mgO ₂ /l)
AFLUENTE	---	----	----	-----	4580
1	5.70	16.33	3.01	1725.00	4580
7	5.90	17.00	2.90	1800.00	3680
10	---	----	----	-----	3232
14	5.81	16.00	3.32	1866.66	3110
21	5.88	16.00	3.47	1883.33	2882
30	5.80	15.50	2.80	1841.00	2244
40	5.96	15.60	2.85	1863.33	1936
50	6.35	15.80	3.15	1750.00	1892
60	6.60	16.20	3.20	1793.00	1716
70	6.73	15.80	4.99	1800.00	1440

TABLA No. 7

REMOCIÓN Y EFICIENCIA
EN EL REACTOR EN CASCADA

CARGA No.	CARGA ORGANI- CA VOLUMETRI- CA. (Kg DQO/m ³ d)	REMOCIÓN DE LA DQO (%)	EFICIENCIA. (Kg DQO/m ³ d)	TIEMPO DE RETENCIÓN HIDRAULICO. (θ)
1RA.	4.96	36	1.814	0.5
2DA.	2.29	68	1.570	2.0

θ = el tiempo es en días.

TABLA N. 8

CUANTIFICACION MICOLOGICA

N.º COLONIAS/ML x 10³

N.º REACTOR	NUMERO DE MUESTRO (EN SEMANAS)					
	I	2	3	4	5	6
14	0.07	300	1270.0	655.00	160.000	110.0
40	8.00	5	6449.0	1696.41	1.000	47.5
70	0.04	46	2622.5	9820.00	219.875	3.0

1ra. CARGA

N.º REACTOR	NUMERO DE MUESTRO (EN SEMANAS)					
	I	II	III	IV	V	VI
14	96.5	836	5940	1125	8610.00	12260.0
40	25.0	15597	3180	960	3760.11	5305.0
70	192.5	1480	8900	200	2980.00	8360.0

2da. CARGA

TABLA N. 9

PROMEDIO DEL N.º COLONIAS/ml x 10³

N.º REACTOR	PRIMERA	SEGUNDA
	CARGA	CARGA
14	103.70	886.92
40	203.79	667.10
70	266.59	529.10

TABLA No. 10

ORGANISMOS IDENTIFICADOS EN EL REACTOR EN CASCADA DURANTE
EL TRATAMIENTO DEL NEXAYOTE.

ORGANISMOS .	PRIMERA CARGA			SEGUNDA CARGA		
	R E A C T O R			R E A C T O R		
	14	40	70	14	40	70
<i>Alternaria alternata</i>	●	●	●	●	●	●
<i>Aspergillus flavus</i>		●	●	●	●	●
<i>Aspergillus fumigatus</i>	●	●	●	●	●	●
<i>Aspergillus glaucus</i>			●	●		●
<i>Aspergillus niger</i>	●	●	●	●	●	●
<i>Aspergillus terreus</i>	●	●	●	●	●	●
<i>Candida subtropicalis</i>					●	
<i>Candida tropicalis</i>	●	●	●	●	●	●
<i>Cephalosporium sp.</i>		●	●		●	●
<i>Fusarium aquaeductum</i>		●				
<i>Fusarium dimerum</i>		●				
<i>Fusarium roseum</i>		●			●	
<i>Fusarium sp.</i>	●	●	●	●	●	●
<i>Geotrichum sp.</i>	●					
<i>Monosporium sp.</i>	●					
<i>Mucor sp.</i>	●	●	●	●	●	●
<i>Paecilomyces sp.</i>		●				
<i>Penicillium martensii</i>	●					
<i>Penicillium sp.</i>	●	●	●	●	●	●
<i>Penicillium spp.</i>	●	●				●
<i>Trichothecium sp.</i>				●		
<i>Arthrobotrys sp.</i>	●	●	●	●	●	●

TABLA No. II

CUANTIFICACION DE LOS ORGANISMOS IDENTIFICADOS EN EL ---
 REACTOR EN CASCADA, DURANTE EL TRATAMIENTO DEL
NEXAYOTE.

NUMERO DE ORGANISMOS/MI X 10³

ORGANISMOS	PRIMERA CARGA			SEGUNDA CARGA		
	R E A C T O R			R E A C T O R		
	14	40	70	14	40	70
<i>Alternaria alternata</i>	800.00	450.00	175.51	1600.00	947.00	378.94
<i>Aspergillus flavus</i>	0.00	93.97	81.90	241.50	1654.60	390.82
<i>Aspergillus fumigatus</i>	12.23	158.47	179.44	125.00	3007.6	78.19
<i>Aspergillus glaucus</i>	0.00	0.00	346.39	2550.00	0.00	1284.59
<i>Aspergillus niger</i>	80.75	375.05	425.87	1187.50	2500.5	360.51
<i>Aspergillus terreus</i>	30.00	196.44	88.29	55.00	2309.70	173.60
<i>Candida subtrropicalis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	150.00	0.00
<i>Candida tropicalis</i>	53.00	231.44	844.34	1312.62	434.55	256.40
<i>Cephalosporium sp.</i>	0.00	1.60	10.46	0.00	135.33	494.91
<i>Fusarium agudochum</i>	0.00	83.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Fusarium dimerum</i>	0.00	1.24	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Fusarium roseum</i>	0.00	21.50	0.00	0.00	257.50	0.00
<i>Fusarium sp.</i>	177.10	501.12	124.84	1405.83	890.31	1378.11
<i>Geotrichum sp.</i>	0.033	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Monosporium sp.</i>	0.017	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Mucor sp.</i>	58.25	300.20	489.90	1241.66	280.48	295.21
<i>Paecllamces sp.</i>	0.00	1.98	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Penicillium martensii</i>	13.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Penicillium sp.</i>	37.75	409.11	165.53	169.00	383.50	312.13
<i>Penicillium spp</i>	26.00	250.00	0.00	0.00	0.00	745.83
<i>Trichothecium sp.</i>	0.00	0.00	0.00	68.00	0.00	0.00
n	12	15	11	11	12	12
\bar{x}	105.7	203.79	266.59	886.92	667.10	529.105

TABLA No. 12.
 CENSO MICOLÓGICO, REACTOR No. 14
 No. Colonias/100 ml x 10³

ORGANISMOS.	1 A. CARGA						2 A. CARGA					
	NÚMERO DE MUESTRA						NÚMERO DE MUESTRA					
	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI
<i>Alternaria alternata</i>			800									1600
<i>Aspergillus flavus</i>								83				400
<i>Aspergillus fumigatus</i>			12.23					125				
<i>Aspergillus glaucus</i>												2350
<i>Aspergillus niger</i>			72.5		14	35			2000	375		
<i>Aspergillus terreus</i>					30			55				
<i>Candida tropicalis</i>				80	26		0.5			250	650	4350
<i>Fusarium sp.</i>		100.5	170	550	40	25	9	156	2500	360	2960	2450
<i>Geotrichum sp.</i>	0.033											
<i>Monosporium sp.</i>	0.017											
<i>Mucor sp.</i>	0.020	99.5	160	25	25	40	85	280	1440	35	5000	610
<i>Penicillium martensii</i>			13.27									
<i>Penicillium sp.</i>		100.0	15.99		25	10	2	137		37		500
<i>Penicillium ssp.</i>			26									
<i>Trichothecium sp.</i>										68		

NOTA: El número de muestra corresponde al tiempo de muestreo (en semanas).

