

1 9 8 8

82269673

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

---

FACULTAD DE CIENCIAS



EFFECTO DE LAS DESCARGAS DE LAS INDUSTRIAS TEQUILERAS  
SOBRE LAS POBLACIONES DE MACROINVERTEBRADOS BENTONICOS  
EN EL ARROYO ATIZCOA. MUNICIPIO DE TEQUILA, JALISCO.  
MEXICO. (DICIEMBRE, 1986 - MAYO, 1987).

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
LICENCIADO EN BIOLOGIA  
P R E S E N T A  
AMADO PEREZ DE LA VEGA BAÑOS  
GUADALAJARA, JALISCO. 1988

A MIS PADRES:  
POR SU AMOR Y APOYO  
DURANTE TODOS MIS AÑOS DE ESTUDIO.

A MI DIRECTOR DE TESIS:  
BIOL. HECTOR ROMERO RODRIGUEZ.  
POR TU ASESORAMIENTO DEL PRESENTE TRABAJO

A MIS MAESTROS:  
GRACIAS.....  
MUY ESPECIALMENTE A:  
M.C. EDUARDO RIOS JARA  
BIOL. BENITO ARVALLO ANGULO  
POR SU APOYO CONSTANTE EN MIS CONSULTAS.

A LA FACULTAD DE CIENCIAS:  
POR DARME LA OPORTUNIDAD DE SER  
UNO DE SUS EGRESADOS.

CON RESPETO.

AL LABORATORIO DE SUELOS Y APOYO TECNICO (S.A.R.H.)  
MUY ESPECIALMENTE AL LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUAS.  
POR LAS FACILIDADES BRINDADAS PARA REALIZAR EN GRAN -  
PARTE ESTE TRABAJO DE TESIS.

CON TODO MI AGRADECIMIENTO.

A TEQUILEÑA S. A.  
POR FACILITARME INFORMACION SOBRE EL PRESENTE  
ESTUDIO Y DISPONER DE SUS INSTALACIONES.

CON TODO MI AGRADECIMIENTO.

## CONTENIDO

	Página
I.- RESUMEN .....	1
II.- INTRODUCCION .....	4
III.- OBJETIVOS .....	7
IV.- AREA DE ESTUDIO .....	8
IV.1 Municipio de Tequila.	
IV.2 Breve resumen del proceso de elaboración del tequila.	
IV.3 Características principales del arroyo Atízcoa.	
V.- MATERIALES Y METODOS .....	14
V.1 Trabajo de campo.	
V.1.1 muestreo de organismos.	
V.1.2 área mínima de muestreo.	
V.1.3 muestreo de agua para análisis físico- químico.	
V.2 Trabajo de laboratorio.	
V.2.1 separación y conteo de organismos.	
V.2.2 índice de Shannon de la diversidad general ( $\bar{H}$ ).	
V.2.3 análisis físico-químico de las muestras de agua.	
VI.- RESULTADOS .....	22
VI.1 Resultados del muestreo de organismos.	

VI.1.1 área mínima de muestreo.

VI.1.2 índice de Shannon de la diversidad general  
( $\bar{H}$ ).

VI.2 Resultados del análisis físico-químico de las  
muestras de agua.

VII.- DISCUSION .....	51
VIII.- CONCLUSIONES .....	56
IX.- RECOMENDACIONES .....	58
X.- LITERATURA CITADA .....	60

## LISTA DE FIGURAS

### FIGURA

### PAGINA

- 1 Localización del municipio de Tequila, Jalisco. 9  
México.
- 2 Localización y distribución de las zonas de muestreo 15  
en el arroyo Atízcoa en la población de Tequila,  
Jalisco. México.
- 3 Muestreador para lechos Surber utilizado en la 16  
colecta de organismos bentónicos.
- 4 Area mínima de muestreo obtenida a partir de la 27  
curva especies-área en la zona de muestreo no.1,  
en el mes de DICIEMBRE.
- 5 Area mínima de muestreo obtenida a partir de la 29  
curva especies-área en la zona de muestreo no.1,  
en el mes de ENERO.
- 6 Area mínima de muestreo obtenida a partir de la 31  
de la curva especies-área en la zona de muestreo  
no.1, en el mes de FEBRERO.
- 7 Variación en la media semestral del índice de 33  
Shannon de la diversidad general para cada zona  
de muestreo. arroyo Atízcoa, Jalisco. México.

- |    |   |    |
|----|---|----|
| 8  | Variación en la media semestral de la TEMPERATURA para cada zona de muestreo. arroyo Atízcoa, Jalisco. México.                          | 41 |
| 9  | Variación en la media semestral del p.H. para cada zona de muestreo. arroyo Atízcoa, Jalisco. México.                                   | 42 |
| 10 | Variación en la media semestral de la TURBIEDAD para cada zona de muestreo. arroyo Atízcoa, Jalisco. México.                            | 43 |
| 11 | Variación en la media semestral de la CONDUCTIVIDAD ELECTRICA para cada zona de muestreo. arroyo Atízcoa, Jalisco. México.              | 44 |
| 12 | Variación en la media semestral de la concentración de FIERRO para cada zona de muestreo. arroyo Atízcoa, Jalisco. México.              | 45 |
| 13 | Variación en la media semestral de la concentración de NITRATOS para cada zona de muestreo. arroyo Atízcoa. Jalisco. México.            | 46 |
| 14 | Variación en la media semestral de la concentración de NITRITOS para cada zona de muestreo. arroyo Atízcoa, Jalisco. México.            | 47 |
| 15 | Variación en la media semestral de la concentración de NITROGENO AMONIACAL para cada zona de muestreo. arroyo Atízcoa. Jalisco. México. | 48 |

- |    |  |    |
|----|--|----|
| 16 | Variación en la media semestral de la concentración de la ALCALINIDAD TOTAL para cada zona de muestreo. arroyo Atízcoa, Jalisco. México. | 49 |
| 17 | Variación en la media semestral de la concentración de DUREZA TOTAL para cada zona de muestreo. arroyo Atízcoa, Jalisco. México.         | 50 |

