



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

DETERMINACION DE LA TOXICIDAD DE LOS
DESECHOS INDUSTRIALES DEL PUERTO DE
ALTAMIRA, TAMAULIPAS POR MEDIO DE
BIOENSAYOS CON ORGANISMOS
MARINOS DE LA ZONA

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
BIBLIOTECA - UNAM

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A

ABRAHAM GUADALUPE RUBIO LUA

ASESORES:

M. V. Z. RAUL VARGAS GARCIA

BIOL. ALFONSO SAENZ GONZALEZ

MEXICO, D. F.,

1983



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.

UNAM
1983
R843
EJ-2
P-2-83-61a

A la memoria de mis Padres :

FRANCISCO RUBIO NUÑEZ

EULALIA LUA MANZO

Con todo mi cariño y respeto, porque a ellos debo
todo lo que soy.

A la memoria de mi Hermano :

JOSE AGUSTIN RUBIO LUA,

Con el más infinito recuerdo y respeto.

A mis hermanos :

Leticia.

José Francisco.

Josefina,

Luz Elena,

Raúl,

C. Margarita.

Por haberme brindado siempre su apoyo y respaldo,
para ellos mi más sincero agradecimiento.

A mis demás familiares, con todo mi afecto.

A mis asesores :

M.V.Z. RAUL VARGAS GARCIA.

BIOL. ALFONSO SAENZ GONZALEZ.

Por su gran ayuda y colaboración desinteresada en
la realización del presente trabajo.

Al PROFR. JAVIER OCHOA ZARAGOZA. por haberme brindado
su amistad y ayuda, siempre limpia y desinteresada.

A mis Amigos y Compañeros,

A mis Maestros,

Muchas Gracias.

El trabajo técnico de este estudio
se desarrolló en el Laboratorio de
la S.A.R.H., en la Cuenca Baja del
Río Pánuco.

I N D I C E

I.-	RESUMEN	1
II.-	INTRODUCCION	2
III.-	MATERIAL Y METODOS	12
IV.-	RESULTADOS	38
V.-	DISCUSIONES	85
VI.-	CONCLUSIONES	94
VII.-	RECOMENDACIONES	96
VIII.-	BIBLIOGRAFIA	98

I.- RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo, determinar la concentración letal media de las aguas residuales de 5 industrias y de las aguas domésticas de la Cd. de Tampico en peces y camarones; así como determinar la concentración efectiva media en fitoplanctón, por medio de bioensayos en la zona de Altamira, Tam.

Los bioensayos se llevaron a cabo con 3 tipos de mezclas de aguas residuales, mismos que fueron clasificadas de la siguiente manera : mezcla global, mezcla orgánica y mezcla inorgánica.

Los bioensayos para peces y camarones fueron de flujo continuo y consistieron en someter a estos organismos a 5 concentraciones diferentes de aguas residuales con cada una de las mezclas durante 96 horas; en el transcurso de este período se llevó un registro de parámetros ambientales, tales como : oxígeno disuelto, pH, temperatura, salinidad y Nitrógeno amoniacal.

Los bioensayos para fitoplanctón fueron de tipo estático y consistieron en someter a una cepa pura de Skeletonema costatum a 5 concentraciones diferentes de aguas residuales con cada una de las mezclas, todo lo anterior se hizo por triplicado con el fin de obtener un promedio del crecimiento celular. Una vez transcurridas las 96 horas que duró cada experimento, se procedió a efectuar un conteo celular por medio del microscopio.

Los resultados obtenidos del experimento, fueron los siguientes.:

La concentración letal media de la mezcla global fue de --- 111.11 g/l para los peces y de 135.00 g/l para los camarones.

La concentración letal media de la mezcla orgánica fue de - 135.0 g/l para los peces y de 39.0 g/l para los camarones.

La concentración letal media de la mezcla inorgánica no fue determinada, debido a su escasa toxicidad en las concentraciones utilizadas.

En los bioensayos con fitoplanctón, la concentración efectiva media fue.:

Mezcla global	:	38 % de agua residual.
Mezcla orgánica	:	10.05% de agua residual.
Mezcla inorgánica	:	No se determinó por la escasa toxicidad en las concentraciones utilizadas.

II- I N T R O D U C C I O N

Dentro de las principales actividades económicas en el Sur del Estado de Tamaulipas, la industria es una de las de mayor trascendencia, destacando en esta zona, Tampico y Cd., Madero, dos polos de desarrollo, dedicados en un gran porcentaje a la explotación y refinación del petróleo, de donde se ha generado el establecimiento de nuevas industrias de productos químicos derivados de los hidrocarburos. Además, cuenta con una importante industria alimenticia, en lo referente a la pesca y al cultivo ostrícola propio de una región costera; y en el caso de Tampico, cabe hacer notar las grandes extensiones de agua comprendidas en esteros y lagunas.

Paralelamente al crecimiento industrial, se están incrementando los riesgos para la flora y fauna acuática, ya que una práctica común de la zona es eliminar las aguas residuales hacia los diferentes cuerpos receptores, tales como lagunas, estuarios, rios y el mar. En la mayoría de los casos sin aplicarles un tratamiento previo, lo que hace posible incrementar el daño a la ecología de la región. Por otra parte, la velocidad del crecimiento industrial es superior a la aplicación de tecnología empleada para corregir problemas de contaminación.

Actualmente se está construyendo el Puerto Industrial de Altamira, Tam., al norte de la Cd. de Tampico, lo que representa un problema potencial para la biota marina, en caso

de que las aguas residuales no sean tratadas adecuadamente antes de ser arrojadas al mar. Con ello se corre el riesgo de que un gran número de especies de interés comercial se vean afectadas y comprometidas de esta manera la nutrición y salud humana, ya que pudieran ser vehículo de contaminantes. Por otro lado no debemos olvidar la gran importancia que constituyen las especies marinas como fuente de proteína de origen animal.

A N T E C E D E N T E S

La Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, ha realizado diversos estudios para calificar y cuantificar el grado de contaminación de los diferentes cuerpos receptores; a continuación se presentan las conclusiones de los principales estudios realizados.:

El estudio Evaluación Mediante Indicadoras del Grado de Contaminación de Aguas en las Cuencas del País , concluye que la Cuenca del Río Pánuco es la que mayor cantidad de carga orgánica soporta (334 millones de Kg., DBO* al año equivalente al 37% de las cuencas de primer orden), debido principalmente a la influencia del Distrito Federal. Las poblaciones Tampico-Cd. Madero ocupan el número 21 dentro de un ordenamiento de poblaciones con una carga orgánica de 10 584 Kg., DBO al año, siendo sus fuentes principales: la población con el 36%, la industria petrolera con el 51% y la industria de productos -

*DBO = Demanda Biológica de Oxígeno.

químicos con un 6%.

En: Estudios de Prevención y Control de la Contaminación del Agua en el Río Pánuco . se presentan las siguientes conclusiones.: La práctica actual de descargar las aguas residuales en la superficie de las aguas del estuario, proporciona una deficiente dilución de los desechos, formándose una masa de baja densidad que flota y tiende, en general, a trasladarse por la margen izquierda.

La Laguna del Carpintero y la parte sur de la Laguna del Chairel, son utilizadas como cuerpos receptores, donde se vierten gran cantidad de desechos líquidos y sólidos. Posteriormente se trasladan al estuario a través de los canales de la Cortadura y la Puntilla, cuando se produce la bajamar. Estos canales se pueden considerar como descargas intermitentes - al río Pánuco, consecuentemente los desechos de otras descargas al Pánuco son introducidas por el río a estas lagunas en la --- pleamar.

Se nota una fuerte influencia del estuario en la Laguna de Pueblo Viejo y en menor escala en la costa principalmente en sus entradas, hasta donde son acarreados los contaminantes perjudicando a la industria piscícola que se desarrolla en estas lagunas.

Otro estudio: Prevención y Control de la Contami

nación del Agua, Estudio del Estuario del Río Pánuco, Tam. Con
cluye.;

En análisis del índice implícito de la calidad --
del agua, aplicado al estuario del Río Pánuco, indica un alto -
grado de contaminación.:

- a).- Por fenoles, con una concentración máxima de
2.1 mg., por litro.
- b).- Por grasas y aceites, se registran valores -
hasta de 490 ppm., en estado flotante, y --
máximas de 20 ppm., en estado emulsionado.
- c).- Por coliformes totales y fecales.

La Laguna del Carpintero, por tener poca influen-
cia de marea y recibir dos descargas municipales importantes, -
alcanza altos índices de contaminación orgánica y bacteriológi-
ca. Por lo que representa una latente condición de septicidad.

La Laguna de Pueblo Viejo, se encuentra afectada
por contaminación bacteriológica, la cual se manifiesta por al-
tas concentraciones de coliformes encontradas en sus aguas, del
orden de 10^3 a 10^6 NMP*/100 ml., para las totales y 10^2 a 10^3 -
NMP/100 ml., para los fecales.

* NMP = Número Más Próximo.

En la Laguna del Chairel, la zona más afectada por contaminación es la que se localiza aguas abajo del dique No. 5. El máximo déficit de oxígeno disuelto fue de 4 mg/l. Las concentraciones detectadas de bacterias de tipo coliforme sobrepasan el valor máximo permitido para uso recreativo, conservación de la fauna y flora y usos industriales.

Por otro lado, se han desarrollado varias técnicas para determinar los efectos de la contaminación sobre diferentes especies acuáticas.

Rounsefell, C.A. y W.H., Everhart (1965), mencionan que uno de los métodos para determinar la toxicidad de cualquier material sobre los organismos acuáticos, es el de someter ejemplares de prueba a distintas variaciones en tiempo y diluciones del material dado. El método más práctico para seleccionar la especie apropiada al experimento es empleando únicamente especies que están habitualmente presentes en cantidades suficientes en las aguas donde se van a aplicar las pruebas o en aguas similares a éstas. Estos investigadores han usado en sus experimentos el pez dorado (Carasius auratus), debido a la habilidad de éste para sobrevivir bien bajo condiciones biológicas adversas, usualmente encontradas en el laboratorio.

Doudoroff y Colaboradores (1951), publicaron un procedimiento para la evaluación de la toxicidad aguda de desechos para los peces. En dicha publicación se expone que una

especie debe someterse a concentraciones estáticas de desechos en un tiempo específico y bajo condiciones controladas. Ellos calcularon su TLM (Límite de Tolerancia Media), por observaciones a las 24, 48 y 96 horas y derivaron su valor de 50% de mortandad por interpolación gráfica y de acuerdo a sus resultados propusieron que : La mortandad no debe ser mayor del 50% y que el organismo de prueba debe ser el más sensible presente en el cuerpo acuático a estudiar. (5)

Burdick, E.G. (1969) menciona que uno de los métodos para evaluar los niveles de toxicidad sobre los organismos acuáticos son los bioensayos, y a través de ellos es posible.:

- 1).- Evaluar la toxicidad química de los desechos industriales que afectan la vida acuática.
- 2).- Detectar efectos de los contaminantes.
- 3).- Proveen una base para definir el comportamiento tóxico de diferentes compuestos químicos en los seres vivos.

Además los factores que se deben considerar para la planificación de los bioensayos, son.:

- 1).- Descargas industriales.:
 - a).- Volumen.

b).- Análisis.

2).- Capacidad de autopurificación de los cauces.

3).- Localización de las concentraciones químicas en diferentes puntos del cauce.

4). Considerar la biología de los grupos de peces u otros organismos a estudiar en los bioensayos, ya que se tiene escaso conocimiento de los parámetros biológicos de la mayoría - de las especies.

5).- Conocimiento de la acción biológica necesaria para la preparación de ensayos de toxicidad.

a).- En bacterias o plantas.

b).- En animales.

Los trabajos de Sprague (1969), tratan detalladamente sobre problemas de toxicidad en peces, sus pruebas fueron hechas con truchas Salvelinus fontinalis : Se capturaron truchas de alrededor de un año de edad y se seleccionaron ejemplares aparentemente en buenas condiciones por lo menos un mes antes de iniciar la prueba y se expusieron a los contaminantes en tanques, y se recapturaron periódicamente para practicarles análisis especiales que se usan para la determinación de trazas de

contaminantes.

// En México existen algunos antecedentes en trabajos de bioensayos. En un estudio en Río Blanco, Ver., se utilizaron las siguientes especies: Astyanax sp., Xiphophorus sp y Poecilia sp., (por ser fácilmente manejables) y se emplearon -- los siguientes contaminantes: Detergente (Alquil Bencil Sulfonato de Sodio), Lodos Bentaes, Aguas de desecho de una fábrica de papel y Cromo Hexavalente ($K_2 Cr_2 O_7$). Se concluyó que el agua no presentaba concentración aguda de tóxicos y que estaba bajo el límite de tolerancia media (Tlm) y que no causaba ningún daño a los peces (CIFSA, 1972).

Otro trabajo de bioensayos se realizó para calcular el Tlm., en aguas contaminadas, los peces trabajados fueron Astyanax fasciatus, Xiphophorus helleri, Lepomis macrochirus y otros, utilizando aguas de la Laguna de Zumpango, Laguna del Rodeo, de los criaderos y canales de alimentación de la E.N.A., de Chapingo, tomando como contaminantes a diferentes concentraciones, Lauril Sulfato de Sodio, Cromo como dicromato de potasio, Sulfato de Cobre y Acido Sulfúrico. Se concluyó que los límites de tolerancia media varían según la especie (Brizuela, 1971).

H I P O T E S I S

El inadecuado tratamiento de las aguas residuales industriales en el Sur del Estado de Tamaulipas, ha ocasionado considerables daños ecológicos en los diferentes cuerpos acuáticos. Asimismo los niveles de contaminación de las aguas de la Costa de Altamira, --- Tam., serán un riesgo potencial para la biota marina, - cuando sean vertidas en ellas las aguas residuales del futuro desarrollo portuario; este riesgo podrá prevenir se si se conocen los niveles de toxicidad.

O B J E T I V O S

El desarrollo del presente trabajo, tiene como objetivos.:

- 1).- Determinar el Límite de Tolerancia Media de las aguas residuales, que serán arrojadas en el Puerto Industrial de Altamira, Tam., sobre organismos de la biota marina.
- 2).- Proponer medidas tendientes a prevenir los efectos de la contaminación.

III.- MATERIAL Y METODOS

BIOENSAYOS.

Los bioensayos como pruebas de toxicidad, son generalmente usados para determinar el nivel al cual, un agente tóxico produce un efecto adverso en un porcentaje específico de organismos en prueba y en un cierto tiempo. Dado que la mortalidad de los organismos en prueba, en la mayoría de los casos, es lo más fácil de detectar y desde luego un efecto adverso importante, es lo más comunmente empleado. Se ha determinado (8) que el 50% de afectación en los organismos es la medida más fácil de reproducirse experimentalmente y que el tiempo razonable de exposición es de 96 horas. Quedando definido en esta forma la concentración media letal a las 96 horas ó -- LC50 como la concentración del tóxico en el agua que ocasiona el 50% de mortalidad en los organismos de prueba expuestos durante 96 horas.

Cuando la mortalidad no es fácilmente detectada, por ejemplo con fitoplanctón, es necesario definir un efecto adverso fácilmente detectable, como puede ser la inhibición -- del crecimiento, en cuyo caso se emplea el término denominado Concentración Efectiva Media a las 96 horas ó EC50-96, definido como la concentración del tóxico en el agua que provoca un efecto adverso (diferente a la mortalidad) en el 50% de organismos en prueba en un tiempo de exposición de 96 horas.

La finalidad de los bioensayos en este estudio - fue el de predecir los efectos adversos del ecosistema marino, que pueden ser ocasionados con el vertido de aguas residuales que serán generadas en el futuro desarrollo portuario, incluyendo su zona urbana. Asimismo, proporcionar algunas bases para proteger a este ecosistema.

Metodología.

La metodología empleada para los bioensayos fue tomada de las publicaciones de la EPA, (Envirometral Protection Agency) "Biossay procedures for the ocean disposal permit program" (8); "Methods for acute toxicity tests with fish, macroinvertebrates and amphibians" (7); "Methods for measuring - the acute toxicity of effluents to aquatic organisms" (16).

Dependiendo de la forma en como se dosifique la mezcla de tóxico y agua de dilución, los bioensayos pueden ser de flujo continuo o estáticos.

Los bioensayos de flujo continuo son más recomendables, ya que el cambio continuo de aguas en los recipientes de prueba evita la acumulación de tóxicos y la formación de metabolitos (productos de desecho de los propios organismos en prueba), que pueden afectar los resultados del bioensayo. Sin embargo, en algunos casos como lo es el de organismos microscópicos, éstos pueden ser arrastrados en el efluente de un bioen

sayo en flujo continuo, por lo que es necesario llevarlos al -
cabo en condiciones estáticas.

A continuación se presenta una breve descripción de la selección de organismos de prueba, del equipo utilizado, el agua de dilución empleada, muestreo y manejo del tóxico y - de los procedimientos de prueba.

Organismos de Prueba.

La selección de organismos de prueba se hizo en forma tal que nos proporcionara los elementos necesarios para evaluar los efectos ecológicos de las aguas residuales en el - ecosistema marino existente en las costas de Altamira.

Para el estudio se definieron los siguientes --
tres organismos vivos.:

- * Alga como productor primario.
- * Camarón como especie comercial y consumidores.
- * Pez de preferencia con valor comercial.

Después de haber hecho algunas capturas prelimi-
nares y de observar su comportamiento y factibilidad para ser
usadas como especies de prueba se encontró que.:

- a).- Alga.: De acuerdo con información

bibliográfica, no era conveniente el uso de cultivos mixtos, por lo que se definió el empleo de una cepa pura de Skeletonema costatum.

b). Camarón.: La especie capturada en las costas de Altamira fue Penaeus setiferus, misma que presentó muy buenas características en cuanto a su adaptabilidad a las condiciones de laboratorio.

c).- Pez.: Se capturaron varias especies de entre las cuales Conodon nobilis, presentó mejores características en cuanto a tamaño y adaptabilidad a las condiciones de laboratorio.

Captura de los Organismos Acuáticos.

Los organismos (camarones y peces) fueron capturados por arrastre en las costas de Altamira, siendo éstos transportados en recipientes de 60 litros adaptados con bombas portátiles para suministro de aire. Para la captura se utilizó una lancha de 22 pies de eslora y 6 pies de manga, con un motor Yamaha de 55 Hp., con una red de arrastre de 8 pies de

boca por 30 pies de largo y con una luz de malla de 1 pulgada.

Período de aclimatación.

En el laboratorio los organismos fueron colocados en acuarios para su aclimatación, siendo seleccionados de acuerdo a su talla y edad para un mismo acuario, la edad se determinó por talla una vez identificada la especie. El número por acuario se limitó de 10 a 15 ejemplares con preferencia en los más jóvenes. El tiempo de aclimatación de los organismos seleccionados fue de 7 días para los camarones y de 14 días para los peces (1).

En el transcurso de este período se alimentó con pequeños trozos de pescado fresco a los crustáceos y con "Tetramin"^R y "Ocean Krill"^R a los peces.

Durante la aclimatación de los organismos se llevó un registro del cuadro ambiental por acuario, mediante determinaciones de : Potencial de hidrógeno (pH), temperatura -- (°C), salinidad, nitrógeno amoniacal (NH_3) y oxígeno disuelto (O.D.)

El agua total de cada acuario fue cambiada de -- una a seis veces al día, dependiendo en proporción al contenido de Nitrógeno amoniacal (NH_3), mismo que siempre se mantuvo en un valor inferior a 20 microgramos por litro como Nitrógeno amoniacal no ionizado.

Equipo de Laboratorio.