TABLA No. 13
 CENSO MICOLOGICO, REACTOR No.40
 No. Colonias /100 ml x 10³

ORGANISMOS	1A. CARGA						2A. CARGA					
	NÚMERO DE MUESTRA						NÚMERO DE MUESTRA					
	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI
<i>Alternaria alternata</i>			450					825				1070
<i>Aspergillus flavus</i>		0.7	100	275	0.2			3664.5			794.5	535
<i>Aspergillus fumigatus</i>	1.6	0.3	500	132			2.3		600		300	
<i>Aspergillus niger</i>			850	275	0.15		2.2		350	113		535
<i>Aspergillus terreus</i>			584		0.32	5		9000		12.5	12.32	214
<i>Candida subtropicalis</i>									150			
<i>Candida tropicalis</i>			900	15.7	0.075	10	6	1000	200.15	0.5	270.6	1150
<i>Cephalosporium sp.</i>	2.0	1.2					10.5	272.5		126		
<i>Fusarium aqueductum</i>			65									
<i>Fusarium dimerum</i>	2.4				0.09							
<i>Fusarium roseum</i>				45.25	0.165	18.5		15		500		
<i>Fusarium sp.</i>	2.0	0.85	2000			1.6	4		879	160	1588.6	1020
<i>Mucor sp.</i>			500	388.24		12.375		20	1000.85		100.3	0.55
<i>Panclomices sp.</i>		1.95										
<i>Penicillium sp.</i>			250	568.23				800		39.5	694	0.5
<i>Penicillium spp</i>			250							8.5		

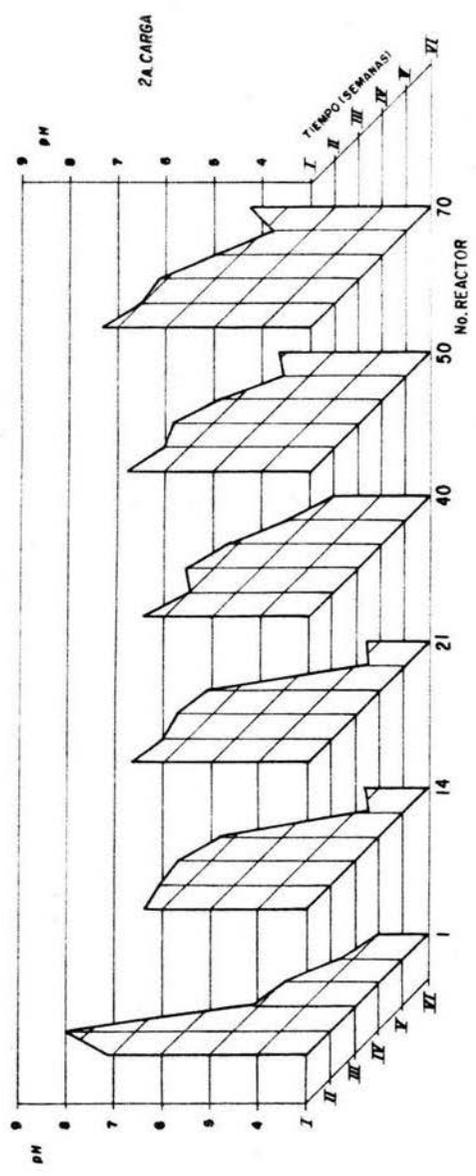
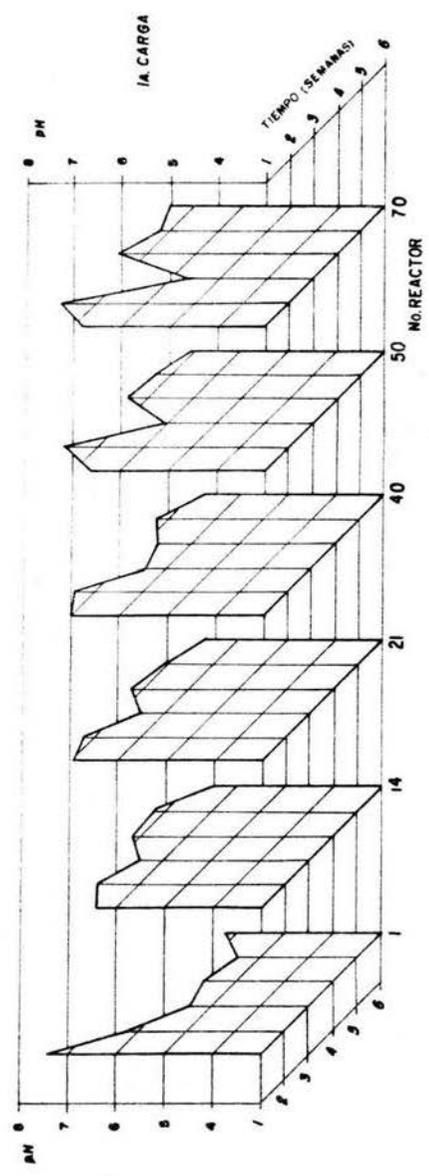
NOTA: El número de muestra corresponde al tiempo de muestreo (en semanas).

TABLA No. 14
 CENSO MICOLOGICO , REACTOR No. 70
 No. Colonias /100 ml x 10³

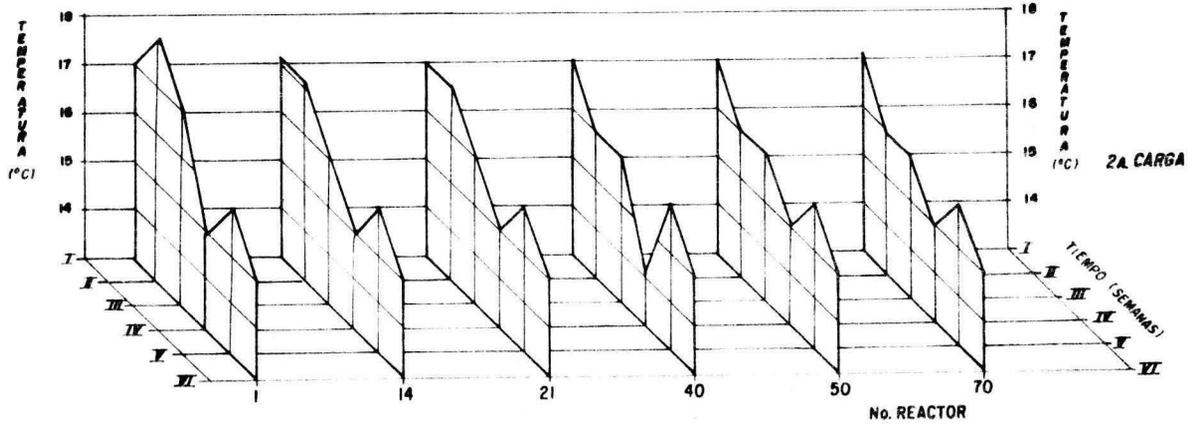
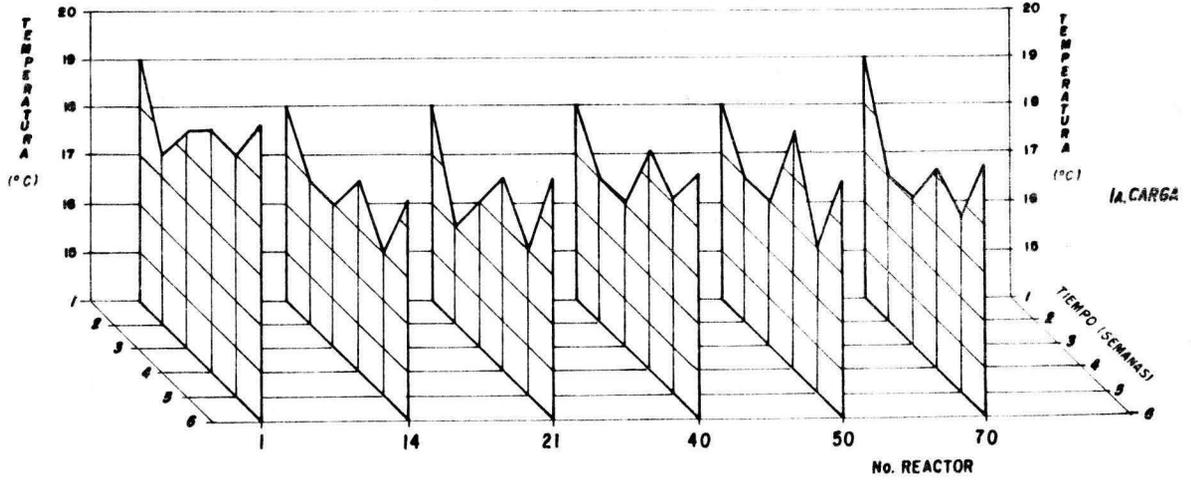
ORGANISMOS	1A. CARGA NÚMERO DE MUESTRA						2A. CARGA NÚMERO DE MUESTRA					
	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI
<i>Alternaria alternata</i>	0.002	3	660.5		38.56			215.43		39.88	330.46	930
<i>Aspergillus flavus.</i>	0.01	3.2	14	470	4.025	0.18		35.06	1850.42	45.63	432.16	
<i>Aspergillus fumigatus</i>		1.35	536			0.96		126.37				30
<i>Aspergillus glaucus</i>	0.005	7.55	128	1250				132.25	3658.9		62.61	
<i>Aspergillus niger</i>		5.1		1685.65	12.34	0.38	32.08		934.54	25.43		450
<i>Aspergillus terreus</i>	0.003	0.1	335		18.05		43.22	188.82		5.65	456.7	
<i>Candida tropicalis</i>	0.015		335	3810.89	75.55	0.225	26.42				65.47	677.32
<i>Cephalosporium sp.</i>	0.002	1.15			30.22		7		404.89		657.42	910.32
<i>Fusarium sp.</i>	0.001	11.65	569		43.12	0.430	73.31		47.56		835.91	4555.66
<i>Mucor sp.</i>	0.001	12.9		1946.03		0.655	10.47	319.63	1280.43	83.41	31.87	45.42
<i>Penicillium sp.</i>	0.001		4.5	657.43		0.17		462.43	723.26		47.39	15.42
<i>Penicillium ssp.</i>												745.85