L I S T A D E T A B L A S

T A B L A

P A G I N A

- |     |  |    |
|-----|--|----|
| I   | Parámetros, métodos y límites del análisis físico-químico utilizados durante el periodo de estudio en cada una de las zonas de muestreo. arroyo Atízcoa, Jalisco. México.  | 21 |
| II  | Valores obtenidos a partir del muestreador Surber en el mes de DICIEMBRE, para calcular el área mínima de muestreo mediante la curva especies-área en la zona de muestreo no.1 . arroyo Atízcoa, Jalisco. México.                      | 26 |
| III | Valores obtenidos a partir del muestreador Surber en el mes de ENERO, para calcular el área mínima de muestreo mediante la curva especies-área en la zona de muestreo no.1 . arroyo Atízcoa, Jalisco. México.                          | 28 |
| IV  | Valores obtenidos a partir del muestreador Surber en el mes de FEBRERO, para calcular el área mínima de muestreo mediante la curva especies-área en la zona de muestreo no.1 . arroyo Atízcoa, Jalisco. México.                        | 30 |
| V   | Valores mensuales de abundancia (ni); número de especies (S); numero de individuos de todas las especies (N); índice de Shannon de la diversidad general ( $\bar{H}$ ); en la zona de muestreo no.1 . arroyo Atízcoa, Jalisco. México. | 32 |

VI	Valores de los parámetros físico-químicos en el mes de DICIEMBRE para las cuatro zonas de muestreo. arroyo Atízcoa, Jalisco. México.	34
VII	Valores de los parámetros físico-químicos en el mes de ENERO para las cuatro zonas de muestreo. arroyo Atízcoa, Jalisco. México.	35
VIII	Valores de los parámetros físico-químicos en el mes de FEBRERO para las cuatro zonas de muestreo. arroyo Atízcoa, Jalisco. México.	36
IX	Valores de los parámetros físico-químicos en el mes de MARZO para las cuatro zonas de muestreo. arroyo Atízcoa, Jalisco. México.	37
X	Valores de los parámetros físico-químicos en el mes de ABRIL para las cuatro zonas de muestreo. arroyo Atízcoa, Jalisco. México.	38
XI	Valores de los parámetros físico-químicos en el mes de MAYO para las cuatro zonas de muestreo. arroyo Atízcoa, Jalisco. México.	39
XII	Medias semestrales de los valores de los parámetros físico-químicos en cada zona de muestreo. arroyo Atízcoa, Jalisco. México.	40

1.- RESUMEN

Durante el período comprendido de Diciembre de 1986, a Mayo de 1987, se analizó el efecto de las descargas de la Industria Tequilera sobre las poblaciones de macroinvertebrados bentónicos en el arroyo -- Atízcoa de Tequila, Jalisco. México.

El arroyo presenta una longitud aproximada de 16.5 kilómetros desde su nacimiento en el volcán de Tequila, hasta su desembocadura en el río Santiago.

El área de estudio comprendió 3.5 kilómetros, siendo cuatro las zonas de muestreo, distribuidas de la siguiente manera: la zona de muestreo No. 1 se situó antes de las descargas industriales; las zonas de muestreo nos. 2 y 3 se localizaron en el área afectada por las descargas y la zona de muestreo no. 4 localizada después de las descargas.

Se efectuaron muestreos mensuales de agua así como de organismos en cada una de las zonas de muestreo. Las muestras de agua obtenidas se analizaron físico-químicamente aplicando los mismos métodos y límites que se utilizan en el laboratorio de suelos de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos para aguas potables (2), valorando la calidad del agua. Por otra parte, se calculó el índice de Shannon de la diversidad general ( 4, 5 y 6 ) para los organismos colectados, determinando el efecto sobre el macrobentos.

Los resultados de los análisis físico-químicos se agruparon como medias se mestrales, donde se observó que la calidad del agua es afectada por las -- descargas de la Industria Tequilera en las zonas de muestreo nos. 2, 3 y 4 con respecto a la zona de muestreo no. 1, en la cual se obtuvieron valores bajos en las determinaciones con respecto a los límites, exceptuando la de terminación de fierro.

Las zonas de muestreo nos. 2, 3 y 4 mostraron variaciones por encima y debajo de éstos límites, pero siempre siendo mayor la concentración de las de terminaciones que en la zona de muestreo no. 1.

Se calculó el área mínima de muestreo de acuerdo al método de la curva especies-área acumulativa ( tomado de Brower y Zar, 1979 ) para cada zona de -- muestreo. Para la colecta de macrobentos se usó un muestreador tipo Surber de un metro cuadrado de fondo ( 7, 8 y 9 ).

En la zona de muestreo no. 1, en los tres primeros meses de muestreo ( Diciembre, Enero y Febrero ) se obtuvieron 7, 8 y 9 especies respectivamente por lo tanto, en los muestreos subsiguientes de Marzo a Mayo se utilizó -- como representativa en área mínima calculada para Febrero por considerarse la más adecuada debido al número de especies en esa muestra, ya que el área de muestreo obtenida fué mayor ( tres metros cuadrados ). En Marzo, Abril y Mayo se obtuvieron 7 especies respectivamente.

En las zonas de muestreo nos. 2, 3 y 4 no se obtuvieron organismos durante el período de estudio.

El índice de Shannon de la diversidad general demostró ser claro y efectivo para valorar el efecto sobre el macrobentos ocasionado por la Industria Tequilera. La zona de muestreo no. 1 que no recibe descargas Industriales, - presentó un valor de 0.67 como la diversidad más alta en el mes de Diciembre y la más baja con 0.39 en el mes de Mayo; así como un índice promediado semestralmente de 0.55. Las zonas de muestreo nos. 2, 3 y 4 son afectadas por las descargas Industriales, ya que tienden a la desaparición de las poblaciones de macrobentos.

## II.- INTRODUCCION

En la población de Tequila, Jalisco (México), las Industrias productoras del tequila utilizan el arroyo Atízcoa, que cruza esa población para el vertimiento de sus aguas residuales sin tratamiento previo en la mayoría de las fábricas. Esto incide en la calidad del agua afectando las condiciones ecológicas en el arroyo.

Esta industrialización contribuye a incorporar a el agua residuos que alteran las condiciones naturales de calidad y bienestar de la población, siendo una práctica generalizada por su bajo costo.

Las destilerías de Tequila contaminan los cauces receptores con su principal producto de desecho al que llaman vinaza, el cual es altamente contaminante debido a la composición química y condiciones en que se descarga.