El tipo de bioensayo seleccionado para peces y camarones fue de "Flujo continuo", por lo que hubo necesidad de diseñar y fabricar un equipo (Toxscreen-Diluter) que dosificara la cantidad requerida de tóxico, así como de agua de dilución y que mezclara ambos. Todo lo anterior en forma automática, en ciertos intervalos de tiempo y siempre en la misma proporción.

Los acuarios de prueba fueron 12, cada uno con una capacidad de 30 litros y fabricados en flexi-glass, con sus correspondientes sistemas de drenaje, inyección de aire, cama de arena (esterilizada y perfectamente lavada) y conchuela, además cubiertos en su parte superior mediante una malla de plástico.

Para efectos de aclimatación de organismos se contó con una estructura metálica conteniendo 21 acuarios con las mismas características de los anteriores.

El suministro de aire a los acuarios tanto de prueba como de aclimatación, se llevó a cabo mediante una bomba general.

Auxiliando al área de bioensayos se contó además con un laboratorio completo para análisis físico-químicos de -

de parámetros de control de aguas residuales.

Agua de Dilución.

Las pruebas se realizaron con agua de mar natural por ser más representativos, para lo cual se seleccionó para suministro de la misma, un sitio alejado de posibles áreas de contaminación y además filtrando el agua en el sitio de obtención. El filtrado se hizo mediante el uso de tres filtros fabricados con un espesor de 20 cm., de conchuela, 25 cm., de cama de arena y 15 cm., de poliuretano. La superficie de los mismos fue de 30 cm., por 30 cm.

Los estudios requirieron de aproximadamente 1800 litros de agua de mar por día. Dado el volumen considerable de agua de mar, su obtención se hizo dos veces al día, transportándola al laboratorio en recipientes de 60 litros cada uno y almacenándola en un recipiente primario de fibra de vidrio - de 3 x 2 x 1.5 Mts., y de ahí bombeándola al tanque de almacenamiento del equipo de bioensayos.

Muestreo y manejo del tóxico.

Las aguas residuales que pudieran ser arrojadas al mar, se pueden resumir en los siguientes grupos.:

* Siderúrgica.

- * Petroquímica secundaria, con énfasis particular en la fabricación de PVC.
- * Metales no ferrosos, particularmente fabricación de aluminio.
- * Alimenticia.
- * Aguas residuales domésticas.

Las aguas residuales que se seleccionaron para - llevar a cabo el presente estudio fueron generadas por las siguientes industrias.:

- TUBOS DE ACERO DE MEXICO, S.A.
- ALUMINIO, S.A.
- BIMBO, S.A.
- MASECA, S.A.
- POLYCID, S.A.
- PLANTAS DE BOMBAS No. 1

Estas aguas han sido clasificadas para el presente estudio en 3 grupos.:

- * Mezcla inorgánica; con aguas residuales en la proporción siguiente.:
- TUBOS DE ACERO DE MEXICO, S.A. 99.9%
- ALUMINIO, S.A. 0.1%

* Mezcla orgánica; con aguas residuales en la --
proporción siguiente.:

- BIMBO, S.A.	21.15%
- MASECA, S.A.	21.15%
- POLYCID, S.A.	17.65%
- AGUAS DOMESTICAS DE TAMPICO	40.05%

* Mezcla global; con aguas residuales en la pro-
porción siguiente.:

- BIMBO, S.A.	11.11%
- MASECA, S.A.	11.11%
- POLYCID, S.A.	8.6 %
- AGUAS DOMESTICAS DE TAMPICO	20.00%
- TUBOS DE ACERO DE MEXICO, S.A.	49.14%
- ALUMINIO, S.A.	0.04%

La proporción de las aguas residuales fue calcula-
da de acuerdo a la cantidad de M^3 , por minuto que arroja cada -
industria.

Con el objeto de contar con aguas residuales --
frescas los muestreos en el área de Veracruz se hicieron un --
día antes de iniciar cada bioensayo, tomando las muestras en -
recipientes de 60 litros y manteniéndolos con hielo durante su
transportación por vía terrestre hasta su llegada al laborato-
rio.

Una vez en el laboratorio se procedía al análisis de cada muestra y se formaban las mezclas respectivas, estas últimas se mantenían en refrigeración hasta su empleo.

Dado que el tanque de almacenamiento de aguas residuales estaba a la intemperie, sin refrigeración, la preparación de tóxico a alimentar, se hacía dos veces por día, esto con el objeto de evitar cambios en sus características por biodegradación de los compuestos orgánicos de las mezclas.

Procedimiento para los bioensayos preliminares.

Para cada especie ya sea camarones o peces, y para cada mezcla, global, orgánica e inorgánica, se llevaron a cabo bioensayos preliminares, cuyo objetivo fue el definir el rango de concentraciones en el cual tuviéramos para la concentración más alta, más del 65% de organismos afectados y para la concentración más baja menos del 35% de organismos afectados.

Los bioensayos preliminares se llevaron a cabo seleccionando un rango de concentraciones suficientemente amplio, haciendo uso de cinco concentraciones diferentes y un testigo (no hubo duplicado), el procedimiento de prueba y los parámetros de control se llevaron en la misma forma que para un bioensayo definitivo.

El número de organismos por cada acuario fue de diez y se seleccionaron tratando de uniformizar el tamaño de organismos en cada acuario, además, se escogieron los organismos más jóvenes de los aclimatados. Así como se observó la limitante en cuanto a la carga de organismos por litro de solución de prueba, siendo ésta no mayor a 3,0 gramos por litro (16).

Procedimiento para los bioensayos definitivos.

Los bioensayos definitivos se realizaron con.:

- * 120 organismos.
- * Doce acuarios de prueba (diez organismos por acuario).
- * Dos acuarios por concentración (cinco concentraciones diferentes).
- * Dos acuarios testigos.

El traslado de los organismos de los acuarios de aclimatación a los de prueba se llevó a cabo con extremo cuidado mediante redcillas de fondo para evitar cualquier daño a los ejemplares.

Iniciado el bioensayo se llevaron a cabo las determinaciones de los siguientes parámetros de control.:

Oxígeno disuelto.: Aún cuando el tipo de bioensa

Los sistemas de flujo continuo, el oxígeno disuelto se trató de mantener en un nivel superior al 60% de saturación, esto es mediante el uso de una bomba general de alimentación de aire, auxiliándose con bombas portátiles en los casos necesarios. La medición del contenido de oxígeno disuelto se hizo con polarógrafos; las mediciones se llevaron a cabo cada 12 horas y los resultados se expresan como miligramos por litro.

pH.: Es un parámetro básico en pruebas de bioensayos, cuyo valor es determinante para el contenido de nitrógeno amoniacal no ionizado. Su determinación fue potenciométrica, con una periodicidad de cada 12 horas.

Temperatura.: La influencia de este parámetro - en otros es significativa, por lo que se mantuvo en un valor - lo más uniformemente posible de $20^{\circ}\text{C} \pm 1$, con el objeto de evitar variaciones en los efectos tóxicos y variaciones en el contenido de otros parámetros. Esta temperatura se logró mantener mediante una unidad de refrigeración en el cuarto de bioensayos y aclimatación. Cada doce horas se tomó lectura con un termómetro, expresándose los resultados en grados centígrados.

Salinidad.: Parámetro básico en bioensayos con agua de mar, permite observar la concentración de la solución de prueba, su medición se hizo por conductividad, empleando el equipo MARK VI, se midió cada 24 horas y se expresó como gramos por kilogramos.

Nitrógeno Amoniacal como NH_3 .: Es considerado - un producto metabólico y acumulativo, su importancia se debe a el efecto adverso que puede ocasionar a los organismos de --- prueba y es indicativo de la concentración de la solución de - pruebas (es decir de la falta de circulación de agua). De -- acuerdo con las referencias (7), (8) y (16) y la metodología - empleada, se trató de mantener el contenido de nitrógeno amo-- niacal no ionizado en valores inferiores a 20 microgramos por litro, esto mediante el cambio de agua con mayor frecuencia, a la misma concentración de aguas residuales. La periodicidad de esta determinación fue de 24 horas y los resultados se expre-- san como microgramos por litro de NH_3 total y microgramos por litro de NH_3 no ionizado.

En todos los bioensayos definitivos (12 acua---- rios de 30 litros de capacidad cada uno), el TOXSCREEN-DILUTER proporcionó una tasa de flujo, a través de cada acuario de 5 - volúmenes en 24 horas (EPA, 600/g-78-100), por lo que el gasto diario fue de 1 800 litros aproximadamente.

En cada bioensayo definitivo, se consumían dia--- riamente unos 1 580 litros de agua de mar (para dilución del - tóxico) y 220 litros del tóxico correspondiente.

Los bioensayos preliminares también fueron de - flujo continuo y de 96 horas de duración, la única diferencia fue que se trabajó simultáneamente con peces (6 acuarios) y ca

marones (6 acuarios). La tasa de flujo fue la misma antes se ñalada.

Tanto en las pruebas preliminares como en las de finitivas, no se alimentó a los animales y todos los camarones fueron aislados entre sí, por medio de malla rígida de plástico, la cual dividía cada acuario en 10 compartimientos; esto - con el fin de evitar el canibalismo entre ellos. Además cada acuario fue cubierto con un marco con malla de plástico, para evitar que los organismos, al saltar se salieran.

En los bioensayos definitivos, se les proporcionó a los camarones una cama de conchilla de ostión, de 1 Cm., de espesor, con el fin de evitar o disminuir el stress.

Por medio de estos bioensayos se trató de evaluar la toxicidad de desechos industriales semejantes a los que descargarán en el mar, frente al Puerto Industrial de Altamira, Tam., en peces y camarones naturales de la zona.

DESARROLLO DE BIOENSAYOS DE FITOPLANCTON

Selección de especies.

/ Los bioensayos de fitoplanctón se llevaron a cabo con una cepa pura de Skeletonema Costatum, debido a la dificultad de interpretar los resultados en un cultivo mixto. Por

este mismo motivo, la inoculación se hizo en agua de mar sintética, por el peligro de contaminación que representaba al hacer uso de agua de mar natural.

Se trabajó con esta especie, por ser una diatomea bien representada en el Golfo de México, y por ser una especie muy sensible a diversos contaminantes (Strand, et al, -- 1971).

Procedimiento de prueba.

Se efectuaron 3 series de bioensayos, cada una de ellas con la mezcla de aguas residuales respectiva.: Global Inorgánica y Orgánica.

Los bioensayos consistieron en la inoculación de 54 matraces Erlenmeyer, agregando inóculo para tener en ellos una densidad celular por matraz de 100 000 células por mililitro. El agua de dilución fue agua de mar sintética esterilizada, agregando nutrientes como medio de cultivo.

En cada serie de bioensayo se probaron cinco concentraciones diferentes, cada una ellas por triplicado, teniendo además tres testigos.

Tanto los frascos de cultivo, como los de bioensayo fueron expuestos diariamente a las 16 horas de ilumina---

ción artificial y 8 horas sin ella. Esta iluminación con una intensidad de 500 bujías, 5 382 lux o 105 micro-Einstens (medidas con un luminómetro) fue proporcionada por un arreglo de -- lámparas de luz fría instaladas especialmente para estos bioensayos.

Todos los matraces fueron agitados suavemente ca da 12 horas, para mantener una suspensión uniforme de células. La temperatura ambiente fue uniforme, mantenida en $20^{\circ}\text{C} \pm 1$.

Se extrajo un mililitro de cada frasco de prueba diariamente para su observación y el resto después de las 96 - horas, fue fijado con una solución de lugol para su conteo de potasio y 40 g., de cristales de iodo en un litro de agua destilada, la cantidad empleada fue de un mililitro por cada 100 mililitros de muestra a fijar.

El conteo celular se hizo con un microscopio óptico mediante el uso de hemocitómetros Spencer Bright Line.

Como ya se mencionó, fueron tres bioensayos: uno con la mezcla global, uno con la orgánica y otro con la inorgánica. Cada bioensayo se efectuó en condiciones de esterilidad y por triplicado, manejándose en cada uno cinco proporciones de las aguas residuales industriales en el medio de cultivo (agua de mar sintética esterilizada y filtrada). Las proporciones empleadas en los tres bioensayos fueron las mismas y son :

CONCENTRACION	AGUA RESIDUAL	MEDIO CULTIVO (AGUA DE MAR)	INOCULO DE FITOPLANCTON	PROPORCION
A	32.5 Ml.	17.5 Ml.	10 Ml.	2:1
B	25 "	25 "	10 "	1:1
C	17.5 "	32.5 "	10 "	1:2
D	10 "	40	10	1:4
E	5 "	45 "	10 "	1:9
T	-	50 "	10 "	0:1

(testigo)

El cultivo de fitoplanctón empleado para inocular los matraces de cultivo, tenía una densidad celular de 500×10^3 cels/Ml., por lo que inoculamos 10 ml., en cada uno, para tener así en cada matraz 100×10^3 cels/ml.

$$\begin{aligned}
 500 \times 10^3 \text{ cels/ml.} & \quad \text{---} \quad 100 \% \\
 X & \quad \text{---} \quad 20 \% (.2 \text{ ml.}) \\
 X & = 100 \times 10^3 \text{ cels/ml.} \\
 .2 \text{ ml.} \times 50 \text{ ml.} & = 10 \text{ ml.}
 \end{aligned}$$

Dicho cultivo fue adquirido en Texas A and M University U.S.A.

a) La mezcla global se preparó con aguas residuales de las siguientes industrias.:

INDUSTRIA U ORIGEN:	PROPORCION (%)
BIMBO, S.A.	11.11
MASECA, S.A.	11.11

INDUSTRIA U ORIGEN;	PROPORCION (%)
POLYCID, S.A.	8.60
TUBOS DE ACERO DE MEXICO, S.A.	49.14
ALUMINIO, S.A.	0.04
AGUAS NEGRAS DE TAMPICO	20.0
T O T A L :	100.0

De este total, las industrias con desechos orgánicos (incluyendo las aguas negras), representan un 50.82% y las inorgánicas un 49.18%.

- b) La mezcla orgánica fue preparada con aguas residuales altamente biodegradables de las siguientes industrias o fuentes.:

INDUSTRIA U ORIGEN:	PROPORCION (%)
BIMBO, S.A.	21.15
MASECA, S.A.	21.15
POLYCID, S.A.	17.65
AGUAS NEGRAS DE TAMPICO	40.05
T O T A L :	100.00

- c) La mezcla inorgánica se preparó con - aguas residuales de dos industrias.:

INDUSTRIA U ORIGEN:	PROPORCION (%)
TUBOS DE ACERO DE MEXICO, S.A.	99.90

INDUSTRIA U ORIGEN;	PROPORCION (%)
ALUMINIO, S.A.	0.10
T O T A L :	100.00

IV.- R E S U L T A D O S

La concentración Letal Media (LC_{50-96}) para peces y camarones se calculó por el método de interpolación gráfica de línea recta, tomando como base las observaciones de las proporciones de animales que sobrevivan a concentraciones que han resultado letales para más de la mitad y para menos de la mitad, de los individuos de prueba.

La estimación de la mediana, implica el trazo gráfico de los datos experimentales en papel semilogarítmico, con las concentraciones de prueba en la escala logarítmica y los porcentajes de supervivientes en la escala aritmética. Se traza una línea recta uniendo los dos puntos que representan las proporciones de la serie de prueba que hayan sido letales para más de la mitad y para menos de la mitad de los animales de prueba. Del punto en que esta línea intersecte a la línea del 50% de supervivencia, se traza una línea perpendicular al eje de las ordenadas, donde se lee el valor de la LC_{50-96} (1)

En este capítulo, se presenta resumen de resultados de cada bioensayo, así como hoja de registro de parámetros ambientales; en los bioensayos donde se logró determinar la LC_{50-96} se muestran las figuras respectivas.

a) RESULTADOS DE BIOENSAYOS CON PECES Y CAMARONES.

RESUMEN DE RESULTADOS

BIOENSAYO PRELIMINAR : No. MG - IP

MATERIAL DE PRUEBA : Mezcla Global

ORIGEN DEL DESECHO : Aguas domésticas (20%); Bimbo (11.11%); Maseca (11.11%); TAMSA (49.14%); Aluminio (0.04%); - Polycid (8.82%).

ESPECIE DE PRUEBA : Conodon nobilis

LUGAR DE CAPTURA : Costas de Altamira, Tam.,

DILUCION INICIAL : 1 : 4 Aguas residuales: Agua de mar natural.

OBJETIVO : Determinar el rango de concentración tóxica.

ACUARIO No.	CONC. (1) g/l	No. ORG. INICIAL	No. ORG. AFEC.	O.D. mg/l	pH	TEMP. °C	SALIN. g/Kg	NH ₃ (2) Mg/l
1	111.1	10	6	6.06	7.12	19.22	29.93	6.98
2	58.8	10	2	6.16	7.17	19.22	31.84	8.15
3	30.3	10	3	6.52	7.30	19.22	32.61	16.80
4	15.4	10	2	7.09	7.43	19.33	32.99	17.20
5	7.7	10	0	7.16	7.48	19.33	33.08	18.98
6	Testigo	10	0	7.27	7.64	19.22	33.20	12.57

(1) Concentración expresada como gramos de aguas residuales por litro de agua de mar.

(2) Nitrógeno amoniacal no ionizado en microgramos por litro.

HOJA DE REGISTRO DE BIOENSAYOS

BIOENSAYO PRELIMINAR:	No. MG - IP
MATERIAL DE PRUEBA:	Mezcla Global
ORIGEN DEL DESECHO:	Aguas domésticas (20%); Bimbo (11.11%); Maseca (11.11%); TAMSA (49.14%); Aluminio (0.04%); POLYCID (8.82%).
ESPECIE DE PRUEBA:	Conodon nobilis
LUGAR DE CAPTURA:	Costas de Altamira, Tam.,
DILUCION INICIAL:	1 : 4 Aguas residuales : Agua de mar natural.
OBJETIVO:	Determinar el rango de concentración tóxica.