NOTA: El número de muestra corresponde al tiempo de muestreo (en semanas)

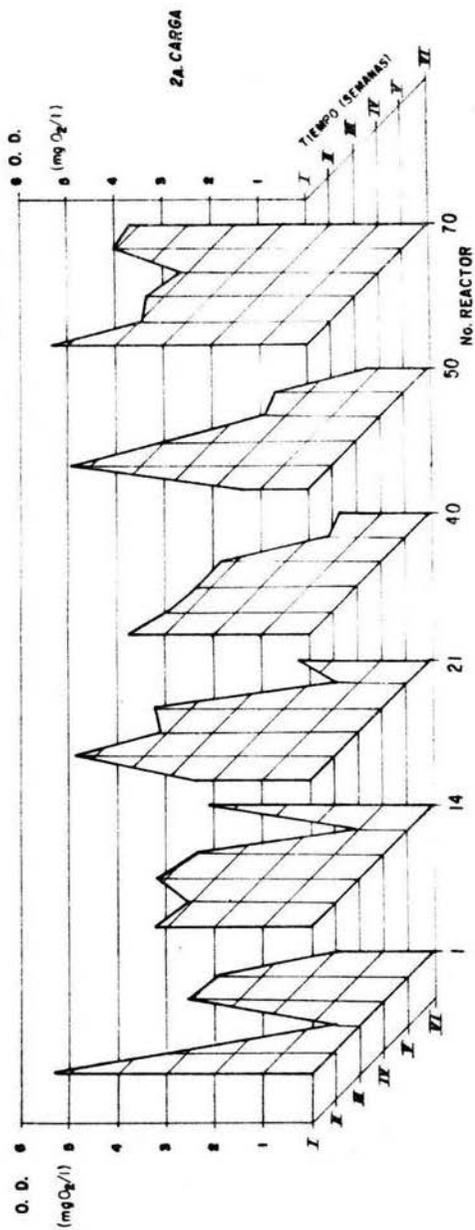
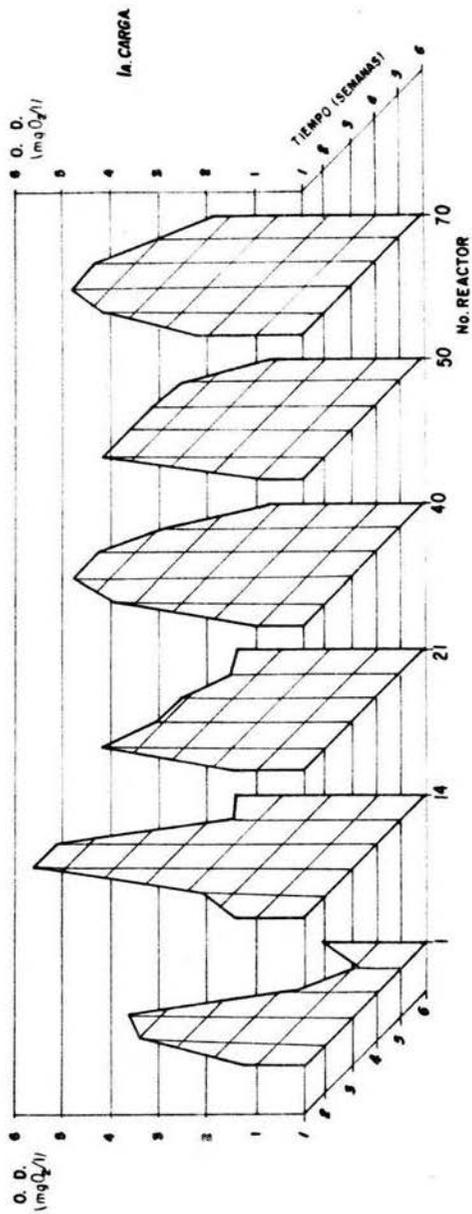
GRAFICA No. 1 | COMPORTAMIENTO DEL pH