Es importante señalar que en el arroyo Atízcoa se han realizado análisis biológicos que sirven de complemento para posteriores estudios químicos y de ingeniería ambiental, los cuales han sido realizados por la S.A.R.H. (11), compañías privadas (1), y por profesionistas de la Universidad de Guadalajara (12,13), por citar algunos. Sin embargo, éste arroyo no registra algún estudio sobre poblaciones de organismos bentónicos desde la creación de la Industria Tequilera,

La estructura comunitaria de las poblaciones de macroinvertebrados bentónicos ha sido usada con frecuencia para valorar las condiciones de las corrientes recibiendo desperdicios orgánicos.

Los organismos del fondo son particularmente adecuados para tales estudios, porque su preferencia habitual y motilidad baja causan que sean afectados directamente por sustancias que entran al ambiente.

"Los estudios químicos indican las condiciones de la corriente únicamente en el momento del muestreo, pero las poblaciones de macroinvertebrados bentónicos pueden ser indicativos tanto del presente como del pasado de las condiciones del ambiente. El uso de asociaciones o poblaciones de macroinvertebrados bentónicos preve. de un criterio más confiable de enriquecimientos orgánicos en el sustrato, que una mera ocurrencia de una especie específica" ( 5 ).

"Los macroinvertebrados bentónicos juegan un papel importante en las comunidades acuáticas, ya que están involucrados en la mineralización y reciclamiento de la materia orgánica producida en aguas naturales o traídas de fuentes externas en la secuencia trófica de las comunidades acuáticas " (10) .

Con el propósito de contribuir al conocimiento de la importancia de preservar la ecología del arroyo, el presente estudio pretende dar a conocer el efecto contaminante de las Industrias Tequileras, sobre la calidad físico-química y biológica del agua, tomando para esto un patrón de comparación entre las zonas de muestreo: una zona de agua no contaminada con respecto a las tres zonas distribuidas en el área afectada.

El estudio contempla primero la determinación en cada una de las zonas de muestreo la calidad del agua por los análisis ya mencionados, así como el muestreo de invertebrados acuáticos.

Debido al problema de contaminación que presenta el arroyo Atizcoa, se realizó éste estudio aplicando el índice de Shannon de la diversidad general - por ser uno de los mejores medios para descubrir y calcular la contaminación sobre organismos bentónicos (4).

### III.- OBJETIVOS

#### OBJETIVO GENERAL :

Conocer el efecto de las descargas de la Industria Tequilera sobre las poblaciones de macroinvertebrados bentónicos en el arroyo Atizcoa, Jalisco.-- México.

#### OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- 1) - Determinar la calidad biológica del agua en zonas de muestreo sin y - con descargas industriales aplicando el índice de Shannon de la diversidad general ( $\bar{H}$ ).
  
- 2) - Determinar la calidad del agua en base a parámetros físico-químicos en zonas de muestreo sin y con descargas industriales.

#### IV.- AREA DE ESTUDIO

##### IV.I Municipio de Tequila.

El municipio de Tequila se localiza en la parte Oeste en la región central del Estado de Jalisco, teniendo su cabecera municipal (La ciudad de Tequila) al Sur del mismo, a una altitud de 1,200 msnm., una latitud Norte de  $20^{\circ}53'$  y una longitud Oeste de  $103^{\circ}50'$ .

Limita al Norte con el Municipio de San Martín de Bolaños y el Estado de Zacatecas, al sur con Ahualulco de Mercado, Teuchitlán, Amatitán y Zapopan, al Este con San Cristobal de la Barranca y al Oeste con Hostotipaquillo, Magdalena y Antonio Escobedo ( figura 1 ).

La población total del municipio en 1970 era de 20,662 habitantes, para 1979 se estimaban 25,311 habitantes, formados por 13,429 hombres y 11,882 mujeres. La densidad demográfica del municipio es de 16.5 habitantes por kilómetro cuadrado (14).

Presenta una topografía irregular caracterizada por un extenso valle que ocupa la mayor parte de su territorio, con altitudes que varían entre 600 y 1,500 msnm., rodeando este valle se localizan elevadas serranías, sobresaliendo el extremo Sur del volcán de Tequila con una altitud de 2,883 metros, y en las partes Norte y Noreste, las estribaciones de la Sierra Madre Occidental, con altitudes de 1,500 y 2,700 msnm.

Los reportes de la estación climatológica de Tequila, clasifican el clima como semiseco en otoño. Invierno y Primavera secos y semicálidos, sin cambio térmico invernal bien definido.