I N I C I O

No. DE ACUARIO	1	2	3	4	5	6
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10
CONCENTRACION g/l	111 111	58 823	30 303	15 384	7 752	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	5.9	6.6	7.7	7.3	7.9	7.6
pH	6.4	6.6	6.8	7.3	7.6	7.4
TEMPERATURA °C	19	19	19	19	19	19
SALINIDAD g/Kg.	29.82	31.58	32.54	32.46	32.66	32.90

I 2 H O R A S

No. DE ACUARIO	1	2	3	4	5	6
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	2		2			
% MORTALIDAD	20		20			
CONCENTRACION g/l	111 111	58 823	30 303	15 384	7 752	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	5.6	6.0	6.3	7.1	7.1	7.1
pH	6.9	7.15	7.3	7.4	7.3	7.6
TEMPERATURA °C	19	19	19	19	19	19

2 4 H O R A S

No. DE ACUARIO	1	2	3	4	5	6
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	2		3			
% MORTALIDAD	20		30			
CONCENTRACION g/l	111 111	58 823	30 303	15 384	7 752	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	6.3	6.1	6.6	6.9	7.2	7.3
pH	7.3	7.3	7.4	7.5	7.4	7.7
TEMPERATURA °C	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5
SALINIDAD g/Kg.	30.17	32.36	32.69	33.19	33.45	33.38
NITROGENO DE AMONIACO: TOTAL	1 398	1 115	2 963	2 099	2 804	772
mg/l NH ₃ NO IONIZADO	7.85	6.26	20.90	18.13	19.78	11.45

36 HORAS						
No. DE ACUARIO	1	2	3	4	5	6
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	3	2	3			
% MORTALIDAD	30	20	30			
CONCENTRACION g/l	111 111	58 823	30 303	15 384	7 752	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	6.3	6.2	6.6	7.1	7.1	7.3
pH	7.3	7.3	7.4	7.5	7.2	7.8
TEMPERATURA °C	20	20	19	19	19	19

48 HORAS

No. DE ACUARIO	1	2	3	4	5	6
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	3	2	3			
% MORTALIDAD	30	20	30			
CONCENTRACION g/l	111 111	58 823	30 303	15 384	7 752	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	6.0	6.1	6.3	7.1	7.0	7.3
pH	7.2	7.3	7.4	7.5	7.4	7.9
TEMPERATURA °C	19	19	19	19	19	19
SALINIDAD g/Kg.	30.15	32.56	32.89	33.40	33.32	33.59
NITROGENO AMONIAICAL: TOTAL	1 593	1 338	2 442	2 609	2 569	662
Mg/l NH ₃ NO IONIZADO	7.22	7.51	17.23	22.54	18.13	15.25

60 HORAS

No. DE ACUARIO	1	2	3	4	5	6
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	3	2	3	2		
% MORTALIDAD	30	20	30	20		
CONCENTRACION g/l	111 111	58 823	30 303	15 384	7 752	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	6.0	6.1	6.3	7.0	7.1	7.2
pH	7.0	7.1	7.4	7.4	7.7	7.7
TEMPERATURA °C	19	19	19	20	19	19.5

72 HORAS

No. DE ACUARIO	1	2	3	4	5	6
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	4	2	3	2		
% MORTALIDAD	40	20	30	20		
CONCENTRACION g/l	111 111	58 823	30 303	15 384	7 752	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	6.2	6.1	6.3	7.1	7.1	7.1
pH	7.2	7.2	7.3	7.4	7.6	7.4
TEMPERATURA °C	19.5	19.5	20	20	20	19.5
SALINIDAD g/Kg.	29.35	31.08	32.02	32.51	32.29	32.86
NITROGENO AMONIAICAL: TOTAL	1 018	1 630	2 690	2 113	1 991	1 077
Mg/l NH ₃ NO IONIZADO	4.63	7.39	15.11	14.91	22.50	7.60

84 HORAS						
No. DE ACUARIO	1	2	3	4	5	6
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	6	2	3	2		
% MORTALIDAD	60	20	30	20		
CONCENTRACION g/l	111 111	58 823	30 303	15 384	7 752	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	6.3	6.2	6.3	7.1	7.0	7.1
pH	7.6	7.3	7.3	7.4	7.7	7.4
TEMPERATURA °C	19	19	19.5	19	19	19.5

96 HORAS						
No. DE ACUARIO	1	2	3	4	5	6
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	6	2	3	2		
% MORTALIDAD	60	20	30	20		
CONCENTRACION g/l	111 111	58 823	30 303	15 384	7 752	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	6.0	6.1	6.3	7.1	7.0	7.4
pH	7.2	7.3	7.4	7.5	7.4	7.9
TEMPERATURA °C	19	19	19	19.5	19.5	19
SALINIDAD g/Kg.	30.18	31.84	32.92	33.43	33.69	33.29
NITROGENO AMONIACAL: TOTAL	1814	2 038	1 979	1 530	2 199	716
Mg/l NH ₃ NO INONIZADO	8.23	11.44	13.96	13.22	15.52	15.98

OBSERVACIONES:

RESUMEN DE RESULTADOS

BIOENSAYO DEFINITIVO: No. MG - 2P

MATERIAL DE PRUEBA : Mezcla Global

ORIGEN DEL DESECHO : Aguas domésticas (20%); Bimbo (11.11%); Maseca (11.11%);
Tamsa (49.14%); Aluminio (9.04%); Polycid (8.82%).ESPECIE DE PRUEBA : Conodon nobilis

LUGAR DE CAPTURA : Costas de Altamira, Tam.,

DILUCION INICIAL : 1 : 1 Aguas residuales: Agua de mar natural.

OBJETIVO : Bioensayo definitivo para obtención de LC_{50}^{-96}

ACUARIO No.	CONC. (1) g/l	No. ORG. INICIAL	No. ORG. AFEC.	O.D. mg/l	pH	TEMP. °C	SALIN. g/Kg.	NH ₃ (2) Mg/l
1a	333.3	10	10	3.60	6.40	20.25	21.85	
1b	333.3	10	10	3.73	6.42	20.85	22.09	1.28
2a	200.0	10	10	4.57	6.69	20.07	26.74	2.96
2b	200.0	10	6	4.70	6.67	20.11	26.25	3.34
3a	111.1	10	8	5.48	7.03	20.06	29.46	7.38
3b	111.1	10	2	51.51	7.06	20.06	29.60	6.12
4a	58.8	10	4	6.43	7.21	20.00	30.98	10.32
4b	58.8	10	3	6.34	7.27	20.00	31.10	9.16
5a	30.3	10	1	7.08	7.43	20.00	32.38	12.20
5b	30.3	10	0	7.18	7.49	20.17	32.01	13.37
6a	Testigo	10	0	7.59	7.92	20.17	32.84	16.01
6b	Testigo	10	0	7.56	7.93	20.17	32.43	14.56

(1) Concentración expresada como gramos de aguas residuales por litro de agua de mar

(2) Nitrógeno amoniacal no ionizado en microgramos por litro.

$$LC_{50}^{-96} = 111.11 \text{ g/l}$$

HOJA DE REGISTRO DE BIOENSAYOS

BIOENSAYO DEFINITIVO:	No. MG - 2P
MATERIAL DE PRUEBA:	Mezcla Global.
ORIGEN DEL DESECHO:	Aguas domésticas (20%); Bimbo (11.11%); Maseca (11.11%); TAMSa (49.14%); Aluminio (0.04%); Polycid (8.82%).
ESPECIE DE PRUEBA:	Conodon nobilis
LUGAR DE CAPTURA:	Costas de Altamira, Tam.,
DILUCION INICIAL:	1 : 1 Aguas residuales : Aguas de mar natural.
OBJETIVO:	Bioensayo definitivo para obtención de LC ₅₀ -96.

INICIO

No. DE ACUARIO	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4a	4b	5a	5b	6a	6b
NO. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
CONCENTRACION g/l	333	333	200	200	111	111	58.8	58.8	30.3	30.3	Testigo	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	4.3	4.7	4.9	5.3	5.9	5.7	6.6	6.7	7.3	7.1	7.6	7.9
pH	6.5	6.2	6.5	6.4	7.0	6.8	7.3	7.1	7.7	7.5	8.1	8.0
TEMPERATURA °C	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5
SALINIDAD g/Kg.	21.85	22.28	26.22	25.71	29.71	29.13	30.85	29.38	32.73	31.78	32.44	31.85

12 HORAS

No. DE ACUARIO	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4a	4b	5a	5b	6a	6b
NO. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
NO. DE ORGANISMOS MUERTOS	10	6	2	1								
% MORTALIDAD	100	60	20	10								
CONCENTRACION g/l	333	333	200	200	111	111	58.8	58.8	30.3	30.3	Testigo	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	2.9	3.5	4.5	4.9	6.1	6.2	6.8	6.5	7.0	7.2	7.8	8.0
pH	6.3	6.5	6.8	6.9	7.1	7.2	7.2	7.3	7.5	7.4	8.0	7.9
TEMPERATURA °C	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

24 HORAS

No. DE ACUARIO	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4a	4b	5a	5b	6a	6b
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	10	8	5	3	1		3		1			
% MORTALIDAD	100	80	50	30	10		30		10			
CONCENTRACION g/l	333	333	200	200	111	111	58.8	58.8	30.3	30.3	Testigo	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l		3.8	4.3	4.5	5.6	5.7	6.3	6.4	7.4	7.3	7.5	7.5
pH		6.3	6.7	6.3	6.9	7.0	7.0	7.4	7.6	7.6	8.1	8.0
TEMPERATURA °C		21	21	21	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	21	21	21
SALINIDAD g/Kg.		21.88	28.30	26.25	29.17	29.88	31.05	30.88	32.54	32.44	33.38	32.75
NITROGENO AMONIAICAL: TOTAL		1 618	1 398	1 573	1 111	1 446	1 296	854	709	857	480	477
Mg/l NH ₃ NO IONIZADO		0.96	2.02	0.92	2.41	3.85	3.45	6.02	8.01	9.69	19.00	12.71

36 HORAS

No. DE ACUARIO	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4a	4b	5a	5b	6a	6b
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	10	9	7	3	3		3		1			
% MORTALIDAD	100	90	70	30	30		30		10			
CONCENTRACION g/l	333	333	200	200	111	111	58.8	58.8	30.3	30.3	Testigo	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l		3.9	5.0	4.4	5.3	5.0	6.0	6.5	7.1	7.1	7.7	7.4
pH		6.6	6.8	6.9	6.9	7.3	7.1	7.2	7.3	7.4	8.0	7.9
TEMPERATURA °C		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

48 HORAS

No. DE ACUARIO	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4a	4b	5a	5b	6a	6b
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	10	9	7	6	4		3		1			
% MORTALIDAD	100	90	70	60	40		30		10			
CONCENTRACION g/l	333	333	200	200	111	111	58.8	58.8	30.3	30.3	Testigo	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l		3.3	4.8	4.6	5.6	5.4	6.1	6.5	7.3	7.0	7.8	7.3
pH		6.5	6.9	6.8	7.3	7.0	7.4	7.2	7.3	7.5	7.9	7.9
TEMPERATURA °C		20	20	20	20	20	19.5	19.5	20	20	20	20
SALINIDAD g/Kg.		22.11	26.53	26.01	29.48	30.06	31.21	32.15	32.16	31.48	32.29	32.74
NITROGENO AMONIAICAL: TOTAL												
Mg/l NH ₃ NO IONIZADO		1 792	1 636	1 853	2 345	1 573	2 484	2 113	1 681	1 460	633	646

60 HORAS

No. DE ACUARIO	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4a	4b	5a	5b	6a	6b
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	10	10	7	6	5		3		1			
% MORTALIDAD	100	100	70	60	50		30		10			
CONCENTRACION g/l	333	333	200	200	111	111	58.8	58.8	30.3	30.3	Testigo	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l		3.2	4.4	4.9	5.5	5.4	6.9	6.0	6.9	7.3	7.3	7.0
pH		6.4	6.5	6.7	7.1	6.9	7.3	7.3	7.6	7.8	7.8	8.0
TEMPERATURA °C		19	19	19	19	19	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5

72 HORAS

No. DE ACUARIO	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4a	4b	5a	5b	6a	6b
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	10	10	10	6	5		3		1			
% MORTALIDAD	100	100	100	60	50		30		10			
CONCENTRACION g/l	333	333	200	200	111	111	58.8	58.8	30.3	30.3	Testigo	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l			4.1	4.4	5.0	5.7	6.3	6.2	6.5	7.4	7.8	7.9
pH			6.6	6.6	6.9	7.0	7.1	7.3	7.4	7.6	7.8	7.9
TEMPERATURA °C			20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
SALINIDAD g/Kg.			25.92	26.43	28.80	29.37	30.49	31.10	31.90	31.74	32.75	31.81
NITROGENO AMONIAICAL: TOTAL			2 842	2 610	2 495	2 774	2620	2 150	2 083	1 757	840	758
Mg/l NH ₃ NO IONIZADO			3.31	3.04	5.40	7.41	9.24	12.07	14.70	19.86	15.78	16.92

84 HORAS

No. DE ACUARIO	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4a	4b	5a	5b	6a	6b
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	10	10	10	6	6	2	3	2	1			
% MORTALIDAD	100	100	100	60	60	20	30	20	10			
CONCENTRACION g/l	333	333	200	200	111	111	58.8	58.8	30.3	30.3	Testigo	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l				4.7	4.9	5.3	6.6	6.2	7.3	7.0	7.7	7.4
pH				6.5	7.0	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.7	8.0
TEMPERATURA °C				20.5	20.5	20.5	20	20	20	20.5	20.5	20.5

96 HORAS												
No. DE ACUARIO	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4a	4b	5a	5b	6a	6b
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	10	10	10	6	8	2	4	3	1			
% MORTALIDAD	100	100	100	60	80	20	40	30	10			
CONCENTRACION g/l	333	333	200	200	111	111	58.8	58.8	30.3	30.3	Testigo	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l				4.6	5.4	5.2	6.3	6.1	6.9	7.2	7.1	7.3
pH				6.98	7.1	7.2	7.3	7.2	7.4	7.3	7.9	7.8
TEMPERATURA °C												
SALINIDAD g/Kg												
NITROGENO AMONIAAL: TOTAL												
Mg/l NH ₃ NO IONIZADO												

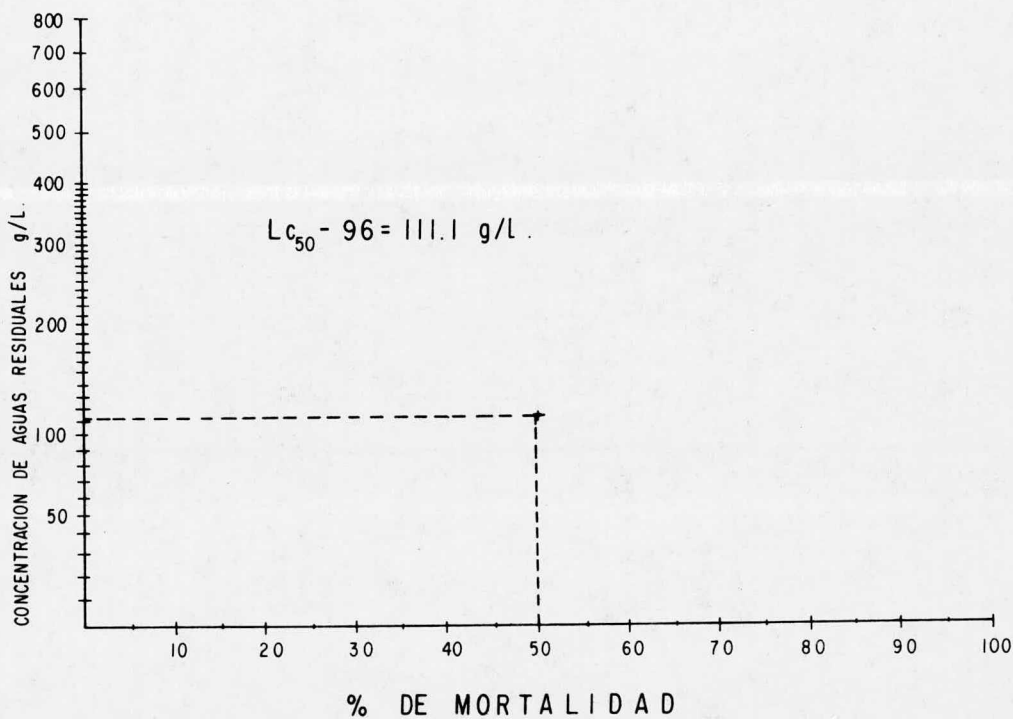
OBSERVACIONES:

84 HORAS.- GRAN EXCITACION EN EL ACUARIO 3b.

FIG. 1

BIOESAYO N° MG-2P

CONC. g / L.	Nº ORG. INICIAL	Nº ORG. AFECT.	% DE MORTALIDAD
333.3	20	20	100
200.0	20	16	80
111.1	20	10	50
58.8	20	7	35
30.3	20	1	5



RESUMEN DE RESULTADOS

BIOENSAYO PRELIMINAR : No. MG - IC

MATERIAL DE PRUEBA : Mezcla Global

ORIGEN DEL DESECHO : Aguas domésticas (20%); Bimbo (11.11%); Maseca (11.11%); TAMSA (49.14%); Aluminio (0.04%); - Polycid (8.82%).

ESPECIE DE PRUEBA : Penaeus setiferus

LUGAR DE CAPTURA : Costas de Altamira, Tam.,

DILUCION INICIAL : 1 : 4 Aguas residuales: Aguas de mar natural.

OBJETIVO : Determinar el rango de concentración tóxica.

ACUARIO No.	CONC. (1) g/l	No. ORG. INICIAL	No. ORG. AFEC.	O.D. mg/l	pH	TEMP. °C	SALIN. g/Kg	NH ₃ (2) Mg/l
1	111.1	10	3	6.20	6.82	19.28	30.22	3.93
2	58.8	10	2	6.14	7.23	19.17	32.04	8.49
3	30.3	10	1	6.04	7.18	19.11	33.07	7.80
4	15.4	10	0	6.69	7.37	19.22	33.50	12.76
5	7.7	10	0	7.18	7.31	19.21	33.59	9.04
6	Testigo	10	0	7.44	7.78	19.17	34.00	19.59

- (1) Concentración expresada como gramo de aguas residuales por litro de agua de mar.
- (2) Nitrógeno amoniacal no ionizado en microgramos por litro.

HOJA DE REGISTRO DE BIOENSAYOS

BIOENSAYO PRELIMINAR:	No. MG -IC
MATERIAL DE PRUEBA:	Mezcla Global
ORIGEN DEL DESECHO:	Aguas domésticas (20%); Bimbo (11.11%); Maseca (11.11%); Tamsa (49.15%); Aluminio (0.04%); - Polycid (8.82%).
ESPECIE DE PRUEBA:	Penaeus setiferus
LUGAR DE CAPTURA:	Costas de Altamira, Tam.,
DILUCION INICIAL:	1 : 4 Aguas residuales: Agua de mar natural.
OBJETIVO:	Determinar el rango de concentración tóxica.

INICIO

No. DE ACUARIO	1	2	3	4	5	6
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10
CONCENTRACION g/l	111 111	58 823	30 303	15 384	7 52	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	5.7	5.9	6.2	6.6	7.4	7.9
pH	6.3	6.6	6.4	7.1	7.2	7.6
TEMPERATURA °C	19	19	19	19	19	19
SALINIDAD g/Kg.	29-14	30.85	31.78	33.02	32.52	33.11

1.2 HORAS

No. DE ACUARIO	1	2	3	4	5	6
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	3	1				
% MORTALIDAD	30	10				
CONCENTRACION g/l	111 111	58 823	30 303	15 384	7 752	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	6.7	6.1	6.0	6.6	7.6	7.7
pH	6.8	7.1	6.9	7.3	7.4	7.8
TEMPERATURA °C	19	19	19	19	19	19

2.4 HORAS

No. DE ACUARIO	1	2	3	4	5	6
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	3	1				
% MORTALIDAD	30	10				
CONCENTRACION g/l	111 111	58 823	30 303	15 384	7 752	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	6.7	6.2	5.9	6.3	6.8	7.4
pH	7.3	7.4	7.3	7.5	7.3	7.9
TEMPERATURA °C	19	19	19	19	19	19
SALINIDAD g/Kg.	30.75	32.56	33.55	34.07	34.33	34.26
NITROGENO DE AMONIACO: TOTAL	1 829	1 736	1 461	1 854	1 569	994
Mg/l NH ₃ NO IONIZADO	10.27	12.25	8.20	16.02	8.81	22.18

36 HORAS

	1	2	3	4	5	6
No. DE ACUARIO						
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	3	1				
% MORTALIDAD	30	10				
CONCENTRACION g/l	111 111	58 823	30 303	15 384	7 752	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	6.5	6.2	6.0	6.8	7.2	7.4
pH	7.3	7.3	7.4	7.3	7.2	7.6
TEMPERATURA °C	20	19	19	19	19	19

48 HORAS

	1	2	3	4	5	6
No. DE ACUARIO						
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	3	1				
% MORTALIDAD	30	10				
CONCENTRACION g/l	111 111	58 823	30 303	15 384	7 752	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	6.2	6.0	6.0	6.5	7.2	7.4
pH	6.8	7.4	7.3	7.5	7.3	8.0
TEMPERATURA °C	19	20	19	19	19	19
SALINIDAD g/Kg.	30.92	32.94	33.58	34.69	34.52	34.79
NITROGENO AMONIAAL: TOTAL	1 192	1 629	1 569	1 609	1 461	663
Mg/l NH ₃ NO IONIZADO	2.14	11.49	8.81	13.90	8.20	17.66

60 HORAS

	1	2	3	4	5	6
No. DE ACUARIO						
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	3	1				
% MORTALIDAD	30	10				
CONCENTRACION g/l	111 111	58 823	30 303	15 384	7 752	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	6.3	6.1	5.9	6.6	7.0	7.2
pH	6.6	7.3	7.3	7.4	7.4	7.8
TEMPERATURA °C	19	19	19	19	19.5	19

72 HORAS

	1	2	3	4	5	6
No. DE ACUARIO						
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	3	2	1			
% MORTALIDAD	30	20	10			
CONCENTRACION g/l	111 111	58 823	30 303	15 384	7 752	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	6.1	6.1	6.2	6.9	7.1	7.5
pH	6.8	7.3	7.4	7.4	7.4	7.9
TEMPERATURA °C	20	10.5	20	20	20	20
SALINIDAD g/Kg.	29.57	31.31	31.91	32.26	33.01	33.95
NITROGENO AMONIAAL: TOTAL	918	918	979	1 346	1 432	971
Mg/l NH ₃ NO IONIZADO	1.65	5.15	6.91	9.50	10.10	21.67

84 HORAS						
No. DE ACUARIO	1	2	3	4	5	6
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	3	2	1		10	
% MORTALIDAD	30	20	10			
CONCENTRACION g/l	111 111	58 823	30 303	15 384	7 752	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	6.4	6.6	6.2	6.9		7.2
pH	6.7	7.4	7.4	7.3		7.7
TEMPERATURA °C	19	19	19	19		19

96 HORAS						
No. DE ACUARIO	1	2	3	4	5	6
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	3	2	1		.	
% MORTALIDAD	30	20	10			
CONCENTRACION g/l	111 111	58 823	30 303	15 384	7 752	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	6.2	6.1	6.0	7.0		7.3
pH	6.8	7.3	7.2	7.5		7.7
TEMPERATURA °C	19.5	19	19	19		19.5
SALINIDAD g/Kg.	30.73	32.54	33.53	33.46		33.90
NITROGENO AMONIACAL: TOTAL	924	906	1 609	1 346		1 136
Mg/l NH ₃ NO INONIZADO	1.66	5.09	7.30	11.63		16.85

OBSERVACIONES:

RESUMEN DE RESULTADOS

BIOENSAYO DEFINITIVO No. MG - 2 C

MATERIAL DE PRUEBA : Mezcla Global.