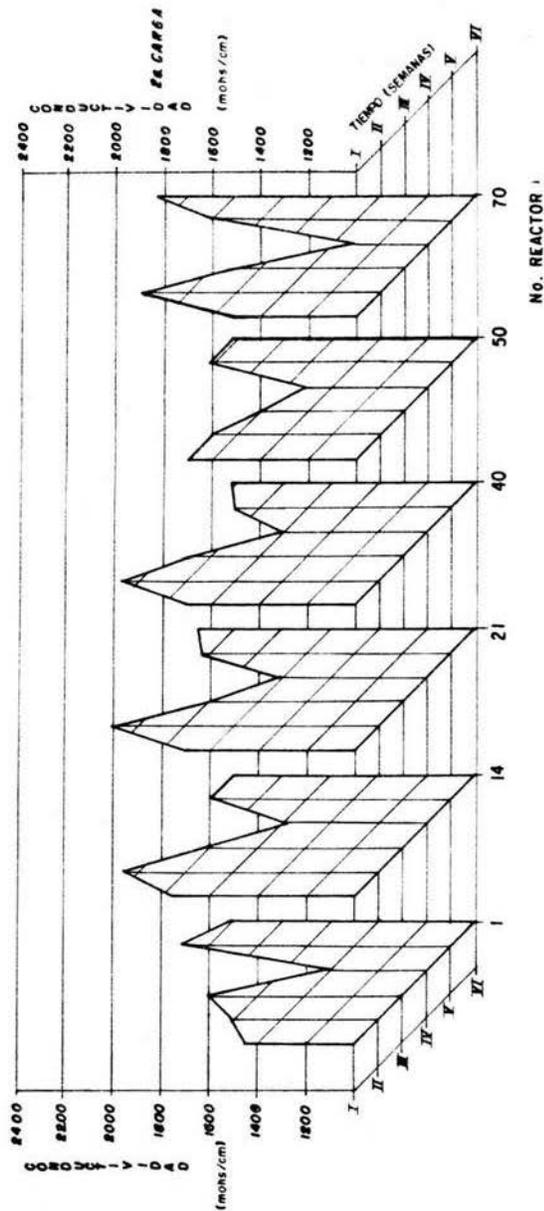
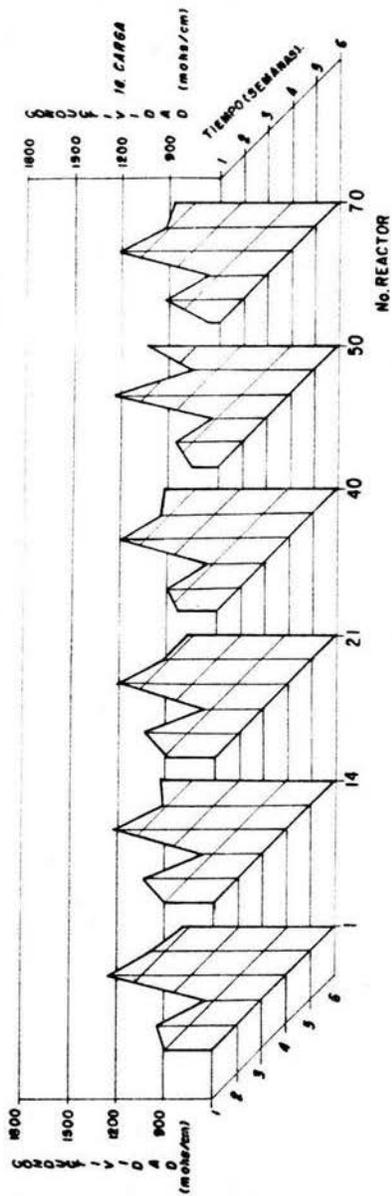
GRAFICA No. 2 COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA (°C)



GRAFICA No. 3 COMPORTAMIENTO DEL OXIGENO DISUELTO ($\text{mg O}_2/\text{l}$)

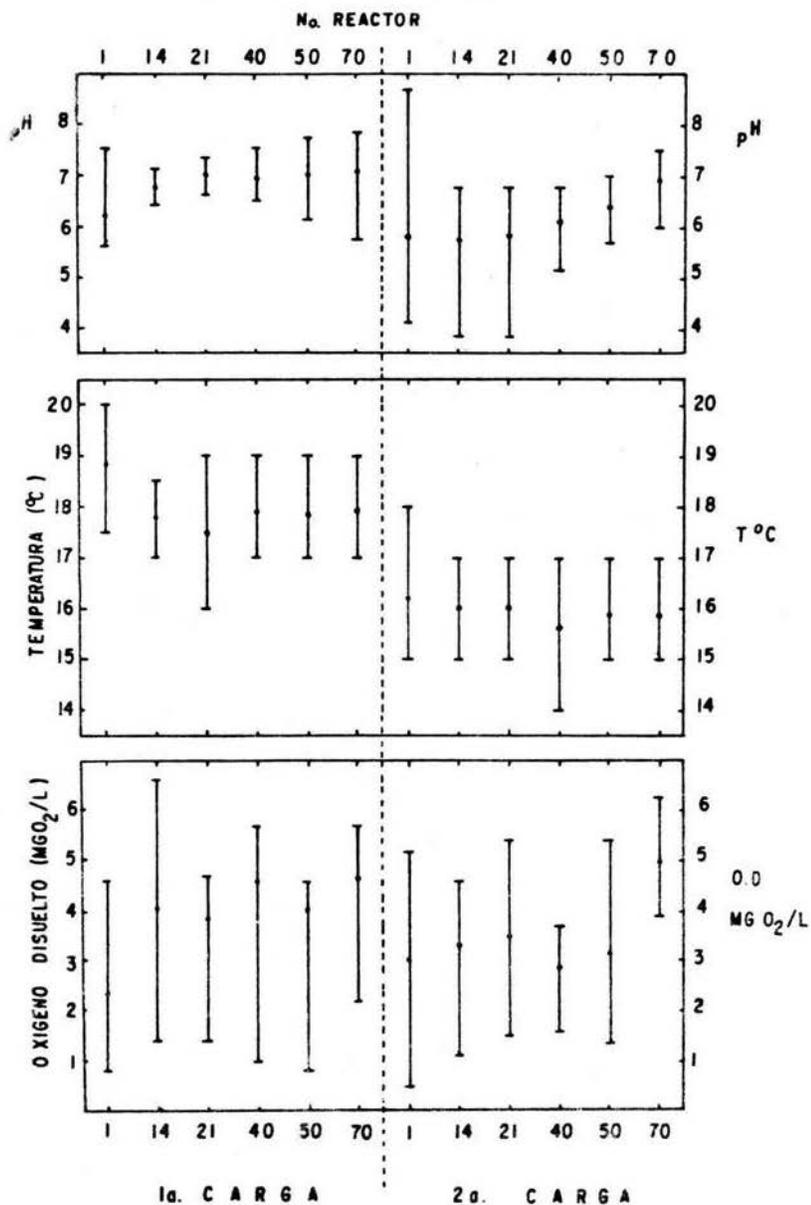


GRÁFICA No. 4 COMPORTAMIENTO DE LA CONDUCTIVIDAD (mohs/cm)



GRAFICA N.º 5

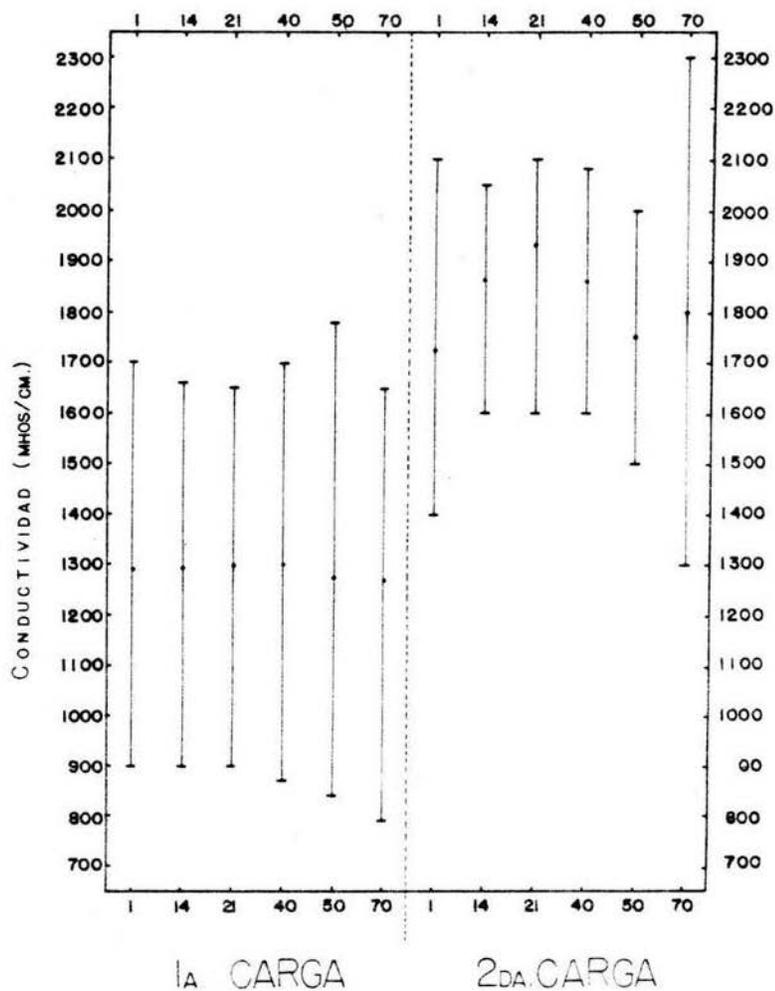
MAXIMOS Y MINIMOS DE LOS FACTORES FISICO-QUIMICOS
EN EL REACTOR EN CASCADA



GRAFICA N.º 5
(CONTINUACION...)