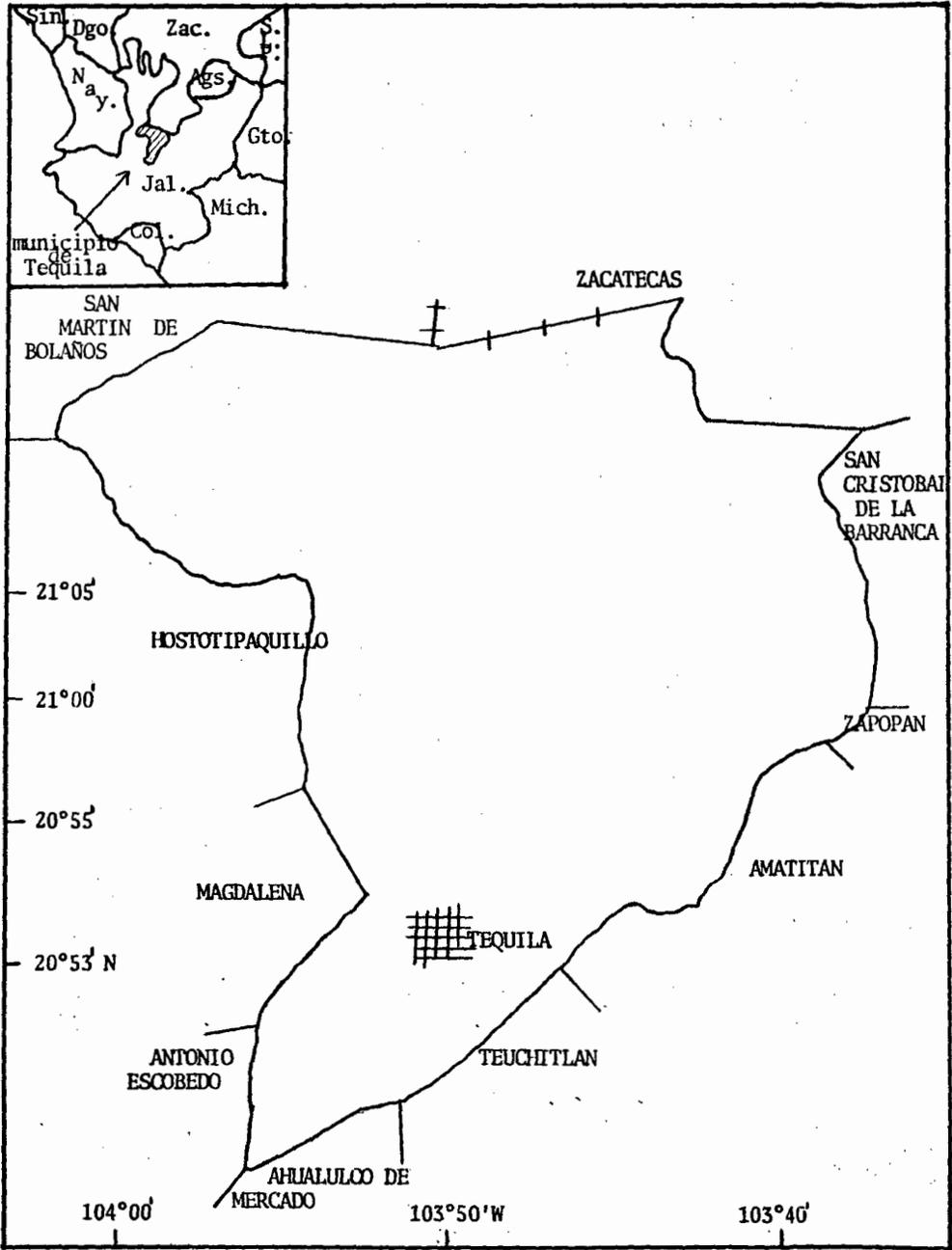


Figura 1. Localización del municipio de Tequila, Jalisco. México.

Su temperatura media anual alcanza un promedio 23.2°C, teniéndose registrada como extremos, una temperatura máxima de 45°C y una mínima de 1.8°C.

La mayor parte de su territorio está ocupado por áreas con régimen pluviométrico superior a los 800 milímetros anuales y en promedio recibe una precipitación pluvial anual de 1,073.1 milímetros.

El municipio cuenta con una superficie total de 115,614 hectáreas clasificadas agrológicamente de la siguiente manera: 214 hectáreas son de riego, --- 19,200 hectáreas de temporal y de humedad, 34,800 hectáreas de pastizales 21,500 hectáreas de bosques, y 39,900 hectáreas son eriales o improductivas-agrícolamente. El 90 % de sus suelos de tipo ferralitas y el 10% restante - son suelos de tipo chernozém que cubren el extremo Suroeste.

Sus recursos hidrológicos son proporcionados por sus ríos y arroyos que conforman la subcuenca hidrológica " Lerma - Chapala - Santiago " .

Las principales zonas de cultivo se localizan en la parte Noreste cubriendo una extensión de 19,414 hectáreas. Para el desarrollo de la ganadería dispone de 34,800 hectáreas de pastizales de regular calidad, localizados en forma fraccionada por todo el municipio.

Sus recursos forestales lo integran 21,500 hectáreas de zonas de bosques localizados en el volcán de Tequila, en la barranca y en el Salvador, con especies como pino, roble y encino.

Sus recursos mineros en lo que se refiere a metales, están representados por algunos yacimientos de oro y plata, que en la actualidad se encuentran sin explotar. De minerales no metálicos se dispone de algunos yacimientos de coalín y se tiene conocimiento de hallazgos de ópalo.

La pesca en agua dulce se lleva a cabo en el río Santiago, capturándose especies de carpa y bagre en pequeña escala para consumo local.

En cuanto al sector industrial, la industria tequilera es la actividad más importante del municipio y han experimentado un constante desarrollo a causa de la expansión del mercado nacional y extranjero.

#### IV.2 Breve resumen del proceso de la elaboración del tequila .

Para 1981 se encontraban funcionando las 14 fábricas de tequila, y en la actualidad casi el 50 % se encuentran en funcionamiento. El siguiente proceso de manufactura es similar para el total de la industria tequilera:

Las cabezas de agave se rajan manualmente para obtener porciones no mayores de 20 kilos, se somete al proceso de cocción con el fin de hidrolizar los polisacáridos, proceso que se efectúa en el horno o en el autoclave. Las cabezas cocidas se someten a molienda con el objeto de extraer los azúcares, así mismo se obtiene un jugo azucarado y la fibra de agave que se llama bagazo o " marrana ". Por otro lado, se disuelve el mascabado ( piloncillo ) en un tanque con agitación y vapor, la mezcla del jugo y de la solución de mascabado se hace en los tanques preparadores, donde también se incorpora la miel obtenida en el autoclave o el horno en el momento de cocción, en esta forma se obtiene el mosto mixto, el cual se inocula con un

cultivo de levadura y se bombea a un tanque fermentador, para que los azúcares sean fermentados.

Al terminar la fermentación se obtiene un líquido alcohólico llamado mosto fermentado, el cual se somete a una primera destilación ya sea en alambiques o en columnas de destilación continúa obteniéndose: aguardiente ordinario, metanol ( cabezas y colas ) y vinazas (mosto fermentado al cual se le ha extraído todo el contenido alcohólico por medio de la destilación ).

El aguardiente ordinario se somete a una segunda destilación en la columna rectificadora en donde obtenemos el producto TEQUILA y como subproducto cabezas y colas.

El producto así obtenido corresponde al tipo I de acuerdo con la norma oficial, si este tequila blanco es abocado entonces obtendremos al tipo II, si el tequila blanco se somete a un reposo de más de dos meses en toneles o en tanques de madera se obtendrá el tipo III y si es añejado en barricas de madera por más de un año , se obtendrá el tipo no. IV (15).

#### IV.3 Características principales del arroyo Atizcoa.

El arroyo presenta una longitud aproximada de 16.5 kilómetros de su nacimiento en el volcán de Tequila hasta su desembocadura en el río Santiago.

Durante su trayecto pasa por regiones con diferentes tipos de vegetación , tales como bosques de uso forestal, suelos con usos pecuarios y agrícolas,

así como por asociaciones especiales de vegetación . ( Datos obtenidos a - partir de la carta de suelos editada por el CETENAL, 1974 ).

La profundidad del arroyo en lo que corresponde a las zonas de muestreo es variable , teniéndose como mínima 10 cm. y como máxima 50 cm. en promedio,- así mismo su ancho oscila entre 2 y 5 m. presenta un sustrato predominante- mente pedregoso.