ORIGEN DEL DESECHO : Aguas domésticas (20%); Bimbo (11.11%); Maseca (11.11%); TAMSA (49.14%); Aluminio (0.04%); Polycid (8.82%).

ESPECIE DE PRUEBA : Penaeus setiferus

LUGAR DE CAPTURA : Costas de Altamira, Tam.,

DILUCION INICIAL : 1 : 1 Aguas residuales : Agua de mar natural.

OBJETIVO : Bioensayo definitivo para obtención de LC_{50-96} .

ACUARIO No.	CONC. (1) g/l	No. ORG. INICIAL	No. ORG. AFEC.	O.D. mg/l	pH	TEMP. °C	SALIN. g/Kg	NH ₃ (2) Mg/l
1a	333.3	10	10	3.76	6.76	19.40	21.48	2.15
1b	333.3	10	9	3.77	6.57	19.94	21.70	1.42
2a	200.0	10	8	4.99	6.99	19.83	25.93	5.16
2b	200.0	10	6	4.88	6.98	19.83	26.26	5.08
3a	111.1	10	3	5.43	7.23	19.83	28.83	9.21
3b	111.1	10	5	5.58	7.20	19.78	28.93	10.77
4a	58.8	10	0	6.34	7.31	19.72	30.57	10.57
4b	58.8	10	3	6.33	7.33	19.94	30.45	7.29
5a	30.3	10	0	7.14	7.52	20.00	31.68	13.37
5b	30.3	10	1	7.16	7.48	20.00	31.38	10.73
6a	Testigo	10	1	7.64	7.89	19.83	32.05	13.29
6b	Testigo	10	0	7.73	7.93	19.83	31.68	12.70

(1) Concentración expresada como gramos de aguas residuales por litro de agua de mar

(2) Nitrógeno amoniacal no ionizado en microgramos por litro.

$$LC_{50-96} = 135.00 \text{ g/l}$$

HOJA DE REGISTRO DE BIOENSAYOS

BIOENSAYO DEFINITIVO:	No. MG - 2c
MATERIAL DE PRUEBA:	Mezcla Global.
ORIGEN DEL DESECHO:	Aguas domésticas (20%); Bimbo (11.11%); Maseca (11.11%); TAMS (49.14%); Aluminio (0.04%); Polycid (8.82%).
ESPECIE DE PRUEBA:	Penaeus setiferus
LUGAR DE CAPTURA:	Costas de Altamira, Tam.,
DILUCIÓN INICIAL:	1 : 1 Aguas residuales : Agua de mar natural.
OBJETIVO:	Bioensayo definitivo para obtención de IC ₅₀ -96.

INICIO

No. DE ACUARIO	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4a	4b	5a	5b	6a	6b
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
CONCENTRACION g/l	333	333	200	200	111	111	58.8	58.8	30.3	30.3	Testigo	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	4.9	4.7	5.3	5.5	6.0	5.8	6.7	6.5	7.6	7.5	7.8	8.0
pH	6.8	6.6	7.0	7.1	7.6	7.1	7.6	7.5	7.8	7.7	8.0	8.1
TEMPERATURA °C	19.5	20	20	20	20	20	19.5	19.5	20	20	20	20
SALINIDAD g/Kg.	21.15	21.36	25.38	26.77	28.21	27.65	29.86	30.17	31.38	30.77	31.66	31.18

12 HORAS

No. DE ACUARIO	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4a	4b	5a	5b	6a	6b
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	5	3		1								
% MORTALIDAD	50	30		10								
CONCENTRACION g/l	333	333	200	200	111	111	58.8	58.8	30.3	30.3	Testigo	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	4.1	4.0	4.8	4.9	5.7	5.5	6.0	6.3	6.9	6.8	7.7	7.9
pH	7.0	6.9	6.9	7.1	7.3	6.9	6.8	7.1	7.4	7.5	7.8	7.9
TEMPERATURA °C	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19

24 HORAS

No. DE ACUARIO	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4a	4b	5a	5b	6a	6b
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	6	4	1	1								
% MORTALIDAD	60	40	10	10								
CONCENTRACION g/l	333	333	200	200	111	111	58.8	58.8	30.3	30.3	Testigo	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	3.3	4.1	5.0	5.2	5.4	5.8	6.6	6.6	7.2	7.1	8.0	7.9
pH	6.9	6.7	7.1	7.0	6.8	7.2	6.9	6.9	7.2	7.6	7.9	8.0
TEMPERATURA °C	19	19.5	19.5	19	19	19	19	19.5	19	19	19	19
SALINIDAD g/Kg.	21.70	21.59	26.04	25.78	29.03	28.92	30.64	30.99	31.88	31.65	32.19	32.27
NITROGENO AMONIAICAL: TOTAL	982	675	1 019	510	1 211	1 109	1 051	1 274	1 163	828	524	476
Mg/l NH ₃ NO IONIZADO	2.19	1.00	3.63	1.37	2.18	5.04	2.27	5.04	2.27	2.75	10.44	12.68

36 HORAS

No. DE ACUARIO	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4a	4b	5a	5b	6a	6b
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	9	7	3	1		1		1				
% MORTALIDAD	90	70	30	10		10		10				
CONCENTRACION g/l	333	333	200	200	111	111	58.8	58.8	30.3	30.3	Testigo	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	3.0	3.7	4.8	4.6	5.1	5.2	5.9	6.0	7.0	6.9	7.6	7.7
pH	6.6	6.7	6.9	6.9	7.1	7.2	7.5	7.7	7.6	7.5	7.9	7.8
TEMPERATURA °C	19.5	20	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	20	20	20	19.5	19.5

48 HORAS

No. DE ACUARIO	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4a	4b	5a	5b	6a	6b
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	10	7	3	2		1		1				
% MORTALIDAD	100	70	30	20		10		10				
CONCENTRACION g/l	333	333	200	200	111	111	58.8	58.8	30.3	30.3	Testigo	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	3.5	3.4	5.0	4.7	5.3	5.5	6.1	6.0	7.3	7.2	7.8	7.8
pH	6.5	6.3	7.2	6.7	7.3	7.4	7.5	7.3	7.6	7.3	8.0	8.0
TEMPERATURA °C	20	20	20	20	20	20	20	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5
SALINIDAD g/Kg.	21.58	21.75	26.15	25.90	28.77	29.35	30.47	30.01	31.39	31.16	32.26	31.22
NITROGENO AMONIAICAL: TOTAL	2 372	1 431	1 466	1 211	828	1 721	701	599	917	899	712	510
Mg/l NH ₃ NO IONIZADO	2.11	0.85	6.72	1.76	4.66	12.18	6.06	3.36	10.93	5.5	18.97	13.59

60 HORAS

No. DE ACUARIO	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4a	4b	5a	5b	6a	6b
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	10	7	5	2	1	1		1				
% MORTALIDAD	100	70	50	20	10	10		10				
CONCENTRACION g/l	333	333	200	200	111	111	58.8	58.8	30.3	30.3	Testigo	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l		3.3	5.1	4.6	5.0	5.8	6.3	6.4	7.1	7.4	7.4	7.6
pH		6.5	7.3	6.9	7.3	7.5	7.7	7.7	7.5	7.6	8.0	7.9
TEMPERATURA °C		20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5

72 HORAS

No. DE ACUARIO	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4a	4b	5a	5b	6a	6b
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	10	9	7	4	1	3		1				
% MORTALIDAD	100	90	70	40	10	30		10				
CONCENTRACION g/l	333	333	200	200	111	111	58.8	58.8	30.3	30.3	Testigo	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l		3.8	4.8	4.7	5.6	5.5	6.2	6.5	7.3	7.2	7.5	7.3
pH		6.3	7.0	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.7	7.3	7.7	8.1
TEMPERATURA °C		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
SALINIDAD g/Kg.		21.81	25.91	26.17	28.79	29.08	30.79	30.43	31.72	31.46	32.82	31.97
NITROGENO AMONIAICAL: TOTAL		2 410	1 892	2 083	2 369	2 382	2 199	1 753	1 378	1 657	733	327
Mg/l NH ₃ NO IONIZADO		1.43	5.10	7.43	10.77	13.41	15.51	15.14	20.43	9.30	10.87	12.95

84 HORAS

No. DE ACUARIO	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4a	4b	5a	5b	6a	6b
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	10	9	7	4	1	3		1			1	
% MORTALIDAD	100	90	70	40	10	30		10			10	
CONCENTRACION g/l	333	333	200	200	111	111	58.8	58.8	30.3	30.3	Testigo	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l		3.6	5.0	4.9	5.3	5.7	6.4	6.3	7.0	7.1	7.4	7.7
pH		6.6	6.7	6.9	7.1	6.9	6.9	7.3	7.5	7.4	7.9	7.9
TEMPERATURA °C		20.5	20	20.5	20.5	20	20	20	20.5	20.5	20	20

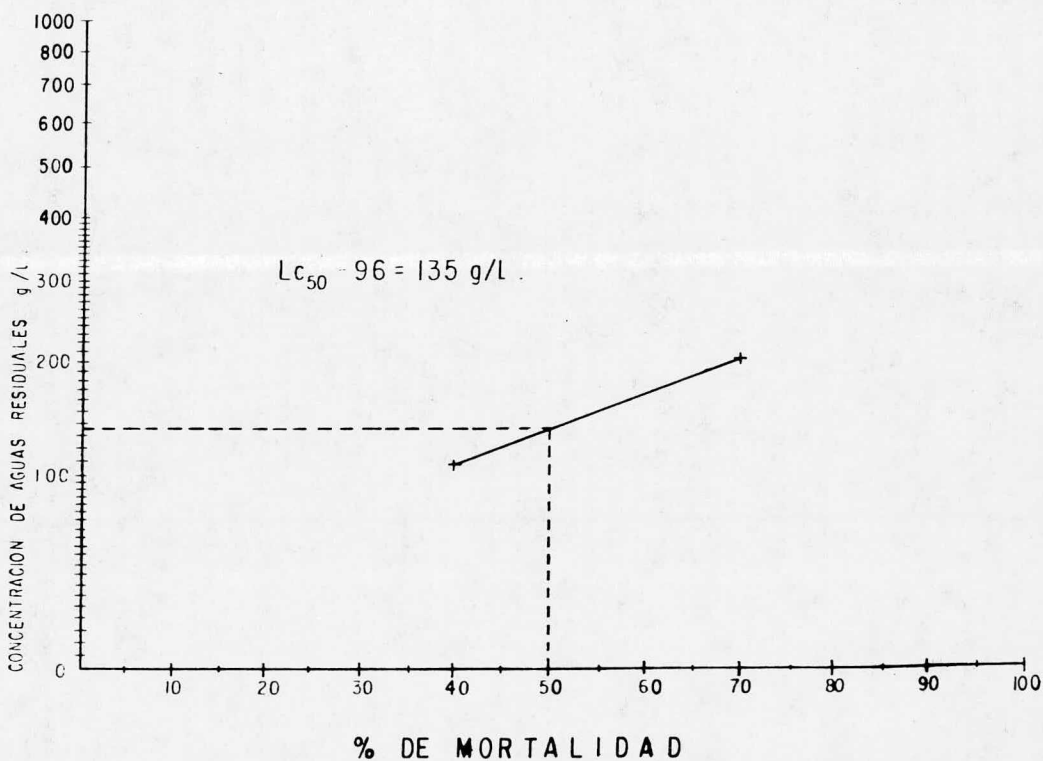
96 HORAS												
No. DE ACUARIO	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4a	4b	5a	5b	6a	6b
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	10	9	8	6	3	5		3		1	1	
% MORTALIDAD	100	90	80	60	30	50		30		10	10	
CONCENTRACION g/l	333	333	200	200	111	111	58.8	58.8	30.3	30.3	Testigo	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l		3.3	5.1	4.8	5.5	5.4	6.6	6.4	6.9	7.2	7.6	7.7
pH		6.5	6.8	7.1	7.4	7.3	7.5	7.0	7.4	7.4	7.8	7.7
TEMPERATURA °C		20	20	20	20	20	20	20.5	20.5	20.5	20	20
SALINIDAD g/Kg		22.01	26.15	26.69	29.35	29.64	31.07	30.67	32.02	31.86	32.32	31.78
NITROGENO AMONICAL: TOTAL		2 863	2 850	2 733	2 721	2 211	2 137	2 969	2 605	2 570	620	782
Mg/l NH ₃ NO IONIZADO		2.39	5.19	9.72	19.25	12.45	18.46	7.91	18.38	18.13	11.65	11.60

OBSERVACIONES:

FIG. 2

BIOENSAYO Nº MG - 2C

CONC. g / L.	Nº ORG. INICIAL	Nº ORG. AFECT	% DE MORTALIDAD
333.3	20	19	95
200.0	20	14	70
111.1	20	8	40
058.8	20	3	15
30.3	20	1	5



RESUMEN DE RESULTADOS

BIOENSAYO PRELIMINAR : No. MO - IP

MATERIAL DE PRUEBA : Mezcla Orgánica

ORIGEN DEL DESECHO : Bimbo (21.15%); Maseca (12.15%); Polycid (17.65%); Aguas domésticas (40.04%).

ESPECIE DE PRUEBA : Conodon nobilis

LUGAR DE CAPTURA : Costas de Altamira, Tam.,

DILUCION INICIAL : 1 : 1 Aguas residuales: Agua de mar natural.

OBJETIVO : Determinar el rango de concentración tóxica.

ACUARIO NO.	CONC. (1) g/l	No. ORG. INICIAL	No. ORG. AFEC.	O.D. mg/l	pH	TEMP, °C	SALIN. g/Kg	NH ₃ (2) Mg/l
1	333.3	10	10	2.60	6.90	20.00	21.98	
2	200.0	10	7	4.80	6.84	20.00	27.02	4.64
3	111.1	10	4	5.13	7.18	20.05	30.25	12.27
4	58.5	10	2	4.89	7.11	19.94	31.99	7.36
5	30.3	10	2	5.74	7.41	19.94	32.92	16.46
6	Testigo	10	0	7.26	7.80	20.00	32.81	15.68

(1) Concentración expresada como gramos de aguas residuales por litro de agua de mar.

(2) Nitrogeno amoniacal no ionizado en microgramos por litro.

$$LC_{50-96} = 135 \text{ g/l}$$

HOJA DE REGISTRO DE BIOENSAYOS

BIOENSAYO PRELIMINAR:	No. MO - IP
MATERIAL DE PRUEBA:	Mezcla Orgánica.
ORIGEN DEL DESECHO:	Bimbo (21.15%); Maseca (21.15%); Polycid (17.65%); Aguas domésticas (40.05%).
ESPECIE DE PRUEBA:	<u>Conodon nobilis</u>
LUGAR DE CAPTURA:	Costas de Altamira, Tam.,
DILUCION INICIAL:	1 : 1 Aguas residuales : Agua de mar natural.
OBJETIVO:	Determinar el rango de concentración tóxica.