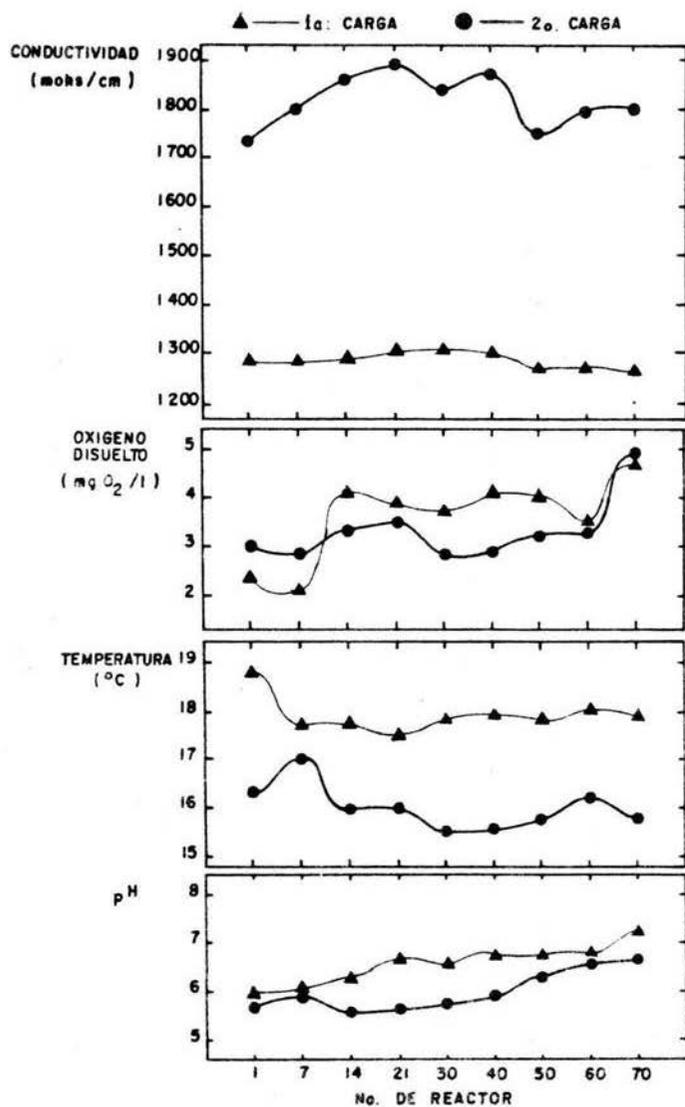
MAXIMOS Y MINIMOS DE LOS FACTORES FISICO-QUIMICOS EN
EL REACTOR EN
CASCADA.

N.º REACTOR



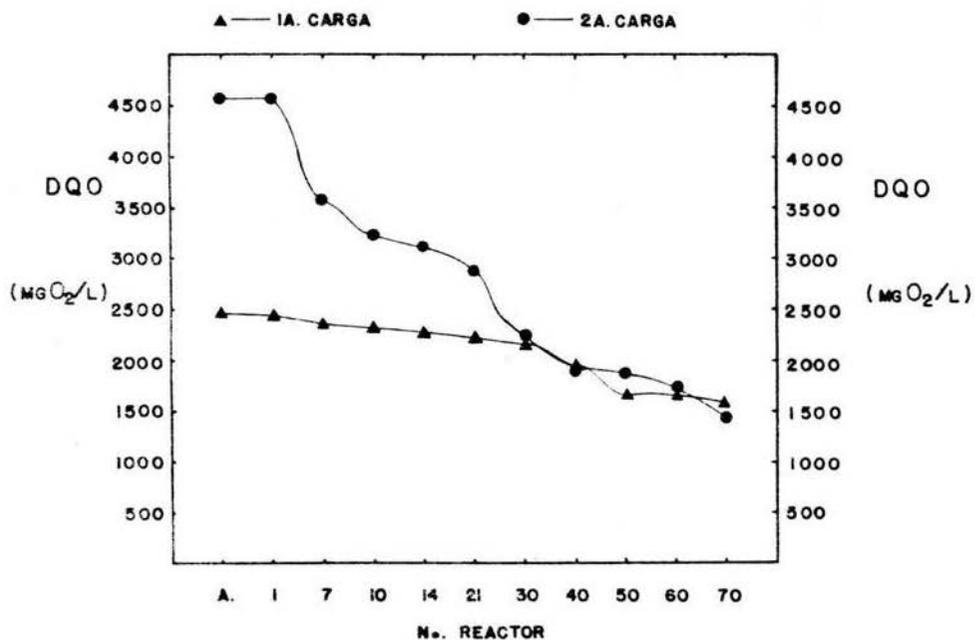
GRAFICA No. 6

VALORES PROMEDIO DE LOS FACTORES FISICOQUIMICOS OBSERVADOS EN EL NEXAYOTE DURANTE EL PROCESO DE TRATAMIENTO



GRAFICA N. 7

VARIACIONES DE LA DQO DURANTE EL PROCESO DE TRATAMIENTO DEL NEXAYOTE.