La zona de muestreo no. 1 se caracteriza por presentar sedimentos muy finos acompañados por materia orgánica ( hojas de árboles y leños principalmente) además de la abundante fauna macrobentónica, principalmente larvas de in--sectos.

Las tres zonas de muestreo restantes reciben descargas industriales simila- res, así como todo tipo de basura arrojada por los pobladores que habitan - por éstas zonas.

Además se caracterizan por presentar una coloración café-amarillenta y un - fuerte olor característico a productos fermentados, propiciados por las deg- cargas de la industria tequilera.

## V.- MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó durante seis meses y comprendió el período de Diciembre de 1986 a Mayo de 1987, efectuandose la toma de muestras a finales de cada mes en cada una de las zonas de muestreo durante el día.

Las zonas de muestreo se distribuyeron en una distancia aproximada de 3.5-Kilómetros. La zona de muestreo no. 1 se localizó en una zona previa -- a las descargas industriales; las zonas de muestreo Nos. 2 y 3 fueron distribuidas en el área afectada por dichas descargas, la zona de muestreo -- No. 4 se localizó después de las descargas (Figura 2) .

La distribución de la zona de muestreo en el arroyo Atizcoa se efectuó de la manera anteriormente mencionada, con el fin de realizar la comparación de una zona patrón ( La zona de muestreo No. 1 ), con las restantes zonas de muestreo distribuidas en el área afectada por las descargas de la In--dustria tequilera.

El estudio se dividió en trabajo de campo y laboratorio con el fin de llevar un control y ordenamiento en los muestreos y análisis.

### V.I Trabajo de campo.

#### V.I.I Muestreo de organismos

La colecta de organismos se realizó con un muestreador para macroinvertebrados tipo Surber ( Figura 3 ), el cual es un dispositivo conveniente y ligero para obtener muestras cuantitativas de fondos pedregosos en co -- rrientes poco profundas. El muestreador utilizado fué de un metro cua--drado de boca y de base, utilizándose una red plástica con una luz de ma -- lla de un mm. cuadrado.

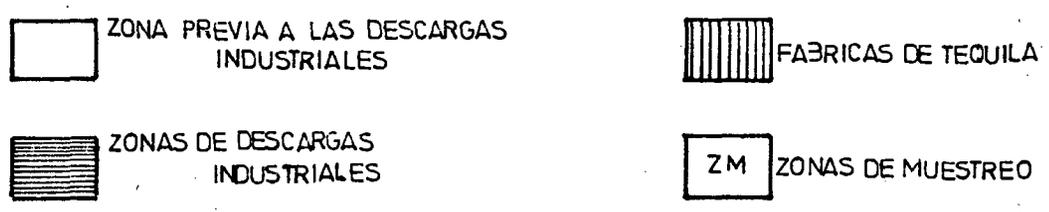
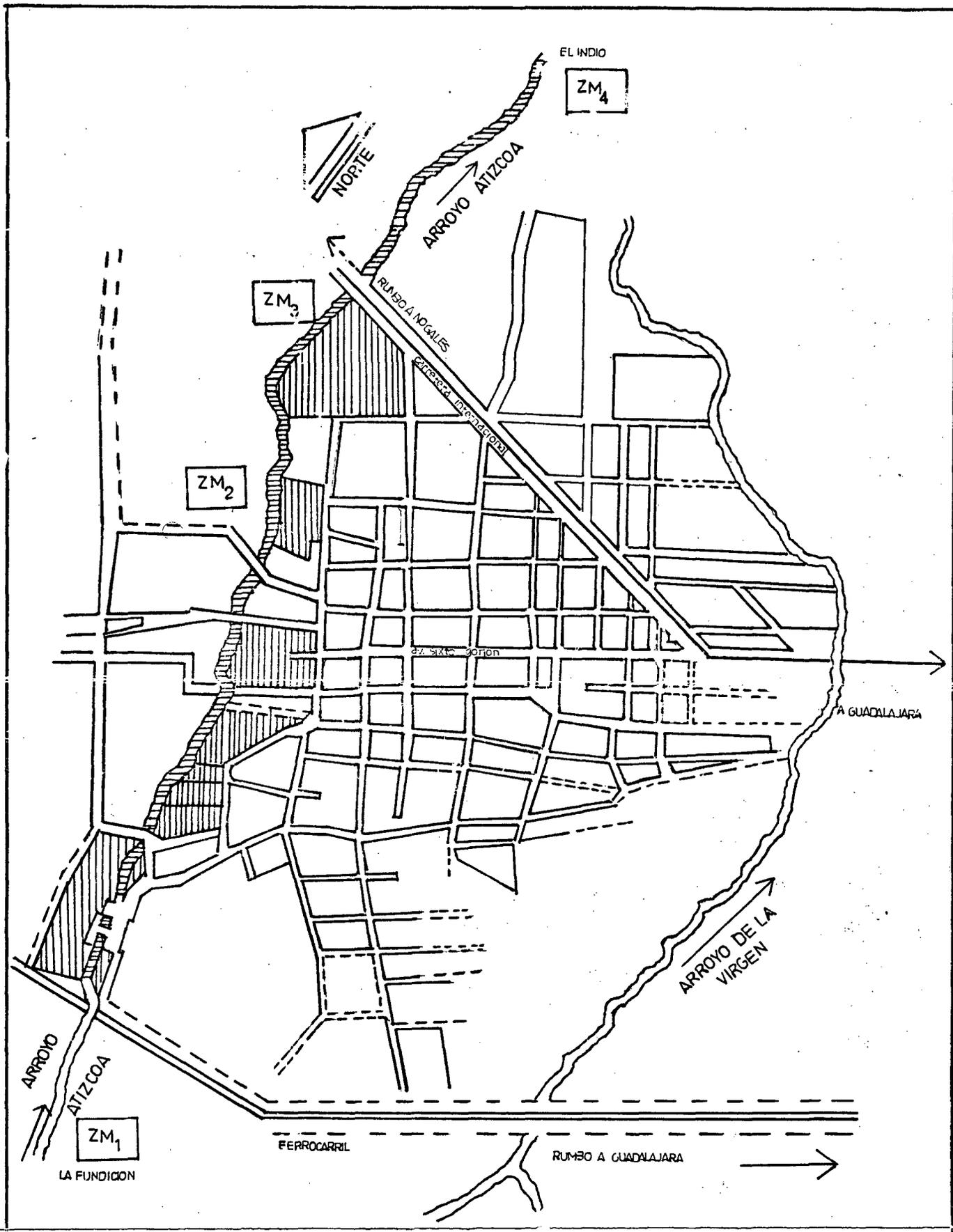


FIGURA 2. LOCALIZACION Y DISTRIBUCION DE LAS ZONAS DE MUESTREO EN EL ARROYO ATIZCOA EN LA POBLACION DE TEQUILA, JALISCO, MEXICO.