INICIO

No. DE ACUARIO	1	2	3	4	5	6
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10
CONCENTRACION g/l	333 333	200 000	111 111	58 823	30 303	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	3.0	3.1	5.3	4.8	6.0	7.3
pH	7.1	6.8	6.9	6.9	7.2	7.9
TEMPERATURA °C	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5
SALINIDAD g/Kg.	21.98	26.38	30.31	31.68	32.09	32.33

1.2 HORAS

No. DE ACUARIO	1	2	3	4	5	6
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	10	6				
% MORTALIDAD	100	60				
CONCENTRACION g/l	333 333	200 000	111 111	58 823	30 303	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	2.2	2.2	4.4	3.2	4.5	7.3
pH	6.7	7.0	7.1	6.9	7.0	7.8
TEMPERATURA °C	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5

24 HORAS

No. DE ACUARIO	1	2	3	4	5	6
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	10	7				
% MORTALIDAD	100	70				
CONCENTRACION g/l		200 000	111 111	58 823	30 303	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l		5.1	3.8	5.5	5.5	6.9
pH		6.8	7.3	6.7	7.3	7.7
TEMPERATURA °C		20	20	20	20	20
SALINIDAD g/Kg.		26.93	29.92	31.69	32.65	33.01
NITROGENO DE AMONIACO: TOTAL		2 135	1 530	1 836	1 184	1 366
Mg/l NH ₃ NO IONIZADO		3.87	8.59	2.64	6.65	20.26

36 HORAS

	1	2	3	4	5	6
No. DE ACUARIO	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	7	4		2	
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	100	70	40		20	
% MORTALIDAD		200 000	111 111	58 823	30 303	Testigo
CONCENTRACION g/l		5.6	5.8	3.7	5.6	7.3
OXIGENO DISUELTO mg/l		6.7	6.7	7.3	7.4	7.8
pH		20	20	20	20	20
TEMPERATURA °C						

48 HORAS

	1	2	3	4	5	6
No. DE ACUARIO	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	7	4		2	
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	100	70	40		20	
% MORTALIDAD		200 000	111 111	58 823	30 302	Testigo
CONCENTRACION g/l		5.6	6.5	5.0	5.6	7.4
OXIGENO DISUELTO mg/l		6.8	7.2	7.1	7.5	7.9
pH		20.5	20.5	20	20.5	20
TEMPERATURA °C		27.88	30.98	33.03	33.79	32.17
SALINIDAD g/Kg.		1 184	1 224	1 836	2 318	785
NITROGENO AMONIAL: TOTAL		2.14	5.55	6.48	20.02	17.52
Mg/l NH ₃ NO IONIZADO						

60 HORAS

	1	2	3	4	5	6
No. DE ACUARIO	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	7	4	2	2	
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	100	70	40	20	20	
% MORTALIDAD		200 000	111 111	58 823	30 203	Testigo
CONCENTRACION g/l		5.3	4.9	3.1	5.8	7.0
OXIGENO DISUELTO mg/l		6.9	7.3	7.0	7.4	7.7
pH		20	20.5	20	20	20.5
TEMPERATURA °C						

72 HORAS

	1	2	3	4	5	6
No. DE ACUARIO	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	7	4	2	2	
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	100	70	40	20	20	
% MORTALIDAD		200 000	111 111	58 823	30 303	Testigo
CONCENTRACION g/l		5.6	6.1	6.3	6.1	7.2
OXIGENO DISUELTO mg/l		6.8	7.4	7.3	7.6	7.9
pH		19.5	19.5	19.5	19	19.5
TEMPERATURA °C		26.79	29.58	32.16	32.85	32.83
SALINIDAD g/Kg.		2 156	2 213	1 146	1 654	581
NITROGENO AMONIAL: TOTAL		3.91	15.61	6.43	18.69	10.92
Mg/l NH ₃ NO IONIZADO						

84 HORAS						
No. DE ACUARIO	1	2	3	4	5	6
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	10	7	4	2	2	
% MORTALIDAD	100	70	40	20	20	
CONCENTRACION g/l		200 000	111 111	58 823	30 303	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l		5.6	4.3	6.2	6.3	7.4
pH		6.8	7.3	7.4	7.7	7.8
TEMPERATURA °C		20	20	20	20	20

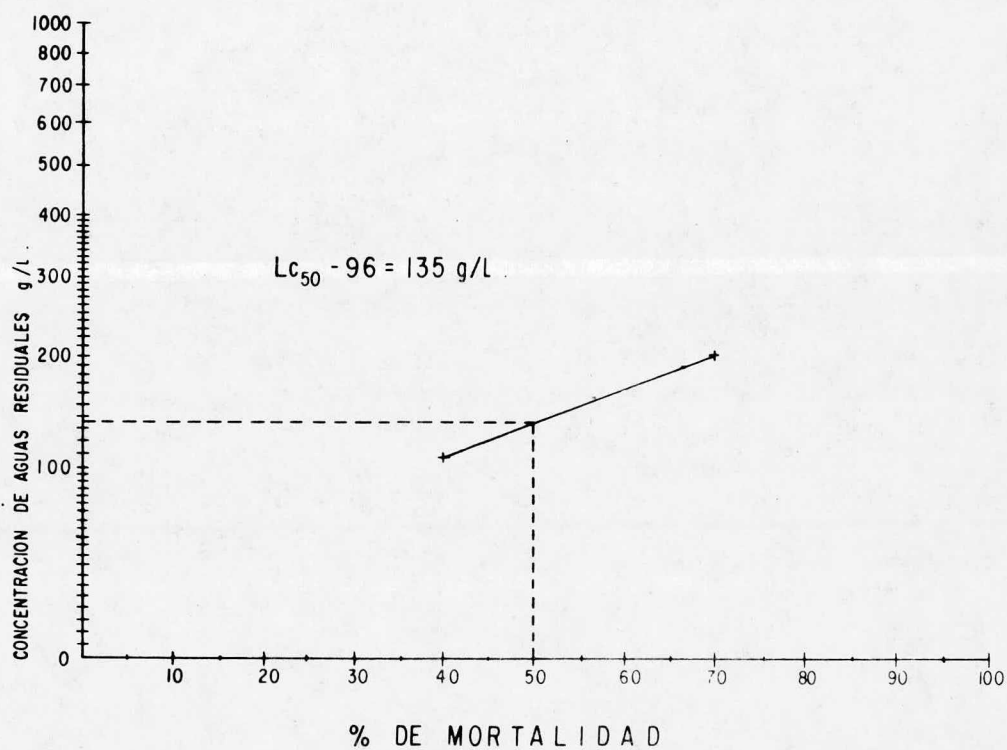
96 HORAS						
No. DE ACUARIO	1	2	3	4	5	6
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	10	7	4	12	2	
% MORTALIDAD	100	70	40	20	20	
CONCENTRACION g/l		200 000	111 111	58 823	30 303	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l		5.1	5.1	6.2	6.3	7.5
pH		7.0	7.4	7.4	7.6	7.8
TEMPERATURA °C		20	20	20	20	20
SALINIDAD g/Kg.		27.10	30.45	32.43	33.22	33.69
NITROGENO AMONIACAL: TOTAL		3 215	2 743	1 967	1 811	746
Mg/l NH ₃ NO INONIZADO		8.63	19.35	13.88	20.47	14.02

OBSERVACIONES:

FIG. 3

BIOENSAYO N° MO - IP

CONC. g / L	Nº ORG INICIAL	Nº ORG. AFECT	% DE MORTALIDAD
333.3	10	10	100
200.0	10	7	70
111.1	10	4	40
58.8	10	2	20
30.3	10	2	20



RESUMEN DE RESULTADOS

BIOENSAYO PRELIMINAR : No. MO - IC

MATERIAL DE PRUEBA : Mezcla Orgánica.

ORIGEN DEL DESECHO : Bimbo (21.15%); Maseca (21.15%); Polycid (17.65%)
Aguas Domésticas (40.05%).ESPECIE DE PRUEBA : Penaeus setiferus

LUGAR DE CAPTURA :: Costas de Altamira, Tam.,

DILUCION INICIAL ; 1 : 1 Aguas residuales : Agua de mar natural.

OBJETIVO ; Determinar el rango de concentración tóxica.

AQUARIO No.	CONC. (1) g/l	No. ORG. INICIAL	No. ORG. AFEC.	O.D. mg/l	pH	TEMP. °C	SALIN. g/Kg.	NH ₃ (2) Mg/l
1	333.3	10	10	2.70	6.70	20.00	23.96	
2	200.0	10	10	2.74	6.94	20.00	27.16	5.32
3	111.1	10	7	5.31	6.84	19.94	30.16	4.05
4	58.8	10	4	5.59	7.41	20.00	31.95	15.28
5	30.3	10	2	6.64	7.47	19.94	32.83	15.70
6	Testigo	10	0	7.18	7.74	20.05	33.32	18.37

(1) Concentración expresada como granos de aguas residuales por litro de agua de mar

(2) Nitrógeno amoniacal no ionizado en microgramos por litro.

HOJA DE REGISTRO DE BIOENSAYOS

BIOENSAYO PRELIMINAR:	No. MO - IC
MATERIAL DE PRUEBA:	Mezcla Orgánica.
ORIGEN DEL DESECHO:	Bimbo (21.15%); Maseca (21.15%); Polycid (17.65%); Aguas Domésticas (40.05%).
ESPECIE DE PRUEBA:	<i>Penaeus setiferus</i>
LUGAR DE CAPTURA:	Costas de Altamira, Tam.,
DILUCION INICIAL:	1 : 1 Aguas residuales: Agua de mar natural.
OBJETIVO:	Determinar el rango de concentración tóxica.

INICIO

No. DE ACUARIO	1	2	3	4	5	6
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10
CONCENTRACION g/l	333 333	200 000	111 111	58 823	30 303	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	3.2	3.8	4.8	5.0	6.5	7.9
pH	6.9	6.9	7.1	7.3	7.9	7.8
TEMPERATURA °C	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5
SALINIDAD g/Kg.	23.96	26.66	29.63	31.37	32.52	32.88

12 HORAS

No. DE ACUARIO	1	2	3	4	5	6
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	10		4			
% MORTALIDAD	100		40			
CONCENTRACION g/l	333 333	200 000	111 111	58 823	30 303	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	2.2	2.2	3.2	4.1	7.0	7.1
pH	6.5	6.8	6.7	6.9	7.4	7.7
TEMPERATURA °C	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5

24 HORAS

No. DE ACUARIO	1	2	3	4	5	6
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	10	1	6			
% MORTALIDAD	100	10	60			
CONCENTRACION g/l		200 000	111 111	58 823	30 303	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l		2.3	5.1	5.1	6.5	7.1
pH		6.8	6.8	7.2	7.3	7.9
TEMPERATURA °C		20	20	20	20	20
SALINIDAD g/Kg.		27.62	30.33	31.44	32.39	32.75
NITROGENO DE AMONIACO: TOTAL		2 448	2 508	1 683	3 213	925
Mg/l NH ₃ NO IONIZADO		4.41	4.51	7.63	18.04	20.64

36 HORAS

No. DE ACUARIO	1	2	3	4	5	6
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	10	1	6			
% MORTALIDAD	100	10	60			
CONCENTRACION g/l		200 000	111 111	58 823	30 303	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l		2.5	5.3	6.0	7.0	7.0
pH		7.2	7.0	7.4	7.5	7.6
TEMPERATURA °C		20	20	20	20	20

48 HORAS

No. DE ACUARIO	1	2	3	4	5	6
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	10	10	7	3		
% MORTALIDAD	100	100	70	30		
CONCENTRACION g/l		200 000	111 111	58 823	30 303	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l		2.9	5.6	6.2	7.1	7.3
pH		7.0	6.8	7.5	7.1	7.6
TEMPERATURA °C		20	20.5	20.5	20	20.5
SALINIDAD g/Kg.		27.20	30.22	32.00	32.64	33.33
NITROGENO AMONIAL: TOTAL		2 318	2 287	2 634	2 631	1 187
Mg/l NH ₃ NO IONIZADO		6.23	4.12	22.75	9.28	13.42

60 HORAS

No. DE ACUARIO	1	2	3	4	5	6
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	10	10	7	3		
% MORTALIDAD	100	100	70	30		
CONCENTRACION g/l			111 111	58 823	30 303	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l			5.6	5.6	6.7	6.8
pH			6.8	7.6	7.4	7.8
TEMPERATURA °C			20	20	20	20.5

72 HORAS

No. DE ACUARIO	1	2	3	4	5	6
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	10	10	7	3		
% MORTALIDAD	100	100	70	30		
CONCENTRACION g/l			111 111	58 823	30 303	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l			6.1	6.3	6.4	7.1
pH			6.7	7.6	7.3	7.7
TEMPERATURA °C			19	19.5	19.5	19.5
SALINIDAD g/Kg.			30.96	32.89	33.45	34.27
NITROGENO AMONIAL: TOTAL			2 307	1 193	2 632	1 312
Mg/l NH ₃ NO IONIZADO			3.32	13.48	14.78	19.46

84 HORAS						
No. DE ACUARIO	1	2	3	4	5	6
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	10	10	7	3	1	
% MORTALIDAD	100	100	70	30	10	
CONCENTRACION g/l			111 111	58 823	30 303	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l			6.0	6.0	6.3	7.2
pH			6.8	7.6	7.7	7.8
TEMPERATURA °C			20	20	20	20

96 HORAS						
No. DE ACUARIO	1	2	3	4	5	6
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	10	10	7	4	2	
% MORTALIDAD	100	100	70	40	20	
CONCENTRACION g/l			111 111	58 823	30 303	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l			6.1	6.0	6.3	7.1
pH			6.9	7.6	7.6	7.8
TEMPERATURA °C			20	20	20	20
SALINIDAD g/Kg.			29.67	32.06	33.35	33.40
NITROGENO AMONIAL: TOTAL			1 969	1 527	1 833	1 063
Mg/l NH ₃ NO INONIZADO			4.25	17.26	20.72	19.97

OBSERVACIONES:

RESUMEN DE RESULTADOS

BIOENSAYO DEFINITIVO: No. MO - 2 C

MATERIAL DE PRUEBA : Mezcla Orgánica.

ORIGEN DEL DESECHO : Bimbo (21.15%); Maseca (21.15%); Polycid (17.65%); Polycid (40.05%).

ESPECIE DE PRUEBA : Penaeus setiferus

LUGAR DE CAPTURA : Costas de Altamira, Tam.,

DILUCION INICIAL : 1 : 2 Aguas residuales: Agua de mar natural.

OBJETIVO : Bioensayo definitivo para obtención del LC_{50}^{-96}

ACUARIO No.	CONC. (1) g/l	No. ORG. INICIAL	No. ORG. AFEC.	O.D. mg/l	pH	TEMP. °C	SALIN. g/Kg	NH ₃ (2) Mg/l
1a	200.0	10	10	3.05	6.28	19.83	22.57	1.82
1b	200.0	10	10	3.26	6.57	19.67	25.61	1.35
2a	111.1	10	8	4.70	6.52	19.67	28.67	2.11
2b	111.1	10	10	4.88	6.60	19.78	28.81	3.74
3a	58.8	10	8	5.35	6.82	19.67	30.27	5.35
3b	58.9	10	5	5.46	6.93	19.72	30.53	6.45
4a	30.3	10	6	6.47	7.10	19.68	31.30	7.43
4b	30.3	10	3	6.53	7.09	19.61	31.24	6.42
5a	15.4	10	0	7.24	7.29	19.72	31.68	9.99
5b	15.4	10	2	7.14	7.36	19.72	31.66	13.22
6a	Testigo	10	0	7.61	7.82	19.67	31.90	17.53
6b	Testigo	10	0	7.61	7.82	19.67	21.96	14.77

(1) Concentración expresada como gramos de aguas residuales por litro de agua de mar.

(2) Nitrógeno amoniacal no ionizado en microgramos por litro.

$$LC_{50}^{-96} = 39.00 \text{ g/l}$$

HOJA DE REGISTRO DE BIOENSAYOS

BIOENSAYO DEFINITIVO:	No. MO - 2C
MATERIAL DE PRUEBA:	Mezcla Orgánica.
ORIGEN DEL DESECHO:	Bimbo (21.15%), Maseca (21.15%); Polycid (17.65%); Aguas Domésticas (40.05%).
ESPECIE DE PRUEBA:	Penaeus setiferus
LUGAR DE CAPTURA:	Costas de Altamira, Tam.,
DILUCIÓN INICIAL:	1 : 2 Aguas residuales : Agua de mar natural.
OBJETIVO:	Bioensayo definitivo para obtención del LC ₅₀ -96

I N I C I O

No. DE ACUARIO	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4a	4b	5a	5b	6a	6b
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
CONCENTRACION g/l	200	200	111	111	58.8	58.8	30.3	30.3	15.4	15.4	Testigo	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	3.8	3.9	4.7	5.8	6.9	6.7	7.3	7.0	7.5	7.3	7.5	7.3
pH	6.3	6.8	6.7	6.5	7.1	6.9	6.8	7.3	7.4	7.2	7.6	7.7
TEMPERATURA °C	20	20	20	19.5	19.5	20	19.5	19.5	20	19.5	19.5	19.5
SALINIDAD g/Kg.	25.32	24.98	27.86	28.14	29.79	30.18	30.98	31.00	30.76	31.17	31.23	31.64

I 2 H O R A S

No. DE ACUARIO	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4a	4b	5a	5b	6a	6b
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
NO. DE ORGANISMOS MUERTOS	9	7	6	3		1	1					
% MORTALIDAD	90	70	60	30		10	10					
CONCENTRACION g/l	200	200	111	111	58.8	58.8	30.3	30.3	15.4	15.4	Testigo	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	3.1	2.9	4.5	4.3	4.9	5.5	6.3	6.0	6.9	7.2	7.7	7.8
pH	6.5	6.6	6.7	6.4	6.4	7.2	7.4	7.2	7.5	7.3	7.8	8.0
TEMPERATURA °C	19.5	20	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5

24 HORAS

No. DE ACUARIO	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4a	4b	5a	5b	6a	6b
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	9	10	6	8	3	1	2	1				
% MORTALIDAD	90	100	60	80	30	10	20	10				
CONCENTRACION g/l	200	200	111	111	58.8	58.8	30.3	30.3	15.4	15.4	Testigo	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	2.9	3.0	5.0	4.5	4.8	5.3	6.6	6.7	7.3	7.0	7.7	7.6
pH	6.6	6.3	6.5	6.8	7.1	7.0	7.3	6.9	7.3	7.4	7.9	7.8
TEMPERATURA °C	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
SALINIDAD g/Kg.	26.12	26.25	28.13	27.99	29.94	29.88	30.69	31.51	31.70	32.11	32.85	32.14
NITROGENO AMONIAAL: TOTAL	2 458	2 326	2 211	2 572	2 383	1 961	1 752	1 433	1 264	1 496	617	598
Mg/l NH ₃ NO IONIZADO	2.86	1.35	1.92	4.65	8.41	5.22	9.84	3.09	7.10			

36 HORAS

No. DE ACUARIO	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4a	4b	5a	5b	6a	6b
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	9	10	6	8	3	3	2	3				
% MORTALIDAD	90	100	60	80	30	30	20	30				
CONCENTRACION g/l	200	200	111	111	58.8	58.5	30.3	30.3	15.4	15.4	Testigo	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	2.4		4.8	4.7	5.3	5.4	6.0	6.5	6.9	6.8	7.3	7.6
pH	6.4		6.6	6.9	7.0	6.8	7.1	7.0	7.2	7.6	7.6	7.9
TEMPERATURA °C	20		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

48 HORAS

No. DE ACUARIO	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4a	4b	5a	5b	6a	6b
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	9	10	8	8	3	3	2	3		1		
% MORTALIDAD	90	100	80	80	30	30	20	30		10		
CONCENTRACION g/l	200	200	111	111	58.8	58.5	30.3	30.3	15.4	15.4	Testigo	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	3.0		4.6	5.0	5.0	5.1	6.3	6.4	7.5	7.1	7.8	7.7
pH	6.0		6.3	6.5	6.7	7.0	6.9	7.3	7.4	7.5	7.8	7.8
TEMPERATURA °C	20.5		20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5
SALINIDAD g/Kg.	25.87		28.75	29.61	29.55	30.44	31.36	30.45	31.96	31.84	31.37	32.05
NITROGENO AMONIAAL: TOTAL	2 719		2 501	2 676	2 972	2 419	1 814	1 727	1 565	1 822	797	841
Mg/l NH ₃ NO IONIZADO	0.79		1.44	2.31	4.28	6.44	3.92	9.70	11.04	15.74	14.97	15.80

60 HORAS

No. DE ACUARIO	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4a	4b	5a	5b	6a	6b
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	10	10	8	9	6	4	2	3		1		
% MORTALIDAD	100	100	80	90	60	40	20	30		10		
CONCENTRACION g/l	200	200	111	111	58.8	58.8	30.3	30.3	15.4	15.4	Testigo	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	3.1		4.7	4.9	5.3	4.9	6.5	6.8	7.3	7.0	7.9	7.6
pH	5.9		6.6	6.4	6.5	7.1	7.0	7.0	7.2	7.1	8.0	7.9
TEMPERATURA °C	20		20	20.5	20	20	20	20	20.5	20.5	20	20

72 HORAS

No. DE ACUARIO	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4a	4b	5a	5b	6a	6b
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	10	10	8	10	6	4	2	3		1		
% MORTALIDAD	100	100	80	100	60	40	20	30		10		
CONCENTRACION g/l	200	200	111	111	58.8	58.8	30.3	30.3	15.4	15.4	Testigo	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l			4.3	5.0	5.2	5.5	6.4	6.6	7.7	7.1	7.5	7.5
pH			6.5	6.7	6.6	6.7	7.2	7.1	7.4	7.3	7.9	7.7
TEMPERATURA °C			19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5
SALINIDAD g/Kg.			29.82	29.52	37.57	30.95	32.09	31.53	32.08	31.92	32.67	31.23
NITROGENO AMONIACAL: TOTAL			2 720	2 960	3 196	2 543	2 117	1 932	2 239	2 245	938	1 065
Mg/l NH ₃ NO IONIZADO			2.35	4.26	3.68	3.66	9.60	6.81	15.80	12.61	20.93	15.79