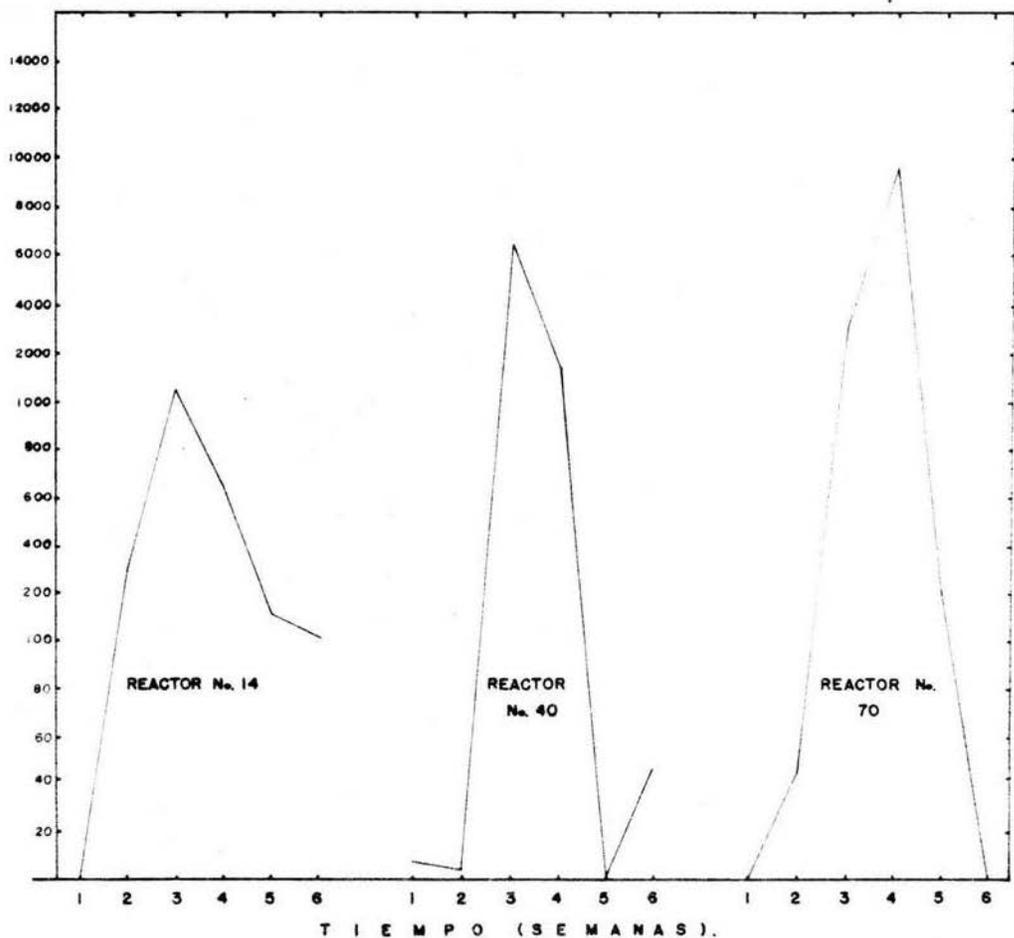


A = AFLUENTE.

GRAFICA No. 8

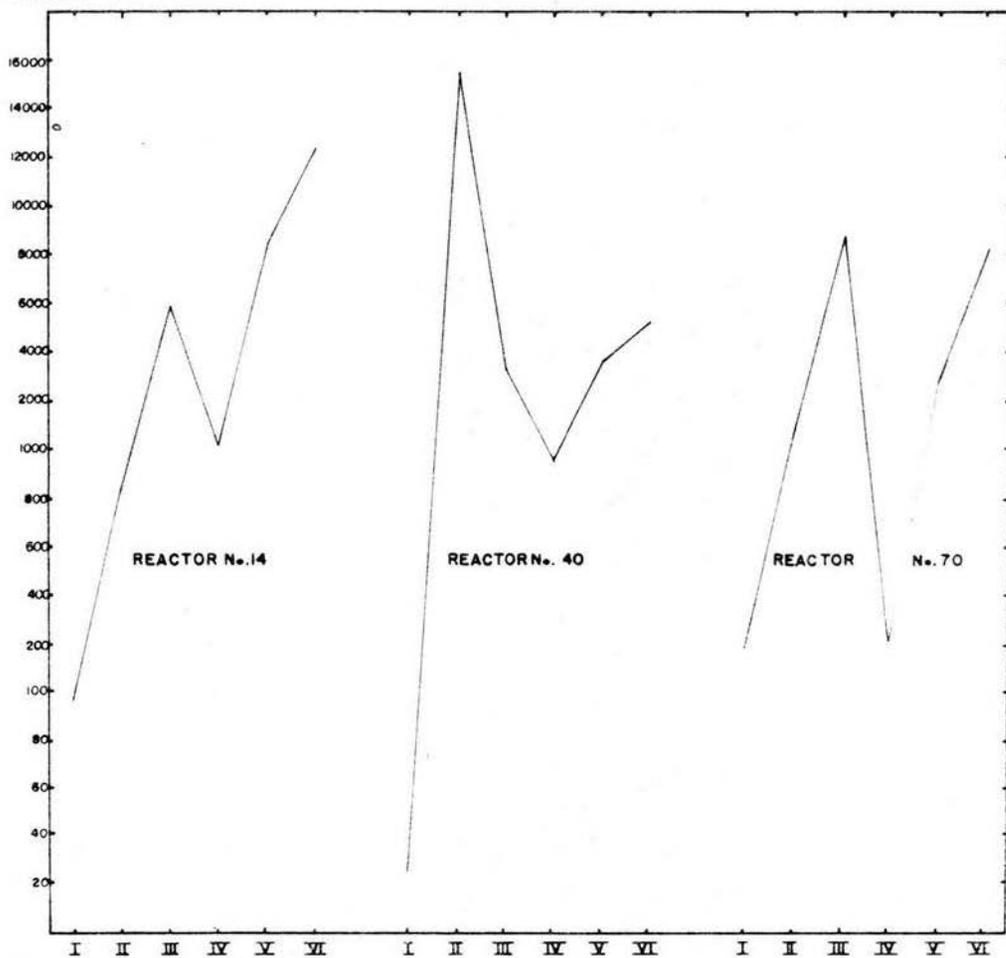
VARIACION POBLACIONAL MICROLOGICA (N. COLONIAS/ML.) DURANTE LA PRIMERA CARGA.
EN LOS REACTORES No. 14, 40 Y 70.

NO. COLONIAS/ml. $\times 10^3$



GRAFICA No. 9
 VARIACION POBLACIONAL MICOLOGICA (N^o. COLONIAS/ML.) DURANTE LA SEGUNDA CARGA EN LOS
 REACTORES No. 14, 40 Y 70.

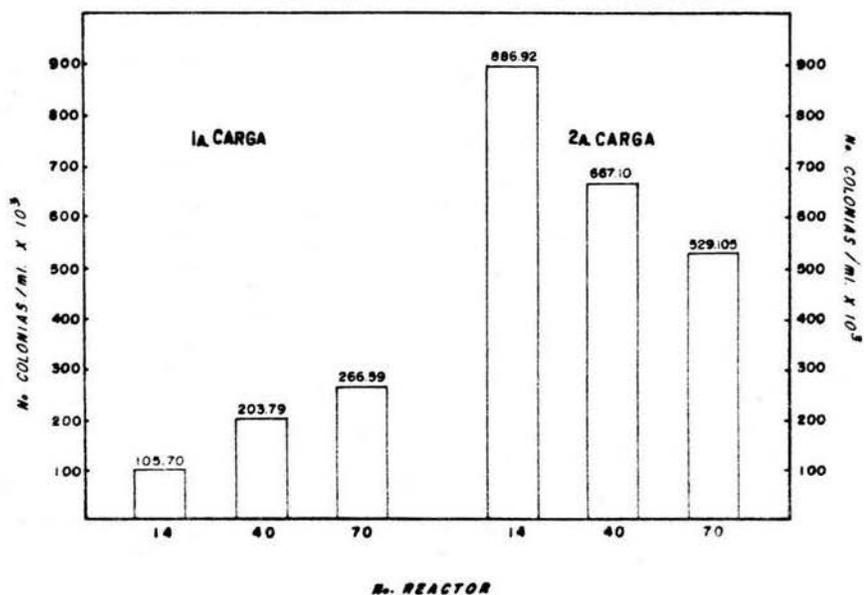
N^o. COLONIAS/ML. X 10³



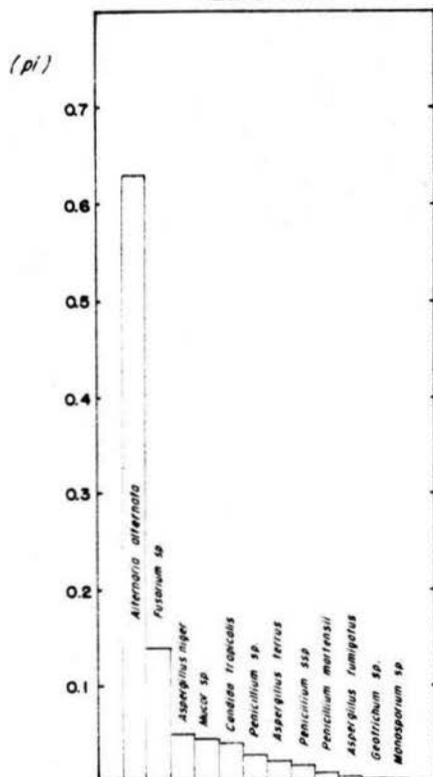
TIEMPO (SEMANAS)