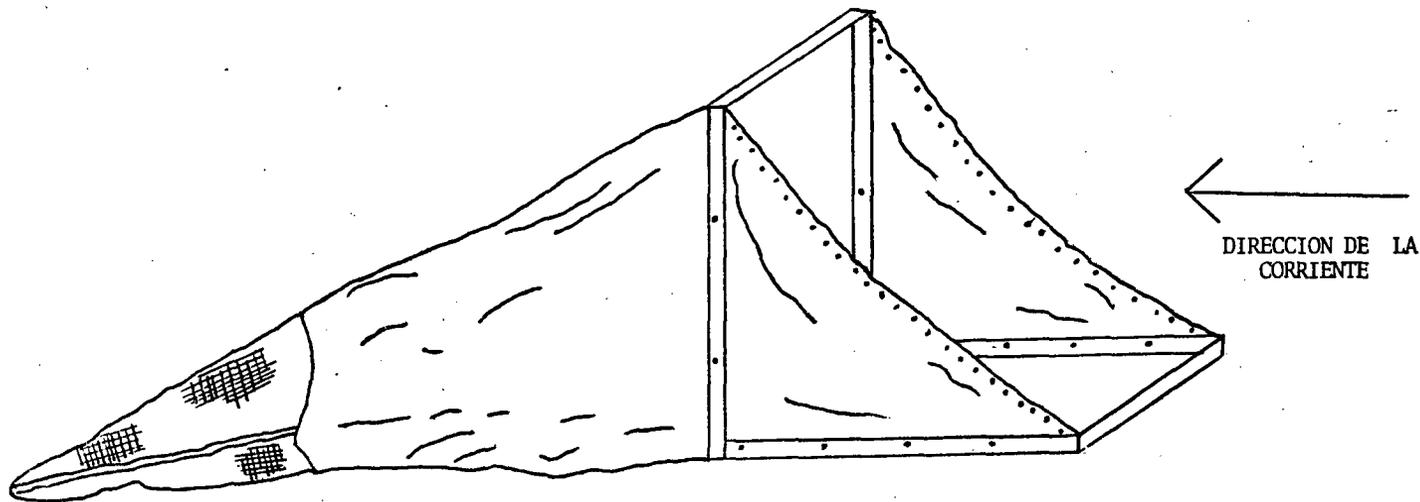


Figura 3. Muestreador para lechos Surber utilizado en la colecta de organismos bentónicos.

considerándose para fines del presente estudio como macrobentos a los organismos retenidos en esa luz de malla.

La longitud de la red plástica del muestreador fué de 1.58 m. Se removieron las piedras y depósitos bentales hasta una profundidad aproximada de 5 cm. (3), impulsándose hacia la red todos los organismos.

En algunos casos fué necesario frotar o despegar los organismos de las piedras a los que se encuentran adheridos para que se introduzcan a la red.

Los organismos obtenidos se transportaron al laboratorio en frascos de 500 mililitros, conteniendo agua del mismo medio, fijándolos posteriormente en alcohol etílico al 70 % en frascos de 100 mililitros de capacidad.

#### V.I.2 Area mínima de muestreo.

Se calculó el área mínima para cada una de las zonas de muestreo. El muestreador tipo Surber se colocó seis veces (Seis metros cuadrados) en los tres primeros meses de muestreo ( Diciembre - Febrero ). En los muestros posteriores (Marzo - Mayo) se utilizaron sólo tres cuadrantes (Tres metros cuadrados) del muestreador, de acuerdo a lo sugerido por el área mínima calculada para febrero, habiéndose obtenido el mayor número de especies en éste mes, así como el número óptimo de cuadrantes a utilizar.

El número óptimo de unidades muestrales se estimó por medio de la curva especies - área acumulativa ( 7 ) , donde el número acumulativo de nuevas especies es graficado contra el número acumulativo de cuadrantes.

El número de muestras se considera óptimo después de que la curva se nivela de manera asintótica.

#### V.1.3 Muestreo de agua para análisis físico - químico.

Al igual que el muestreo de organismos, la toma de muestras de agua se realizó en cada una de las zonas de muestreo distribuidas en el arroyo, con garrafrones de plástico de 5 litros de capacidad, tomando las muestras en el centro del arroyo.

Así mismo se determinó la temperatura del agua con un termómetro de mercurio con un rango de - 10 a 150°C y una precisión de 1°C. el PH se obtuvo con papel indicador el cual posteriormente se verificó en el laboratorio con un potenciómetro SARGENT WELCH MOD. 1P con un rango de 0 a 14. se determinó el oxígeno disuelto a partir del método de Winkler , se muestrearon 500 mililitros de agua en frascos color ámbar con capacidad de un litro para cada zona de muestreo; se utilizaron pipetas de 10 mililitros en la adición de los reactivos para fijar el oxígeno, Empleándose 3.3. mililitros de sulfato manganoso, yoduro alcalino y ácido sulfúrico respectivamente.

Las muestras se transportaron en hielo para evitar la alteración de los parámetros en estudio.

#### V.2 Trabajo de laboratorio

En el laboratorio se efectuó la separación y conteo de organismos colec

..tados, así como el análisis de las muestras de agua obtenidas en el campo.

#### V.2.1. Separación y conteo de organismos

Las muestras se lavaron con agua en un tamíz de 1 milímetro cuadrado de luz de malla, para obtener los organismos bentónicos libres de sedimento. Utilizando agujas y pinzas de disección se efectuó la separación y conteo. Los organismos fueron separados por comparación visual ( 10 ), en base a su morfología, considerandose como de una sola especie a los individuos morfológicamente iguales.