84 HORAS

No. DE ACUARIO	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4a	4b	5a	5b	6a	6b
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	10	10	8	10	6	5	3	3		1		
% MORTALIDAD	100	100	80	100	60	50	30	30		10		
CONCENTRACION g/l	200	200	111	111	58.8	58.8	30.3	30.3	15.4	15.4	Testigo	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l			5.0		5.3	5.4	6.2	6.2	7.3	7.4	7.8	7.6
pH			6.3		6.8	6.6	7.4	6.9	7.2	7.6	7.8	7.9
TEMPERATURA °C			19.5		20	20	20	19.5	19.5	20	20	20

96 HORAS												
No. DE ACUARIO	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4a	4b	5a	5b	6a	6b
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	10	10	8	10	8	5	6	3		2		
% MORTALIDAD	100	100	80	100	80	50	60	30		20		
CONCENTRACION g/l	200	200	111	111	58.8	58.8	30.3	30.3	15.4	15.4	Testigo	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l			4.7		5.5	5.4	6.6	6.3	6.9	7.5	7.3	7.8
pH			6.5		6.7	7.1	6.8	7.1	7.0	7.3	7.9	7.7
TEMPERATURA °C			19		19	19	19	19	19	19	19	19
SALINIDAD g/Kg			28.78		30.48	31.23	31.40	31.71	31.88	31.26	31.40	32.73
NITROGENO AMONIAL: TOTAL			3 135		3 943	2 970	3 538	1 720	2 262	2 491	917	1 097
Mg/l NH ₃ NO IONIZADO			2.72		5.03	10.48	6.37	6.07	6.02	13.99	20.46	16.27

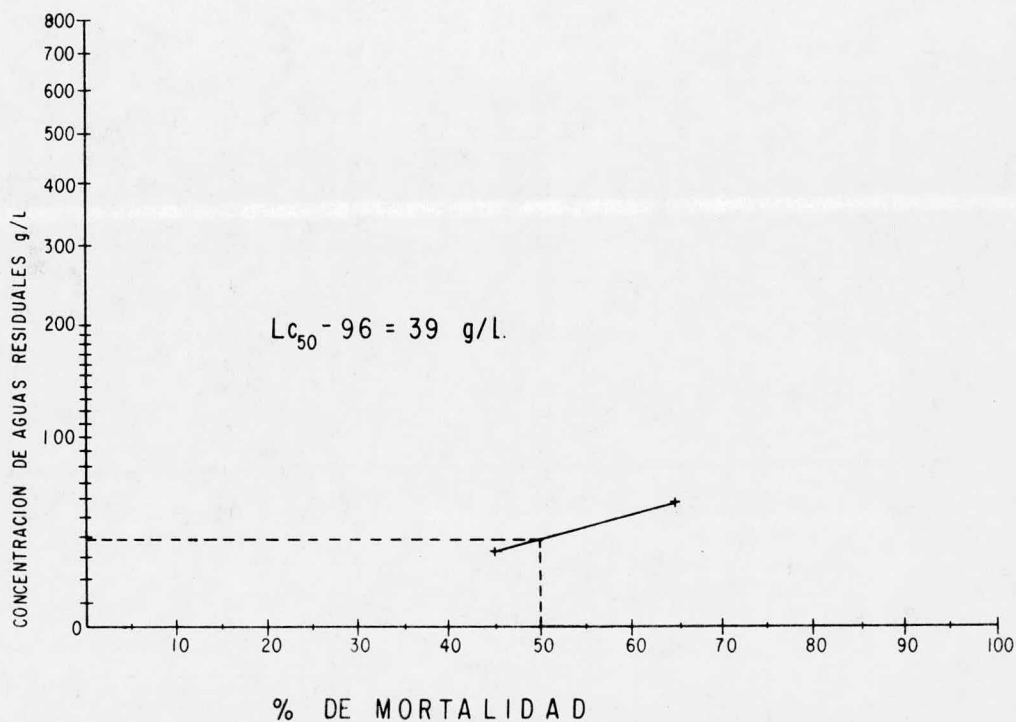
OBSERVACIONES: 12:00 HRS.- SE OBSERVA UNA ELEVADA MORTANDAD EN LOS ACUARIOS 1c, 1b y 2a.

24:00 HRS.- GRAN MORTANDAD EN EL ACUARIO 2b, BAJAS CONCENTRACIONES DE OXIGENO DISUELTO EN LOS ACUARIOS DESDE EL 1a, HASTA EL 3a.

FIG. 4

BIOENSAYO Nº MO-2C

CONC. g/L.	Nº ORG. INICIAL	Nº ORG. AFECT.	% DE MORTALIDAD
2000	20	20	100
1111	20	18	90
58.8	20	13	65
30.3	20	9	45
15.4	20	2	10



RESUMEN DE RESULTADOS

BIOENSAYO PRELIMINAR : No. MI - IC

MATERIAL DE PRUEBA : Mezcla Inorgánica.

ORIGEN DEL DESECHO : TAMSA (99.9%); Aluminio (0.1%).

ESPECIE DE PRUEBA : Penaeus setiferus .

LUGAR DE CAPTURA : Costas de Altamira, Tam.,

DILUCION INICIAL : 1 : 1 Aguas residuales: Agua de mar natural.

OBJETIVO : Determinar el rango de concentración tóxica.

ACUARIO No.	CONC. (1) g/l	No. ORG. INICIAL	No. ORG. AFEC.	O.D. mg/l	pH	TEMP. °C	SALIN. g/Kg	NH ₃ (2) Mg/
1	333.3	10	3	6.57	7.72	19.33	22.35	11.09
2	200.0	10	2	6.44	7.82	19.22	26.66	12.74
3	111.1	10	0	6.37	7.77	19.22	29.32	12.34
4	58.8	10	0	6.13	7.66	19.17	31.01	12.72
5	30.3	10	0	6.40	7.88	19.22	32.05	14.94
6	Testigo	10	1	7.04	7.98	19.22	32.30	16.47

(1) Concentración expresada como gramos de aguas residuales por litro de agua de mar.

(2) Nitrógeno amoniacal no ionizado en microgramos por litro.

HOJA DE REGISTRO DE BIOENSAYOS

BIOENSAYO PRELIMINAR:	No. MI - IC
MATERIAL DE PRUEBA:	Mezcla Inorgánica.
ORIGEN DEL DESECHO:	TAMSA (99.9%); Aluminio (0.1%).
ESPECIE DE PRUEBA:	Penaeus setiferus
LUGAR DE CAPTURA:	Costas de Altamira, Tam.,
DILUCION INICIAL:	1 : 1 Aguas residuales: Agua de mar natural.
OBJETIVO:	Determinar el rango de concentración tóxica.

INICIO

No. DE ACUARIO	1	2	3	4	5	6
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10
CONCENTRACION g/l	333 333	200 000	111 111	58 823	30 303	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	6.5	6.5	6.4	6.0	6.4	6.9
pH	7.5	7.7	7.7	7.6	8.0	8.0
TEMPERATURA °C	18.5	18	18.5	18	18.5	18.5
SALINIDAD g/Kg.	21.67	27.53	28.59	30.62	31.19	31.85

12 HORAS

No. DE ACUARIO	1	2	3	4	5	6
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS						
% MORTALIDAD						
CONCENTRACION g/l	333 333	200 000	111 111	58 823	30 303	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	6.8	6.7	6.4	6.8	6.4	7.2
pH	7.7	7.9	7.8	7.7	7.9	7.9
TEMPERATURA °C	18	18	18	18	18	18

24 HORAS

No. DE ACUARIO	1	2	3	4	5	6
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS						
% MORTALIDAD						
CONCENTRACION g/l	333 333	200 000	111 111	58 823	30 303	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	6.4	6.4	6.6	5.9	6.4	6.9
pH	7.8	8.0	7.9	7.9	8.0	8.1
TEMPERATURA °C	19	19	19	19	19	19
SALINIDAD g/Kg.	23.08	26.05	29.44	30.64	32.06	32.24
NITROGENO DE AMONIACO: TOTAL	292	348	390	457	366	402
Mg/l NH ₃ NO IONIZADO	5.62	9.37	8.73	10.20	9.75	15.92

36 HORAS

No. DE ACUARIO	1	2	3	4	5	6
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	1					
% MORTALIDAD	10					
CONCENTRACION g/l	333 333	200 000	111 111	58 823	30 303	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	6.6	6.5	6.6	6.0	6.2	7.1
pH	8.0	8.1	7.9	7.9	8.0	7.9
TEMPERATURA °C	19	19	19	19	19	19

48 HORAS

No. DE ACUARIO	1	2	3	4	5	6
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	1					
% MORTALIDAD	10					
CONCENTRACION g/l	333 333	200 000	111 111	58 823	30 302	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	6.5	6.4	6.3	6.1	6.3	7.2
pH	8.0	7.9	7.6	7.7	7.9	8.0
TEMPERATURA °C	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5
SALINIDAD g/Kg.	22.29	26.74	29.72	31.46	32.79	33.10
NITROGENO AMONIAL: TOTAL	356	417	742	649	584	426
Mg/l NH ₃ NO IONIZADO	9.77	9.38	8.39	9.62	13.03	11.35

60 HORAS

No. DE ACUARIO	1	2	3	4	5	6
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	1	1				
% MORTALIDAD	10	10				
CONCENTRACION g/l	333 333	200 000	111 111	58 823	30 303	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	6.5	6.2	6.2	6.5	6.5	6.8
pH	7.9	7.8	7.8	7.4	7.8	7.9
TEMPERATURA °C	20	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5

72 HORAS

No. DE ACUARIO	1	2	3	4	5	6
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	2	1				1
% MORTALIDAD	20	10				10
CONCENTRACION g/l	333 333	200 000	111 111	58 823	30 303	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	6.6	6.6	6.4	5.8	6.3	7.2
pH	7.9	7.7	7.8	7.6	7.8	8.1
TEMPERATURA °C	20	20	20	20	20	20
SALINIDAD g/Kg.	21.74	26.08	28.98	30.69	31.62	31.66
NITROGENO AMONIAL: TOTAL	564	832	737	857	940	518
Mg/l NH ₃ NO IONIZADO	12.97	12.48	13.89	9.69	17.66	20.51

84 HORAS						
No. DE ACUARIO	1	2	3	4	5	6
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	3	1				1
% MORTALIDAD	30	10				10
CONCENTRACION g/l	333 333	200 000	111 111	58 823	30 303	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	6.7	6.5	6.4	6.0	6.6	7.3
pH	7.7	7.5	7.6	7.4	7.6	7.9
TEMPERATURA °C	20	20	19.5	19.5	19.5	19.5

96 HORAS						
No. DE ACUARIO	1	2	3	4	5	6
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	3	2				1
% MORTALIDAD	30	20				10
CONCENTRACION g/l	333 333	200 000	111 111	58 823	30 303	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	6.5	6.2	6.0	6.1	6.5	6.8
pH	7.9	7.8	7.8	7.7	7.9	8.0
TEMPERATURA °C	20	20	20	20	20	20
SALINIDAD g/Kg.	22.96	26.90	29.89	31.65	32.61	32.65
NITROGENO AMONIAL: TOTAL	669	1 042	976	1 442	866	680
Mg/l NH ₃ NO INONIZADO	15.99	19.74	18.34	21.38	19.33	18.11

OBSERVACIONES:

RESUMEN DE RESULTADOS

BIOENSAYO PRELIMINAR : No. MI - 1P

MATERIAL DE PRUEBA : Mezcla Inorgánica.

ORIGEN DEL DESECHO : TAMSA (99.9%); Aluminio (0.1%).

ESPECIE DE PRUEBA : Conodon nobilis

LUGAR DE CAPTURA : Costas de Altamira, Tam.,

DILUCION INICIAL : 1 : 1 Aguas residuales: Agua de mar natural.

OBJETIVO : Determinar el rango de concentración tóxica.

ACUARIO No.	CONC. (1) g/l	No. ORG. INICIAL	No. ORG. AFEC.	O.D. mg/l	pH	TEMP. °C	SALIN. g/Kg	NH ₃ (2) Mg/l
1	333.3	10	4	6.68	7.78	19.33	22.10	8.02
2	200.0	10	2	6.68	7.60	19.22	26.52	7.57
3	111.1	10	2	6.76	7.84	19.22	29.43	11.30
4	58.8	10	0	6.73	7.82	19.17	31.39	14.02
5	30.3	10	0	6.70	7.89	19.22	31.85	12.69
6	Testigo	10	1	7.06	7.98	19.22	32.07	13.26

(1) Concentración expresada como gramos de aguas residuales por litro de agua de mar.

(2) Nitrógeno amoniacal no ionizado en microgramos por litro.

HOJA DE REGISTRO DE BIOENSAYOS

BIOENSAYO PRELIMINAR:	No. MI - 1P
MATERIAL DE PRUEBA:	Mezcla Inorgánica.
ORIGEN DEL DESECHO:	TAMSA (99.9%); Aluminio (0.1%).
ESPECIE DE PRUEBA:	Conodon nobilis
LUGAR DE CAPTURA:	Costas de Altamira, Tam.,
DILUCION INICIAL:	1 : 1 Aguas residuales: Agua de mar natural.
OBJETIVO:	Determinar el rango de concentración tóxica.

INICIO

No. DE ACUARIO	1	2	3	4	5	6
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10
CONCENTRACION g/l	333 333	200 000	111 111	58 823	30 303	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	6.5	6.6	6.7	6.7	6.8	7.3
pH	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1
TEMPERATURA °C	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5
SALINIDAD g/Kg.	21.8	26.16	29.07	30.78	31.71	31.15

12 HORAS

No. DE ACUARIO	1	2	3	4	5	6
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS						
% MORTALIDAD						
CONCENTRACION g/l	333 333	200 000	111 111	58 823	30 303	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	6.8	6.9	6.9	6.8	6.9	7.2
pH	7.8	7.6	7.9	7.7	7.9	8.0
TEMPERATURA °C	18	18	18	18	18	18

24 HORAS

No. DE ACUARIO	1	2	3	4	5	6
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS			1			
% MORTALIDAD			10			
CONCENTRACION g/l	333 333	200 000	111 111	58 823	30 303	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	6.4	6.5	6.7	6.6	6.7	7.4
pH	7.6	7.8	8.0	7.9	7.9	8.1
TEMPERATURA °C	19.5	19	19	19	19	19
SALINIDAD g/Kg.	22.22	26.65	28.79	31.38	30.79	31.44
NITROGENO DE AMONIACO: TOTAL	367	256	311	534	345	512
Mg/l NH ₃ NO IONIZADO	4.27	4.85	8.31	11.92	7.70	20.27

36 HORAS

No. DE ACUARIO	1	2	3	4	5	6
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS			1			
% MORTALIDAD			10			
CONCENTRACION g/l	333 333	200 000	111 111	58 823	30 303	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	6.8	6.7	6.7	6.7	6.7	7.0
pH	7.6	8.0	7.9	7.9	8.0	8.1
TEMPERATURA °C	18.5	19	19	18.5	19	19

48 HORAS

No. DE ACUARIO	1	2	3	4	5	6
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS			1			
% MORTALIDAD			10			
CONCENTRACION g/l	333 333	200 000	111 111	58 823	30 303	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	6.6	6.6	6.7	6.5		7.3
pH	7.5	7.6	7.6	7.8	7.9	8.0
TEMPERATURA °C	19.5	19.5	19	19.5	19.5	19.5
SALINIDAD g/Kg.	21.51	25.81	28.68	30.37	31.29	31.95
NITROGENO AMONIAL: TOTAL	384	367	468	746	551	278
Mg/l NH ₃ NO IONIZADO	3.42	4.19	5.30	14.02	12.30	7.41

60 HORAS

No. DE ACUARIO	1	2	3	4	5	6
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	1		1			
% MORTALIDAD	10		10			
CONCENTRACION g/l	333 333	200 000	111 111	58 823	30 303	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	6.7	6.7	6.8	6.8	6.7	6.9
pH	7.9	7.4	7.9	7.9	8.0	7.8
TEMPERATURA °C	20	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5

72 HORAS

No. DE ACUARIO	1	2	3	4	5	6
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	2	1	2			1
% MORTALIDAD	20	10	20			10
CONCENTRACION g/l	333 333	200 000	111 111	58 823	30 303	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	6.7	6.7	6.8	6.8	6.7	7.1
pH	7.7	7.4	7.9	7.7	7.8	7.8
TEMPERATURA °C	20	20	20	20	20	20
SALINIDAD g/Kg.	21.98	26.38	29.31	31.96	31.98	32.33
NITROGENO AMONIAL: TOTAL	484	556	657	791	802	451
Mg/l NH ₃ NO IONIZADO	7.40	3.97	14.70	11.73	15.07	8.47

84 HORAS

No. DE ACUARIO	1	2	3	4	5	6
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	3	2	2			1
% MORTALIDAD	30	20	20			10
CONCENTRACION g/l	333 333	200 000	111 111	58 823	30 303	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	6.8	6.9	7.0	7.0	6.9	6.8
pH	8.1	7.7	7.7	7.8	7.8	7.9
TEMPERATURA °C	20	19.5	20	19.5	19.5	19.5

96 HORAS

No. DE ACUARIO	1	2	3	4	5	6
No. DE ORGANISMOS INICIAL	10	10	10	10	10	10
No. DE ORGANISMOS MUERTOS	4	2	2			1
% MORTALIDAD	40	20	20			10
CONCENTRACION g/l	333 333	200 000	111 111	58 823	30 303	Testigo
OXIGENO DISUELTO mg/l	6.8	6.5	6.6	6.5	6.4	6.5
pH	8.0	7.9	7.9	7.8	7.7	8.0
TEMPERATURA °C	20	20	20	20	20	20
SALINIDAD g/Kg.	23.00	27.60	31.28	32.47	33.46	33.50
NITROGENO AMONIAL: TOTAL	623	768	757	980	1 057	634
Mg/l NH ₃ NO INONIZADO	17.01	17.28	16.89	18.42	15.68	16.89

OBSERVACIONES:

b) RESULTADOS DE BIOENSAYOS CON FITOPLANCTON.

BIOENSAYO No. : MG - IF

MATERIAL DE PRUEBA : Mezcla Global.

ORIGEN DEL DESECHO : Aguas domésticas (20%); Bimbo (11.11%); Maseca (11.11%); Polycid (8.6%); Aluminio (0.04%); TAMSÁ (49.14%).