GRAFICA No. 10

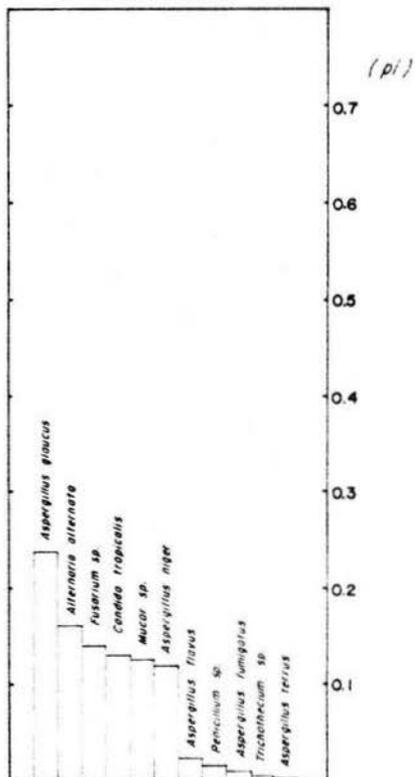
PROMEDIO PoblACIONAL MICROLOGICO DURANTE EL PROCESO DE
TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL DE LA NIXTAMALIZACION.



GRAFICA No. 11
ABUNDANCIA RELATIVA 1a. CARGA.
REACTOR No. 14



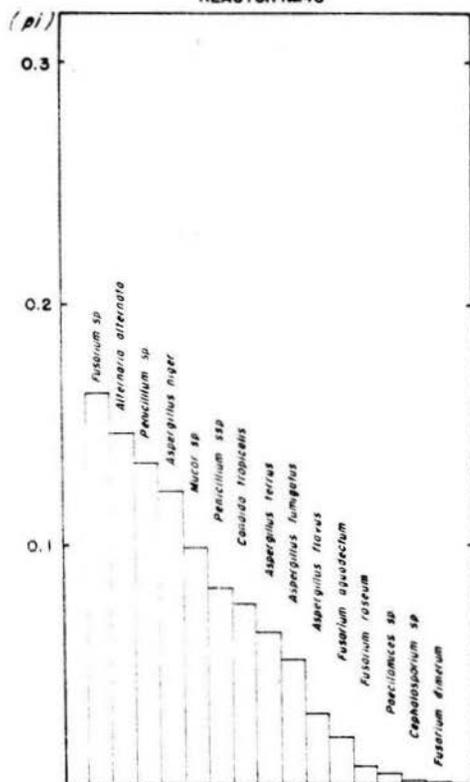
GRAFICA No. 12
ABUNDANCIA RELATIVA 2a. CARGA.
REACTOR No. 14



(pi) = Abundancia relativa = n_i/N ; en donde 1.0 es el valor máximo

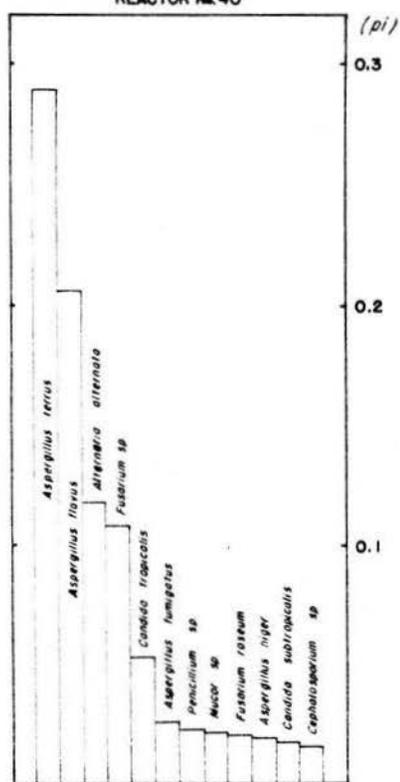
GRAFICA N. 13

ABUNDANCIA RELATIVA 1.ª CARGA
REACTOR N. 40



GRAFICA N. 14

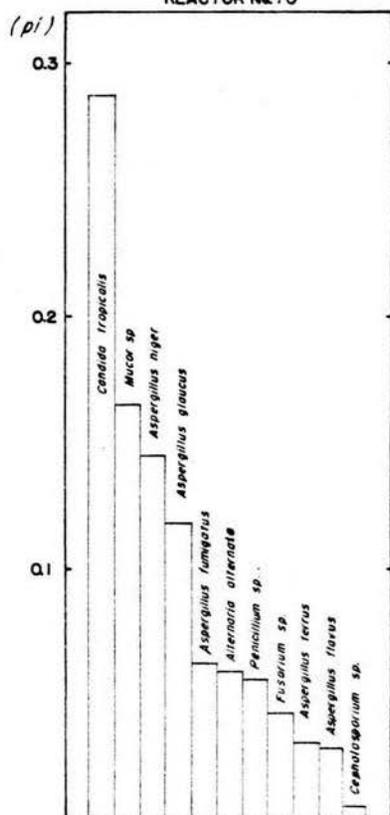
ABUNDANCIA RELATIVA 2.ª CARGA
REACTOR N. 40



(p_i) : Abundancia relativa = n_i/N , en donde 1.0 es el valor máximo.

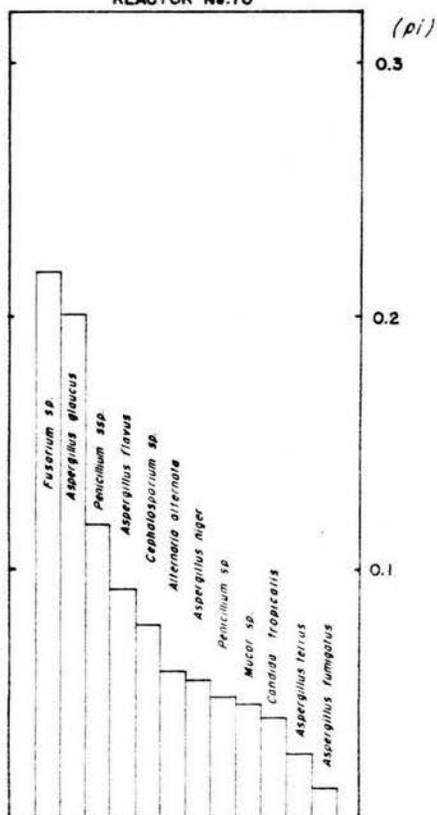
GRAFICA N.º 15

ABUNDANCIA RELATIVA 1.ª CARGA.
REACTOR N.º 70



GRAFICA N.º 16

ABUNDANCIA RELATIVA 2.ª CARGA.
REACTOR N.º 70



(pi) = Abundancia relativa = n_i/N ; en donde 1.0 es el valor máximo.