#### V.2.2 Índice de Shannon de la diversidad general ( $\bar{H}$ ).

El índice de Shannon se calculó en base a los datos obtenidos en cada colecta de organismos, para las cuatro zonas de muestreo ; de acuerdo a la fórmula dada por Odum ( 4 ):

$$\bar{H} = - \sum (n_i/N) \log. (n_i/N)$$

O bien;

$$- \sum P_i \log P_i$$

donde  $n_i$  = abundancia (Número de individuos en c/especie).

$N$  = Número total de individuos de todas las especies.

$P_i$  = probabilidad de importancia para cada especie =  $n_i/N$

Este índice se utilizó por ser uno de los mejores para efectuar comparaciones cuando no estamos interesados en separar componentes de diversidad (Riqueza e uniformidad de especies ).

### V.2.3 análisis físico-químico de las muestras de agua .

Los componentes químicos del medio ambiente acuático son menos palpables que los físicos o los biológicos pero afectan en forma determinante la distribución y abundancia de las especies. Sin embargo, la mayoría de las investigaciones limnológicas y oceanográficas siguen empleando métodos de análisis físico-químicos prácticamente iguales a los originalmente desarrollados por sus autores, por esta razón y para facilitar las siguientes determinaciones se utilizaron fundamentalmente métodos colorimétricos y de titulación. Estos procedimientos como cualquier otro, tienen un grado de error estocástico que se tenga en su desarrollo.

Los parámetros para valorar la calidad físico-química del agua se tomaron parcialmente de los análisis de potabilidad utilizados en el laboratorio de suelos de la S.A.R.H. de la ciudad de Guadalajara, utilizando los mismos métodos y límites para la evaluación de los parámetros (2) ( tabla I ). La conductividad eléctrica se determinó con un conductímetro BECKMAN SOLUBRIDGE con un rango de 0.1 a 15.0 milimhos/cm AT 25°C, mientras que para la turbiedad se utilizó el turbidímetro HELIGE con un rango de 0 a 190 ppm de SiO<sub>2</sub>.

Se utilizó el material común de laboratorio, así como el analizador para aguas Taylor, con los siguientes rangos:

<u>DETERMINACION</u>	<u>RANGO ( PPM .)</u>
NITROGENO AMONIAICAL	0.0 ---- 1.0
NITRATOS	0.0 ---- 2.0
NITRITOS	0.00-----0.025
FIERRO	0.0 ---- 3.0

En las muestras tomadas a partir de las zonas de muestreo nos. 2, 3 y 4 se utilizó carbón activado vegetal para decolorar el agua durante todo el período de estudio, y en ocasiones diluyendo la muestra con agua destilada debido a la intensa coloración que presentaba el agua muestreada.

<u>PARAMETROS</u>	<u>METODO</u>	<u>LIMITES ( PPM )</u>
TEMPERATURA (°C)	TERMOMETRO DE MERCURIO	
p.H.	POTENCIOMETRICO	
TURBIEDAD	TURBIDIMETRICO	
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA ( MILIMHOS/CM )	CONDUCTOMETRICO	
FIERRO ( Fe <sup>+2</sup> )	COLORIMETRICO ( FENANTROLINA )	0.30
NITRATOS ( NO <sub>3</sub> )	COLORIMETRICO ( FENOLDISULFONICO )	5.00
NITRITOS ( NO <sub>2</sub> )	COLORIMETRICO ( SULFANILICO )	0.05
NITROGENO AMONIACAL ( NH <sub>3</sub> )	NESSLERIZACION DIRECTA	0.50
OXIGENO DISUELTO	WINKLER	5.00
ALCALINIDAD TOTAL BICARBONATOS ( HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) CARBONATOS ( CO <sub>3</sub> <sup>=</sup> )	WARDER ( METIL-ANARANJADO ) ( FENOLFTALEINA )	EXPRESADOS COMO CaCO <sub>3</sub> : 400
DUREZA TOTAL CALCIO ( Ca <sup>+2</sup> ) MAGNESIO ( Mg <sup>+2</sup> )	COMPLEJOMETRIA ( E.D.T.A. ) & ( E.D.T.A. )	EXPRESADOS COMO CaCO <sub>3</sub> : 250

Tabla I. Parámetros, Métodos y límites del análisis físico-químico utilizados durante el periodo de estudio en cada una de las zonas de muestreo\*. arroyo Atízcoa, Jalisco. México.

\* Tomados de S.A.R.H. ( 1985 ).  
 & Acido tetraceticoetilenodinitrilo.

## VI.- RESULTADOS

Con los datos obtenidos en el período de estudio, se manejaron en forma de tablas y figuras. Los resultados del análisis físico-químico se agrupan en tablas mensuales (excepto la tabla XII que se manejó como medias-semesterales), las figuras se elaboraron a partir de la tabla XII, graficando cada parámetro como medias semesterales con el fin de resumir el conjunto de resultados.

En lo referente al muestreo de organismos, únicamente se presentan los datos obtenidos en la zona de muestreo no. 1, debido a que las restantes zonas de muestreo no se colectaron organismos durante todo el período de estudio. Los resultados del índice de Shannon de la diversidad general se tomaron igualmente como medias semesterales, esto se hizo en base a la agrupación de los resultados similar al que desarrolló Wilhm en 1967 (5).

### VI.I Resultados del muestreo de organismos.

#### VI.I.I área mínima de muestreo.

Se obtuvo el área mínima de muestreo para los meses de Diciembre, Enero y Febrero.

En el mes de Diciembre se obtuvieron 7 especies con un número óptimo de cuadrantes de 2 metros cuadrados (tabla II; fig. 4).

En el mes de Enero se obtuvieron 8 especies con un número óptimo de cuadrantes de 2 metros cuadrados (tabla III; fig. 5).

En el mes de Febrero se obtuvieron 9 especies con un número óptimo de cuadrantes de 3 metros cuadrados (tabla IV; fig 6).

### VI.1.2. Índice de Shannon de la diversidad general ( $\bar{H}$ )

Los valores utilizados para calcular el índice de Shannon de Diciembre a Mayo se muestra en la tabla V, a partir de estos valores se calculó la diversidad para cada mes de muestreo, así mismo se obtuvo la media semestral para la zona de muestreo no. 1 que fué de 0.55 (fig.7 ).

### VI.2 Resultados del análisis físico-químico de las muestras de agua.

Los valores obtenidos en la determinación de los parámetros del análisis físico-químico en cada una de las zonas de muestreo en períodos mensuales, se observan en las siguientes tablas: VI, VII, VIII, IX, X Y XI. Por otra parte, las medias semestrales de cada parámetro por zonas de muestreo se muestran en la tabla XII.