ESPECIE DE PRUEBA : Skeletonema costatum

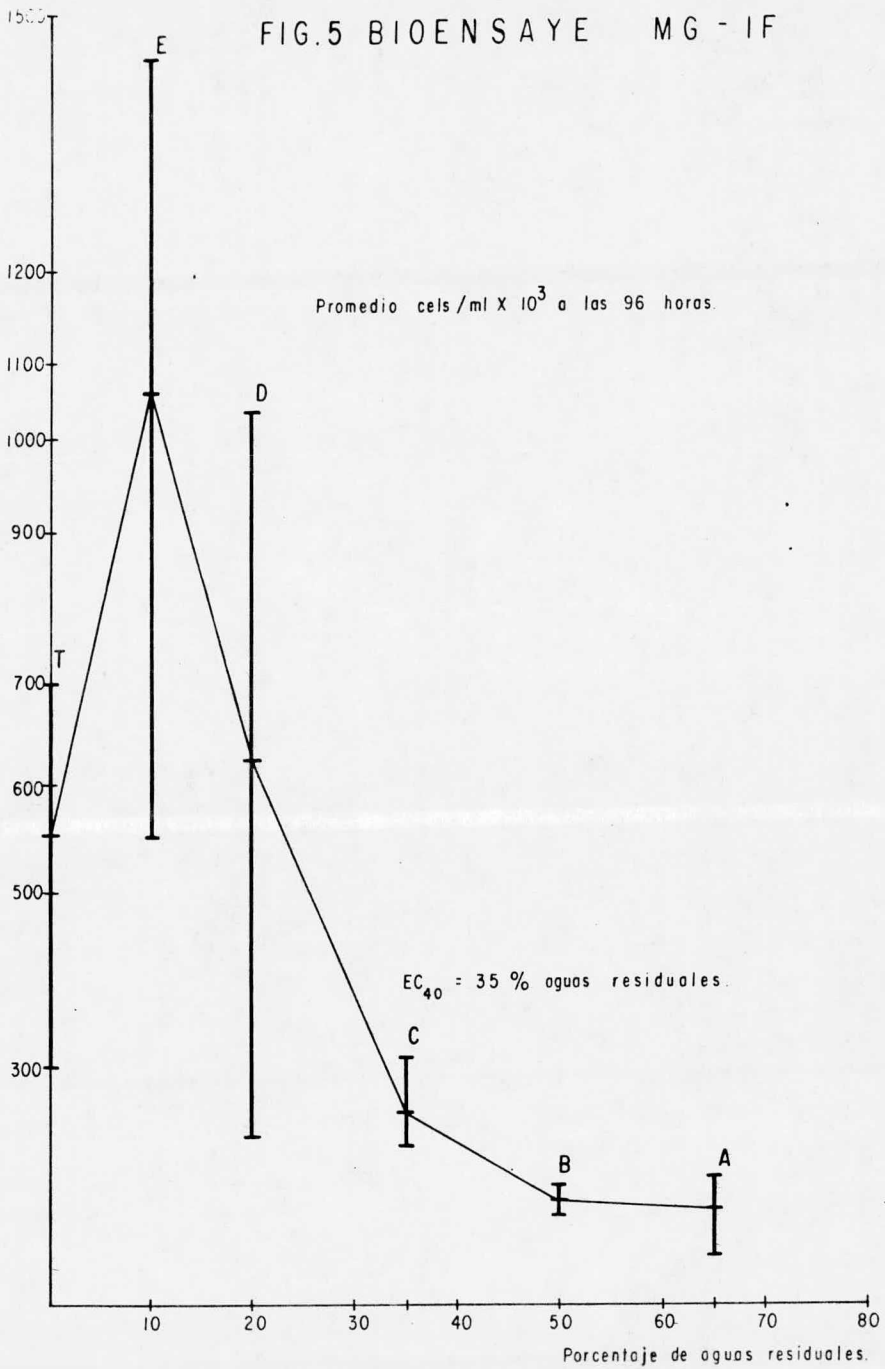
ORIGEN DE LA CEPA : Texas A and M University, U.S.A.

OBJETIVO : Determinar el EC_{50} -96 horas.

CONC.	AGUAS RESIDUALES (ml)	MEDIO DE CULTIVO (AGUA DE MAR) (ml)	INOCULO DE FITOPLANCTON (ml)	PROPORCION.	CELULAS INOCULADAS (cel/ml) x 10^3	CONTEO CELULAR A LAS 96 HORAS (cel/ml) x 10^3			PROMEDIO (cel/ml) x 10^3
						Fcos. 1	Fcos. 2	Fcos. 3	
A	32.5	17.5	10	2 : 1	100	61	149	133	114.33
B	25	25	10	1 : 1	100	141	117	107	121.67
C	17.5	32.5	10	1 : 2	100	292	196	206	231.33
D	10	40	10	1 : 4	100	201	680	1 208	636.33
E	5	45	10	1 : 9	100	1 261	1 456	550	1 074.00
Testigo		50	10	0 : 1	100	671	278	702	550.33

FIG.5 BIOENSAYE MG - IF

78.



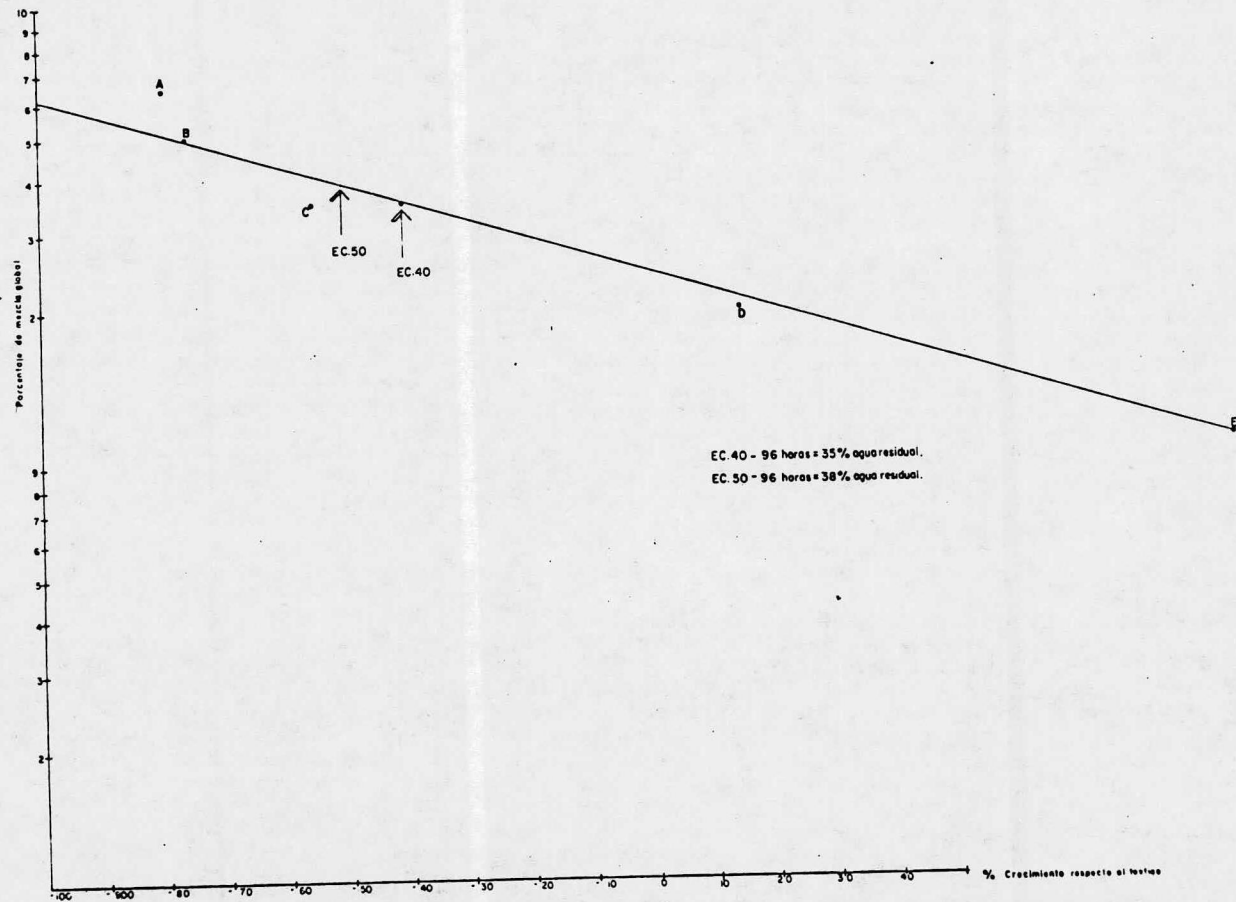


FIG. 6 FITOPLANCTON BIOENSAYE MEZCLA GLOBAL

MATERIAL DE PRUEBA : Mezcla Orgánica.

ORIGEN DEL DESECHO : Aguas domésticas (40.05%); Bimbo (21.15%); Maseca (21.15%); Polycid (17.65%).

ESPECIE DE PRUEBA : Skeletonema costatum

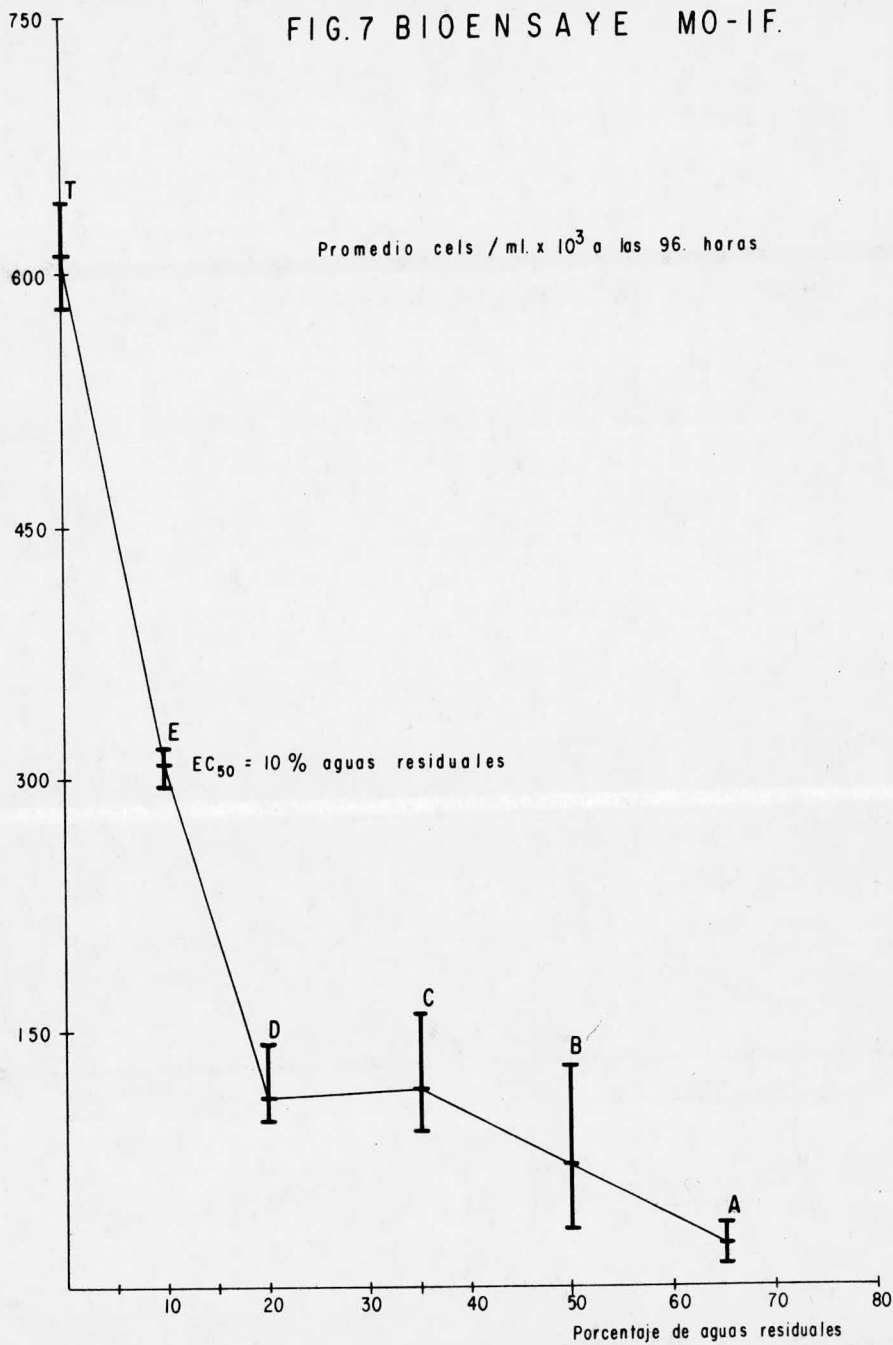
ORIGEN DE LA CEPa : Texas A and M University, U.S.A.

OBJETIVO : Determinar el EC_{50} -96 horas.

CONC.	AGUAS RESI- DUALES (ml)	MEDIO DE CUL- TIVO (AGUA - DE MAR) (ml)	INOCULO DE FITOPLANCTON (ml)	PROPOR- CION	CELULAS INO- CULADAS (cel/ml) x 10^3	CONTEO CELULAR A LAS 96 HORAS (cel/ml) x 10^3			PROMEDIO (cel/ml) x 10^3
						Fcos. 1	Fcos. 2	Fcos. 3	
A	32.5	17.5	10	2 : 1	100	26	14	37	25.67
B	25	25	10	1 : 1	100	34	131	48	71
C	17.5	32.5	10	1 : 2	100	103	161	90	118
D	10	40	10	1 : 4	100	102	144	96	114
E	5	45	10	1 : 9	100	307	316	295	306
Testigo		50	10	0 : 1	100	578	611	639	609.33

FIG.7 BIOENSAYE MO-IF.

81



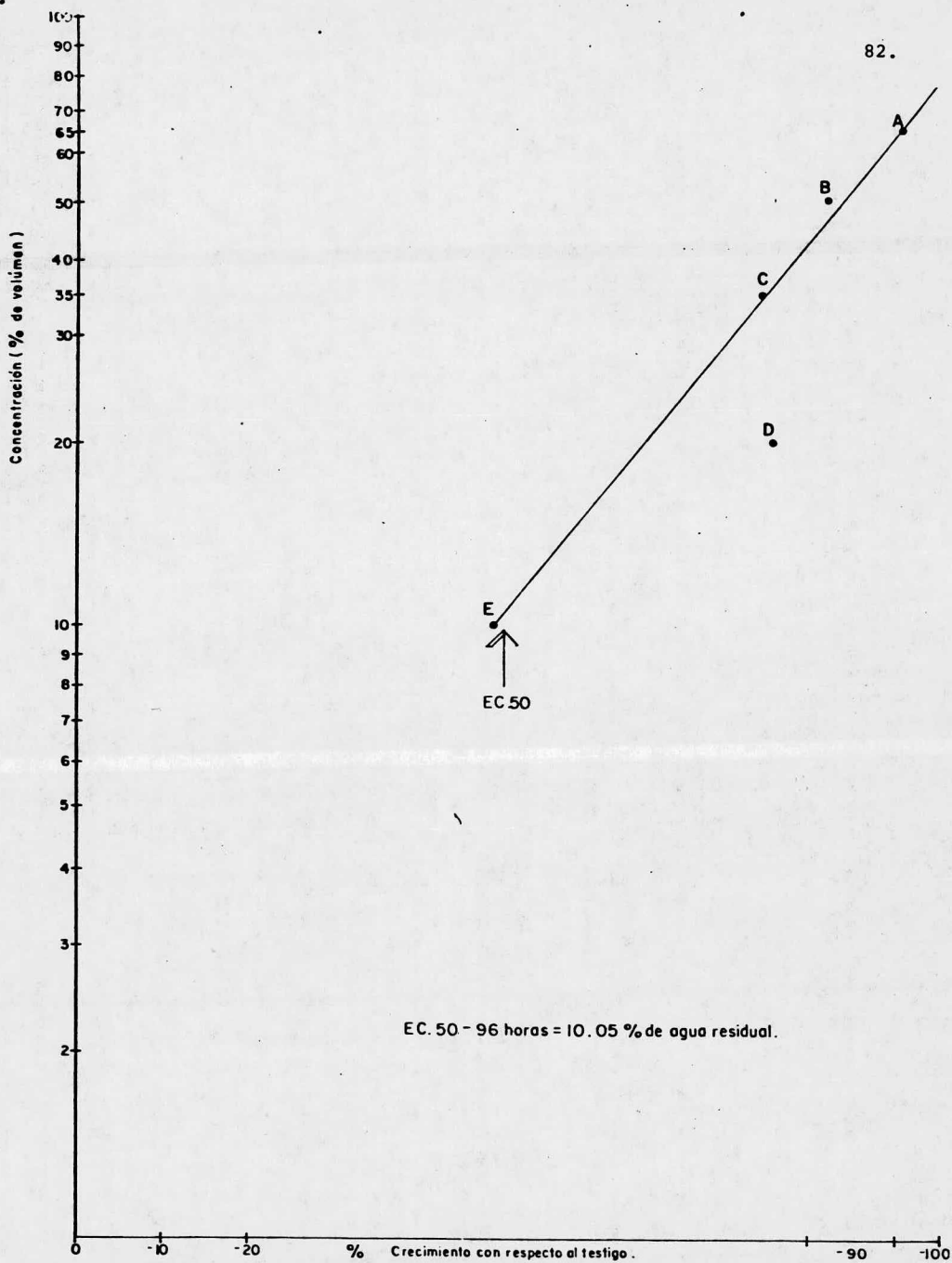


FIG. 8

FITOPLANCTON BIOENSAYE M.O.

MATERIAL DE PRUEBA : Mezcla Inorgánica

ORIGEN DEL DESECHO : TAMSÁ (99.9%); Aluminio (0.1%)

ESPECIE DE PRUEBA : Skeletonema costatum

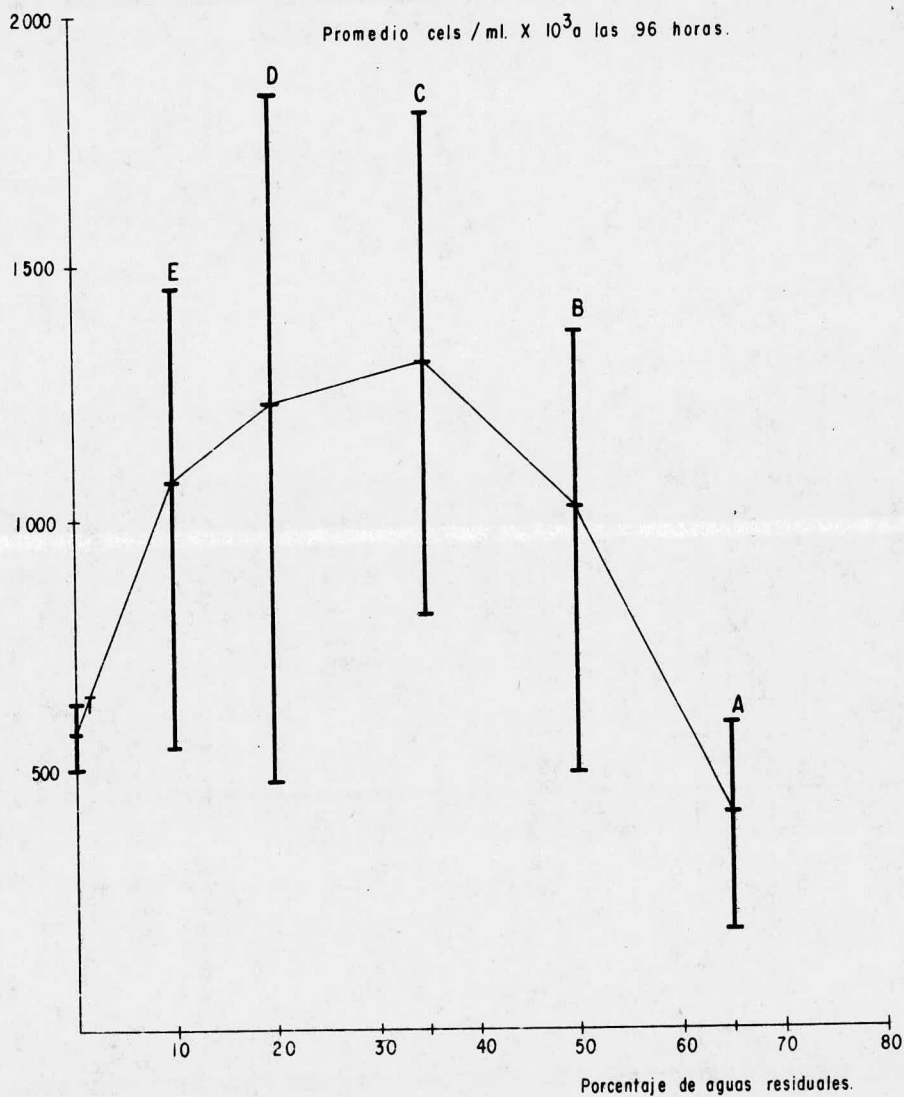
ORIGEN DE LA CEPA : Texas A and M University., U.S.A.