IX. BIBLIOGRAFIA.

- ACEVES G., Víctor R. (1978). El agua, cuna y tumba de la humanidad. Primer Congreso Nacional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, SMISSC, 1: 608-704.
- ACKOFF, R.L. (1962). Measurement, Scientific Methods. Wiley and Sons.
- ALEXOPOULUS, C.J. and MIMS, C.W. (1979). Introductory Mycology. Third edition, John Wiley and Sons, New York.
- AMIN, M. and GANAPATI, S.U. (1972). Biochemical changes in oxidation ponds.-- Journal Water Pollution Federation, 44, (2) 183-198.
- APHA, AWWA and WPCF. (1976). Standard Methods for the examination of water and wastewater. 14th. edition.
- ARKIN H. and COLTON, R.R. (1963) Tables for Statisticians. Second Edition. -- Barnes and Noble, College Outline Series.
- BARNETT, H.L. and HUNTER, B.B. (1972). Illustrated Genera of imperfect Fungi. -- Burgess Publishing Company. Third edition.
- BICK, Hartmut. (1973). A review of Central European Methods for the Biological Estimation of water Pollution levels. Bull.Org.Mond. Santé. 29: 401-403.
- BIOXON. (1980). Medios de Cultivo. Bioxon Co.
- BOLD, H.C. and ALEXOPOULUS, C.J. (1980). Morphology of Plants and Fungi. Harper International Edition.
- BOOTH, C. (1977). FUSARIUM, Laboratory Guide to the identification of major species. Commonwealth Mycological Institute.
- CAIRNS, J. and DICKSON, K.L. (1973). Biological Methods for the Assessment of Water Quality. American Society for Testing and Material. Baltimore.
- CARRANCO, Paul D., et al.(1983). Soil and Aquatic Fungi in a waste-stabilization pond system of the state of México, México. Water, Air and soil Pollution, 23: 249-256.
- CASANELLES, Eusebi. (1983). La Contaminación, Hoy. Editorial Taide, S.A. Barcelona, España.
- COOKE, Wm Bridge. (1956). Potential Plant Pathogenic Fungi in Sewage and Polluted Water. Plant Disease Reporter Aug 15, 40 (8) 681-687.
- COOKE, Wm. Bridge. (1958). The Ecology of the Fungi. The Botanical Review, Jun XXIV (6.)
- COOKE, Wm. B. and MATSUURA, G.S. (1968) Distribution of Fungi in waste-stabilization ponds sistem. Ecology 1, 50 (4):659-694.
- COOKE, Wm. Bridge. (1970). Fungi Associated with the activated sludge Processes of the sewage treatment of the Lebanon, Ohio, sewage-treatment-

- plants. The Ohio Journal of Science. 7 (3) May.
- CURRAN, Philomena M.T. (1980). The effect of temperature, pH, light and dark on the growth of Fungi from Iris Coastal Water. Mycology Vol. LXXII, - March-April, (2:)350-358.
- DANIEL, Wayne W. (1977). BIOESTADISTICA, base para el análisis de las ciencias de la salud. Editorial Limusa
- DURAN B., Carmen; GUERRA R. y STANDER, H. (1979). Extruded Corn Flour as an -- Alternative to Lime-Heated Corn Flour for Tortilla Preparation. --- Journal of Food Science, 44: 940-941.
- DURAN B., Carmen (1983). Efluente de la Industria del Maíz en México. Departamento de Alimentos, División de Estudios de Posgrado. Facultad de - Química. UNAM, México D.F. C.P. 04510.
- ECKENFELDER, Jr. W.W. (1962). Chemical and Biological Aspects of Waste Treatment. Department of Environmental and Water Resources Engineering, Vanderbilt University, Nashville Tennessee USA.
- GONZALEZ, Simón (1983). Estudio de La Estabilidad de los desechos líquidos del Proceso de Nixtamalización. Instituto de Ingeniería UNAM, Proyecto-3303.
- HANLIN, Richard T. (1973). MUCORALES, key to the families genera and species of the mucorales. Strauss and Cramer, Germany.
- HARTMANN, L. and WILDERER P. (1969). Physical and biochemical aspects of BOD - Kinetics. International Association on Water Pollution Research, -- Section I: 241-260.
- HARTMANN, L. and DURAN B., C. (1979). Biological treatment of Maize proceeding effluent, NEXAYOTE, in batch and continuous Laboratory test. Universität Karlsruhe and Universidad Nacional Autónoma de México.
- HARVEY, James V. (1952). Relationship of aquatic fungi to water pollution. -- Sewage and Industrial Water, September 24 (29) 1159-1164.
- HEMENS J. and STANDER J. (1969). Nutrient removal from sewage effluents by algal activity. International Association on water pollution Research, -- Section III:701-716.
- HONIG L. Divise (1979). Medically important Fungi (A guide to identification). Harper and Row Publisher; Hargeston, Maryland USA.
- ILLESCAS, R. (1943). Teoría Química de la formación del Nixtamal. Revista de de la Sociedad Mexicana de Historia Natural. IV (1-4) Junio
- KATZ, S.H.; HEDIGER, M.L. and VALLEROY, L.A. (1974) Traditional Maize Processing Techniques in the New World. Science . 184: 765-773.
- KOZHEVIN, P.A.; POLYANKAYA, L.M. and ZVYGINTSEV, D.G. (1979). Growth Dynamics of various Soil Microorganisms. Division of soil Biology, Department of soil science, M.V. Lomonosov Moscow State University. Transla-

- ted from Mikrobiologiya, 48 (3) 490-494, MAY-JUN.
- KU, W.C. and FOESS, G.W. (1983). Aquatic sediments. Journal Water Pollution - Control Federation, 45 (6) 1301-1307.
- LACY, Ana María. (1981). Análisis micológico de una laguna de Estabilización facultativa de aguas negras del Municipio de Almoloya del Río, Estado de México. Tesis Profesional, UNAM, ENEP-IZTACALA.
- LACY, A.M. y RIVERA, F. (1982). Análisis micológico de una laguna de Estabilización Facultativa de aguas negras del Municipio de Almoloya del Río, Estado de México. Rev. Lat.Amer.Microbiol. 24:56-67.
- MAIO, Joseph J. (1968). Predatory Fungi. Scin. Amer. 199: 67-71.
- MOLINA R., J. y LEYVA G., F. (1978). Alternativas de tratamiento para las aguas residuales de pequeños núcleos urbanos e industriales. Primer Congreso Nacional De Ingeniería Sanitaria y Ambiental. SMISSC, 1: 179-200.
- PESSON, P. (1979). La Contaminación de las Aguas Continentales. Ediciones Murdi Prensa, Madrid.
- PIATKIN, K. y KRIVOSHEIN Yu. (1981). MICROBIOLOGIA. Ediciones Mir. URSS.
- RHEINHERMER, G. (1980). Aquatic Microbiology. John Wiley and Sons, 2nd Edition German Democratic Republic.
- SARH.(1979). Manual del Curso: Análisis de aguas y aguas de desecho. Curso B. I y II, 4a. Edición.
- SARH.(1980). Manual del curso de Microbiología del agua. II.
- SEDUE. (1983). Boletín Técnico de Tratamiento y Reuso del Agua. DIGAASES 1, (1.)Enero.
- SIEGERYS, . (1956). Estadística No Patamétrica. Wiley and Sons.
- TREJO G., A. y FERIA M., A. (1979). NEXAYOTE, acondicionamiento, reutilización y obtención de subproductos de las aguas de desecho de la Nixtamalización del Maíz. Universidad de Guanajuato, México.
- TREJO G., A. y FERIA M., A. (1982). The role of lime in the alkaline treatment of Corn For the Tortilla Preparation. Department of Food Research, center of Research and Teaching for the Agricultural and Food Engineering, University of Guanajuato, Irapuato, Guanajuato, México.
- UNZ, R.F. (1977). Microbiology of waste Treatment. Journal WPCF. June: 1255-1268.
- VERNEAUX, J et TUFFERY, G. (1967). Une méthode zoologique pratique de détermination de la qualité biologique des eaux courantes. Annales scientifiques de l' université de Besançon - 3: 79-89.