OBJETIVO : Determinar el EC_{50} -96 horas.

CONC.	AGUAS RESIDUALES (ml)	MEDIO DE CULTIVO (AGUA DE MAR) (ml)	INOCULO DE FITOPLANCTON (ml)	PROPORCION	CELULAS INOCULADAS (cel/ml) x 10^3	CONTEO CELULAR A LAS 96 HORAS (cel/ml) x 10^3			PROMEDIO (cel/ml) x 10^3
						Fcos. 1	Fcos. 2	Fcos. 3	
A	32.5	17.5	10	2 : 1	100	605	187	470	420.67
B	25	25	10	1 : 1	100	1 369	1 165	498	1 010.67
C	17.5	32.5	10	1 : 2	100	1 313	823	1 808	1 314.67
D	10	40	10	1 : 4	100	1 387	1 830	487	1 234.67
E	5	45	10	1 : 9	100	1 216	1 452	550	1 072.67
Testigo		50	10	0 : 1	100	515	644	618	592.33

FIG. 9 BIOENSAYE MI - IF

84.



V.- DISCUSIONES

BIOENSAYOS CON PECES Y CAMARONES.

En el presente estudio se trató de determinar la concentración media letal a las 96 horas o LC_{50}^{-96} , por medio de bioensayos con 3 especies marinas de las Costas de Altamira, Tam.

Los bioensayos realizados fueron de 2 tipos, de flujo continuo y estáticos. Los primeros recomendados para efectuar pruebas con peces y crustáceos, debido a que el cambio continuo de las soluciones en prueba evitan la acumulación de los desechos metabólicos de estos organismos. Los de tipo estático son empleados para llevar a cabo bioensayos con organismos microscópicos ya que si se efectuaran con bioensayos de flujo continuo, la corriente arrastraría a estos microorganismos.

La selección de las especies empleadas en estos estudios, coinciden con lo descrito por Rounsefell y Everhart (1965), mismos que recomiendan emplear ejemplares que estén habitualmente presentes en cantidades suficientes en las aguas donde van a ser aplicadas las pruebas. Las especies sometidas a las pruebas fueron.:

a).- Panaeus setiferus

b).- Conodon nobilis

c).- Skeletonema costatum

Estas especies fueron seleccionadas, además por haberse adaptado favorablemente a las condiciones de laboratorio.

Las aguas residuales que se utilizaron, fueron obtenidas de diferentes industrias; estas aguas son similares a las que próximamente se generarán en el Puerto Industrial de Altamira, Tam.

Respecto a la determinación del LC_{50} -96, es conveniente considerar como una acción tóxica cualquier acción letal directa, la cual afecte a los organismos, tanto interna como externamente. Esto no ocurrió con las mezclas utilizadas debido a que los desechos provocaron efectos indirectos de contaminación, como sucedió con la mortandad de los peces y camarones, causada por la disminución de oxígeno disuelto a través de una oxidación química o biológica de los componentes del desecho.

VALORES DE LC_{50} -96 OBTENIDOS EN LOS BIOENSAYOS DE FLUJO CONTINUO CON Penaeus setiferus Y Conodon nobilis.:

E S P E C I E	BIOENSAYO DEFINITIVO	LC_{50} -96 (g/l)
<u>Penaeus setiferus</u>	MG-2C	135.00
<u>Conodon nobilis</u>	MG-2P	111.11

E S P E C I E	BIOENSAYO DEFINITIVO	LC ₅₀ -96 (g/l)
<u>Penaeus setiferus</u>	MO-2C	39.00
<u>Conodon nobilis</u>	MO-1P*	135.00

* No se consideró necesario efectuar el bioensayo con 12 acuarios, debido a que se obtuvo un valor aceptable de LC₅₀.

En el bioensayo MO-IP, se observó una disminución marcada del oxígeno disuelto en el agua, en los acuarios 1, 2 y 4, así como valores bajos de salinidad en los dos primeros.

En el bioensayo MO-2C, se detectó prácticamente la misma situación, es decir, valores disminuidos de oxígeno disuelto y salinidad, en los acuarios con mayor concentración de aguas residuales (1a, 1b, 2a y 2b).

En ambos bioensayos, la mayor mortandad se presentó en esos acuarios. Aparentemente, la mezcla orgánica alteró esos parámetros ambientales, lo que a su vez provocó la muerte de los animales.

Tanto en el bioensayo MG-2P, como el MG-2C, prácticamente se presentó la misma situación antes descrita, esto es, la mayor mortandad se presentó en los acuarios con las dos mayores concentraciones, en los cuales también se afectaron sensiblemente la concentración de oxígeno disuelto y la salinidad.

En caso del bioensayo MI-IP, la mortandad general fue muy baja, por lo que se vió que no tenía caso probar mayores concentraciones. En el acuario No. 1, uno de los peces muertos desarrolló hongos en los ojos y branquias, lo que seguramente originó su muerte, pero no se puede asegurar que ésta haya sido la causa de la muerte de los otros tres, pues éstos no presentaban las mismas lesiones.

El parámetro ambiental más afectado fue de salinidad, que presentó sus menores valores en los acuarios 1 y 2, -- con 22.10 y 26.52 ppm., de promedio, respectivamente.

En el bioensayo MI-IC, también consideramos que la mortandad fue muy baja, por lo que no tenía caso el probar mayores concentraciones. La salinidad promedio fue muy baja en los acuarios 1 y 2, siendo de 22.35 y 26.66 ppm., respectivamente, lo que de seguro guarda una relación indirecta, con la mortandad observada tanto en peces como camarones, debido a que son organismos estenohalinos (Kormondy, 1978).

Es importante distinguir entre la muerte de organismos debido a la deficiencia de oxígeno disuelto en agua contaminada, o causada por baja salinidad, o la muerte debida a la toxicidad. Para detectar y evaluar la letalidad directa de -- los desechos, se hubiese tenido que mantener concentraciones -- adecuadas de oxígeno disuelto durante las pruebas de toxicidad, o agregar sales para mantener la salinidad dentro de cierto rando.

go; sin embargo estaríamos introduciendo variables que alejan - al experimento de los fenómenos que suceden en la realidad. Es te tipo de desecho es peligroso cuando su descarga se efectúa - en cuerpos de agua cerrados o semicerrados, con escasa circulación.

DISCUSION DE LOS BIOENSAYOS DE FITOPLANCTON.

Las algas microscópicas son indicadoras útiles de contaminación potencial, debido a que corresponden por estimulación, inhibición o ambas, a todos ellos (Walsh et al, 1980).

En los bioensayos realizados se observó que un - desecho industrial, puede afectar al crecimiento algal en cualquiera de las siguientes formas : estimulación, inhibición a al tas concentraciones o estimulación a bajas concentraciones.

A continuación se presenta un resumen de los resultados de los tres bioensayos realizados con fitoplanctón.:

BIOENSAYOS

CONCENTRACION	MEZCLA GLOBAL (M.G)		MEZCLA ORGANICA (M.O)		MEZCLA INORGANICA (M.I)	
	to	tf	to	tf	to	tf
A Mayor	100	114.33	100	25.67	100	420.67
B	100	121.67	100	71	100	1010.67
C	100	231.33	100	118	100	1314.67
D	100	636.33	100	114	100	1234.67
E Menor	100	1074	100	306	100	1072.67
T Testigo	100	550.33	100	609.33	100	592.33
	cels/ml x 10 ³		cels/ml x 10 ³		cels/ml x 10 ³	

N O T A S :

- 1).- to = Tiempo al inicio del bioensayo.
- 2).- tf = Tiempo al final del bioensayo (96 hrs.)
- 3).- Todos los valores representan valores finales (cel/ml x 10³).

a).- Bioensayo con la mezcla global.-

El testigo tuvo un crecimiento poblacional - de 550.33 x 10³ cels/ml.

Prácticamente no se presenta crecimiento celular en dos de las concentraciones, la A y la B, en las que la densidad celular es casi la misma en to y tf. En C el crecimiento (231.33 x 10³ - cels/ml), está inhibido en relación al testigo en un 42.03% --

(EC₄₀-96 horas), siendo este el valor más cercano obtenido al - EC₅₀ (ver resúmen). En D el crecimiento fue estimulado, siendo superior al testigo y en E prácticamente se duplicó (ver resúmen).

b).- Bioensayo con la mezcla orgánica.

Esta mezcla contiene desechos biodegradables de la industria alimenticia (BIMBO, S.A. Y MASECA, S.A.), petroquímica (POLYCID, S.A.), y de aguas negras domésticas. En este bioensayo se observa una mortandad severa y una acción claramente inhibitoria.

En este caso el testigo tuvo un crecimiento de 609.33×10^3 cels/ml.

En A se provocó un 75% de mortandad en la población inoculada. En B, la mortandad fue menor siendo de un 29%; en C y D, la densidad celular en tf fue prácticamente la - misma que en to. Finalmente en E, el crecimiento celular se - inhibió en un 50% (EC₅₀-96 horas) respecto al testigo (ver resúmen).

c).- Bioensaye con la mezcla inorgánica.

El testigo tuvo un crecimiento de 592.33×10^3 cels/ml.

En A, el crecimiento estuvo ligeramente inhibi

bido en relación al testigo. En B, C, D y E se estimuló notablemente el crecimiento celular, prácticamente duplicando cada uno de ellos el valor del testigo.

En C y D, hubo una buena estimulación del crecimiento, debido probablemente a la presencia de una buena cantidad de nutrientes inorgánicos (ver resumen).

Sin lugar a dudas, Skeletonema costatum es una especie muy sensible a las aguas residuales con las que se trabajó. Se sugiere que las pruebas con fitoplanctón sean consideradas como parte integral de los programas toxicológicos experimentales, para mezclas complejas de desechos. Las respuestas de las algas y animales pueden ser empleadas para probar los efluentes, antes y después de la aplicación de tecnología de tratamiento para la eliminación de sustancias tóxicas.

La toxicidad de una mezcla química compleja no puede ser predecida definitivamente, incluso cuando la concentración y toxicidad de cada uno de los componentes por separado han sido evaluados con precisión. Debido al sinergismo o antagonismo, la mezcla puede ser mucho más tóxica, o menos tóxica, que cualquiera de sus constituyentes importantes por sí solo (6).

Las muestras residuales experimentadas eran mezclas de sustancias orgánicas e inorgánicas, y sería sumamente

difícil predecir sus efectos biológicos a partir exclusivamente de sus análisis químicos (6).

VI.- CONCLUSIONES

Los resultados de los estudios realizados nos permiten concluir.:

1).- En los bioensayos con la Mezcla Global, los peces fueron ligeramente más sensibles que los camarones; siendo los valores LC_{50}^{096} horas de 135.00 g/l para el bioensayo MG-2C (mezcla global No. 2 camarones), y de 111.11 g/l para el bioensayo MG-2P (mezcla global No. 2 peces).

2).- En los bioensayos con la Mezcla Orgánica, los peces fueron menos sensibles que los crustáceos de acuerdo a los valores LC_{50}^{-96} horas. Estos fueron de 39.00 g/l para el bioensayo MO-2C (mezcla orgánica No. 2 camarones) y de 135.00 g/l para el bioensayo MO-1P (mezcla orgánica No. 1 peces).

3).- En el caso de los bioensayos con la Mezcla Inorgánica la mortalidad fue muy baja, por lo tanto se concluye que esta mezcla de aguas, no presente concentración aguda de tóxicos.

4).- Las muertes de los peces y camarones ocasionadas por las mezclas global y orgánica, se debieron al abatimiento del oxígeno disuelto del agua, por lo que se concluye que este tipo de desechos, son peligrosos cuan-

do su descarga se efectúa, sin un previo tratamiento, en cuerpos de agua cerrados o semicerrados, con escasa circulación.

Respecto a los bioensayos realizados con fitoplanctón, las conclusiones que se obtuvieron son las siguientes:

5).- En el bioensayo con la mezcla global, el crecimiento celular fue inhibido a concentraciones altas (A, B, C), y estimulado a concentraciones bajas (D y E).

6).- En el bioensayo con la mezcla orgánica, el crecimiento celular se inhibió en todas las concentraciones, siendo esta mezcla la que mayor daño ocasionó. Cabe hacer una observación, que parte del efecto inhibitorio del crecimiento algal, pudo haberse debido a la escasa o nula penetración lumínica, por el marcado color oscuro que adquirió la mezcla.

7).- En el bioensayo con la mezcla inorgánica, ésta tuvo un efecto estimulante del crecimiento en la población de Skeletonema costatum, en todas las concentraciones empleadas excepto en la A, en la cual el crecimiento estuvo ligeramente inhibido en relación al testigo. Resumiendo, la mezcla que más daños ocasionó en primer lugar fue, la mezcla orgánica, en segundo lugar, la mezcla global y la que se consideró atóxica fue la mezcla inorgánica.

VII.- RECOMENDACIONES

1.- Vigilar cuidadosamente la disposición de los residuos industriales, sólidos o líquidos en el mar. Esta disposición o vertido no deberá efectuarse sin el previo tratamiento de estos residuos.

2.- Debido a que las aguas de tipo orgánico tienen una gran demanda biológica de oxígeno en su proceso de biodegradación, y siendo este parámetro ambiental el que mayores daños ocasionó a las especies en prueba, se recomienda que estas aguas sean vertidas a cuerpos receptores especiales en donde se lleve a cabo dicha biodegradación, y posteriormente arrojarlas al mar, en donde los daños ecológicos se verían disminuidos considerablemente.

3.- Respecto a las aguas de tipo inorgánico, que resultaron ser menos perjudiciales para las especies en prueba, se les deberá proporcionar una dilución adecuada y controlada, con el fin de mantener en niveles adecuados la salinidad del agua, ya que este fue uno de los parámetros más afectados por este tipo de agua.

4.- En el caso de que desgraciadamente no se aplicara ningún tratamiento a las aguas residuales antes de ser arrojadas al mar, se deberán de estimar tasas de disposición o

vertido con un generoso margen de seguridad en base a evaluaciones de toxicidad, con el fin de evitar daños ecológicos y pérdidas económicas.

5.- Es necesario que se practiquen exámenes de tipo bacteriológico a los productos pesqueros, destinados para el consumo humano, debido a que las aguas residuales domésticas (aguas negras), acarrean gran cantidad de bacterias tanto fecales como totales, como lo ocurrido en la Laguna del Carpintero, Laguna de Pueblo Viejo y la Laguna del Chairel. En ésta última, las concentraciones detectadas de bacterias sobrepasan el valor máximo permitido para uso recreativo, conservación de la flora y la fauna, así como para usos industriales.

VIII.- B I B L I O G R A F I A

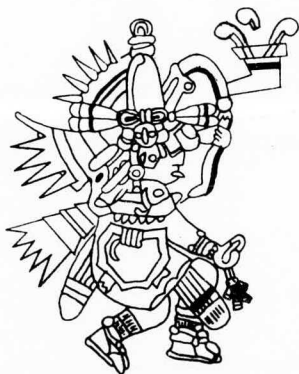
- 1.- American Public Health Association, American Water Works - Association and Water Pollution Control Federation. Standar methods for the examination water and wastewater. 15 edition, 1980.
- 2.- Brizuelas, A.F., Bioensayos para calcular el Tlm en aguas contaminadas por desechos industriales. Tésis profesio--nal. Inédita Escuela Nacional de Cuencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional. México, 1971.
- 3.- Burdick, G.E. A Simposium on Water Quality Criteria to Protect Aquatic Life. American Fisheries Society. Publicación especial No. 4 (Traducción Instituto Nacional de Pesca), México, 1967.
- 4.- Consultores en Ingenieria Fluviomarítima. Planeación e - instalación de la red de muestreos de calidad del agua en las zonad de alta concentración, Río Blanco, Veracruz. Subsecretaría de Planeación, Dirección de Usos del Agua y Prevención de la Contaminación, S.R.H., México, 1972.
- 5.- Doudoroff, P., B.G., Anderson; G. E., Burdick; P.S., Galtsoff; W.B., Hart; R., Patrick; E.R., Strong; E.W., Surber, and W.M., Van Horn. Biossay methods for the evaluation - of acute toxicity of industrial wastes to fish. Sewage - industrial wastes 23:1380-1397, U.S.A., 1951.
- 6.- Doudoroff, P., et al. Biological observations and toxicity biossays in the control Industrial waste disposal. Procs Sixth. Industrial Waste Conf. U.S.A., 1951.

- 7.- Enviromental Protection Agency United States. Methods for acute toxicity test with fish, macroinvertebrados and anphi**bi**ans. EPA-600/3-75-009. U.S.A., 1975.
- 8.- Enviromental Protection Agency United States. Biossay Pro**ce**dures for the Ocean Disposal Permit Program. EPA-600/78 010. Florida, 1978.
- 9.- Finney, D.J., Probit Analysis. Cambrigde University Press. U.S.A., 1971.
- 10.- James Rohlf F.; R.R., Sokal; Biometria, Principios y Méto**do**s Estadísticos en la Investigación Biológica. H. Blume - Ediciones (Primera edición en español). Madrid, 1979.
- 11.- Kormondy, J. The detritus problem and the feeding and digestion of on estuarine organisms. Estuarine processes. Vol. I p.p. 469-479. Academic Preess, N.Y., 1978.
- 12.- Rounsefell, G.A., adn W.H., Everhart. Fishery Science its methods and aplications. Edit. Jöhn and Sonss, p.p. 219, - 220 1965.
- 13.- Sprague, J.B. Measurem^{en}t of Polluant Toxicity to Fish. 1. Bioassay Methods for acute Toxicity. Water Res. 3 (11):793 821, 1969.
- 14.- Strand, J.A., et al. Development of Toxicity Test Proce**du**res for Marine Phytoplankton. Procceidings of joint conference on prevention and control of oil spills. American - Petroleum Institute. p.p. 279-286, 1971.

- 15.- Walsh, G.E., et al. Toxicity of textile mill effluents to fresh water and estuarine algae, crustaceans and fishes. - Enviromental pollution (series A) 21. Applied Science Publishers Ltd. England. p.p. 169-179, 1980.
- 16.- William Peltier. Methods for measuring the acute toxicity of effluents to acuatic organisms. Enviromental Protection Agency Unites States. EPA-600/4-78-012. Julv. 1978.

QUETZALCOATL

Quetzalcóatl, fue quizás el más complejo y fascinante de todos los Dioses mesoamericanos. Su concepto primordial, sin duda muy antiguo en el área, parece haber sido el de un monstruo serpiente celeste con funciones dominantes de fertilidad y creatividad. A este núcleo se agregaron gradualmente otros aspectos: la leyenda lo había mezclado con la vida y los hechos -- del gran Rey sacerdote Topiltzín, cuyo título sacerdotal era el propio nombre del Dios del que fue especial devoto. En el momento de la conquista, Quetzalcóatl, considerado como Dios único desempeñaba varias funciones: Creador, Dios del viento, Dios del planeta Venus, héroe cultural, arquetipo del sacerdocio, patrón del calendario y de las actividades intelectuales en general, etc. Un análisis adicional es necesario para poder desentrañar los hilos aparentemente in dependientes que entran al tejido de su complicada -- personalidad.



IMPRESO EN LOS TALLERES DE:

EDITORIAL QUETZALCOATL, S. A.
MEDICINA No. 37 LOCALES 1 Y 2 (ENTRADA POR PASEO DE LAS
FACULTADES) FRENTE A LA FACULTAD DE MEDICINA DE C. U.
MEXICO 20, D. F. TELÉFONOS 658-71-66 Y 658-70-88

FECHA DE ENTREGA