La variación semestral de cada parámetro en cada zona de muestreo se menciona a continuación:

La temperatura registró un valor de 23.5°C para la zona de muestreo no. 1, y de 31.16, 27.33, y 26.16°C para las zonas de muestreo 2, 3 y 4 respectivamente (figura 8).

El pH registró valores de 6.75 para la zona de muestreo no. 1, y de 3.90, 4.14 y 4.05 para las zonas de muestreo 2, 3 y 4 respectivamente (figura 9).

La turbiedad expresada como ppm. de Si O<sub>2</sub>, presentó un valor de 61.33 para la zona de muestreo no. 1, y de 7,700, 3,820 y 5,600 para las zonas de muestreo 2, 3 y 4 respectivamente ( figura 10 ).

La conductividad eléctrica expresada como milimhos/cm, registró un valor de 0.11 para la zona de muestreo no. 1, y de 0.93, 0.77 y 0.87 para las zonas de muestreo nos. 2, 3 y 4 respectivamente (figura 11).

El fierro registró un valor de 0.40 ppm. para la zona de muestreo no. 1, y de 0.70, 0.55 y 0.51 ppm. para las zonas de muestreo nos. 2, 3 y 4 -- respectivamente (figura 12).

Los nitratos registraron un valor de 0.025 ppm. para la zona de muestreo no. 1, y de 0.058, 0.083 y 0.075 ppm. para las zonas de muestreo 2, 3 y 4 respectivamente ( figura 13 ).

Los nitritos registraron un valor de 0. 0015 ppm. en la zona de muestreo no. 1, y de 0.0056, 0.0076 y 0.0056 para las zonas de muestreo 2, 3 y 4 respectivamente ( figura 14) .

El nitrógeno amoniacal registró un valor de 0.08 ppm. en la zona de ---- muestreo no. 1, y de 0.83 para las zonas de muestro 2, 3 y 4 respectivamente ( figura 15).

El oxígeno disuelto registró un valor de 0.20 ppm. en la zona de muestreo no. 1, y siendo nulo en las zonas de muestreo 2,3 y 4 respectivamente.

La alcalinidad total registró un valor de 41.0 ppm. en la zona de muestreo no. 1, y de 145.77, 155.05 y 232.77 ppm. para las zonas de muestreo 2, 3 y 4 respectivamente ( figura 16).

La dureza total registró un valor de 9.0 ppm. en la zona de muestreo -- no.1, y de 315.0, 214.33 y 309.33 ppm. en las zonas de muestreo nos.--- 2, 3 y 4 respectivamente ( figura 17).

RESULTADOS  
DEL  
MUESTREO DE ORGANISMOS

NUMERO ACUMULATIVO DE CUADRANTES *	NUMERO DE ESPECIES ENCONTRADAS	NUMERO DE NUEVAS ESPECIES	NUMERO ACUMULATIVO DE NUEVAS ESPECIES
1	6	6	6
2	5	1	7
3	5	0	7
4	6	0	7
5	5	0	7
6	4	0	7

Tabla II. Valores obtenidos a partir del muestreador Surber en el mes de DICIEMBRE, para calcular el área mínima de muestreo mediante la curva especies-área en la zona de muestreo no.1 . arroyo Atizcoa, Jalisco. México.

\* metros cuadrados.

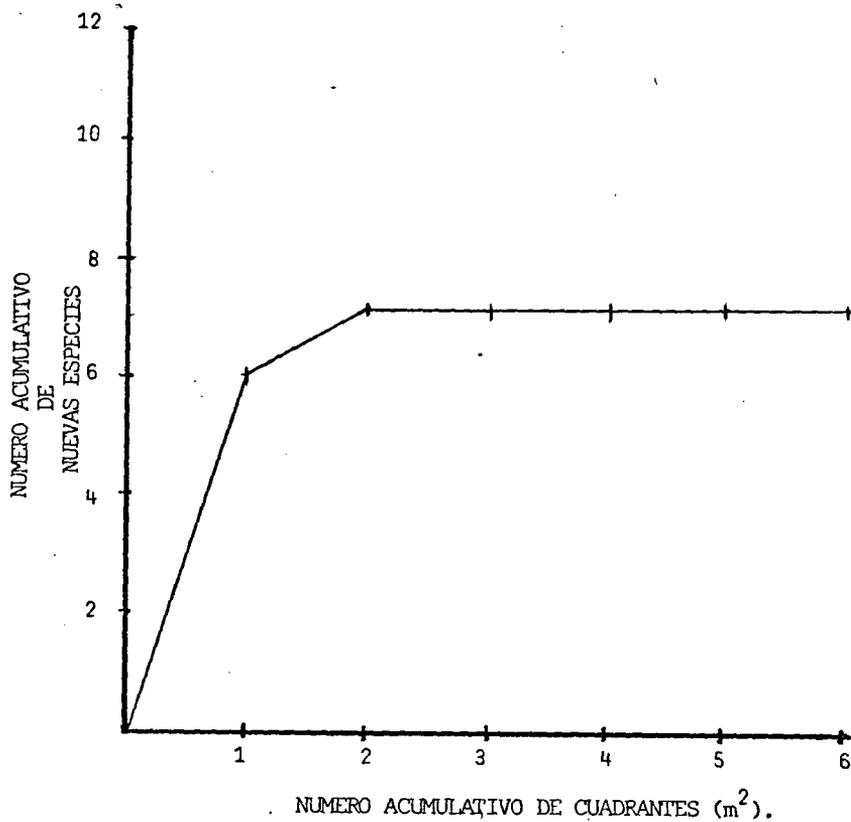


Figura 4. Area mínima de muestreo obtenida a partir de la curva especies-área en la zona de muestreo no.1, en el mes de DICIEMBRE.

NUMERO ACUMULATIVO DE CUADRANTES *	NUMERO DE ESPECIES ENCONTRADAS	NUMERO DE NUEVAS ESPECIES	NUMERO ACUMULATIVO DE NUEVAS ESPECIES
1	6	6	6
2	8	2	8
3	7	0	8
4	5	0	8
5	6	0	8
6	6	0	8

Tabla III. Valores obtenidos a partir del muestreador Surber en el mes de ENERO, para calcular el área mínima de muestreo mediante la curva especies-área en la zona de muestreo no.1 : arroyo Atízcoa, Jalisco. México.

\* metros cuadrados.

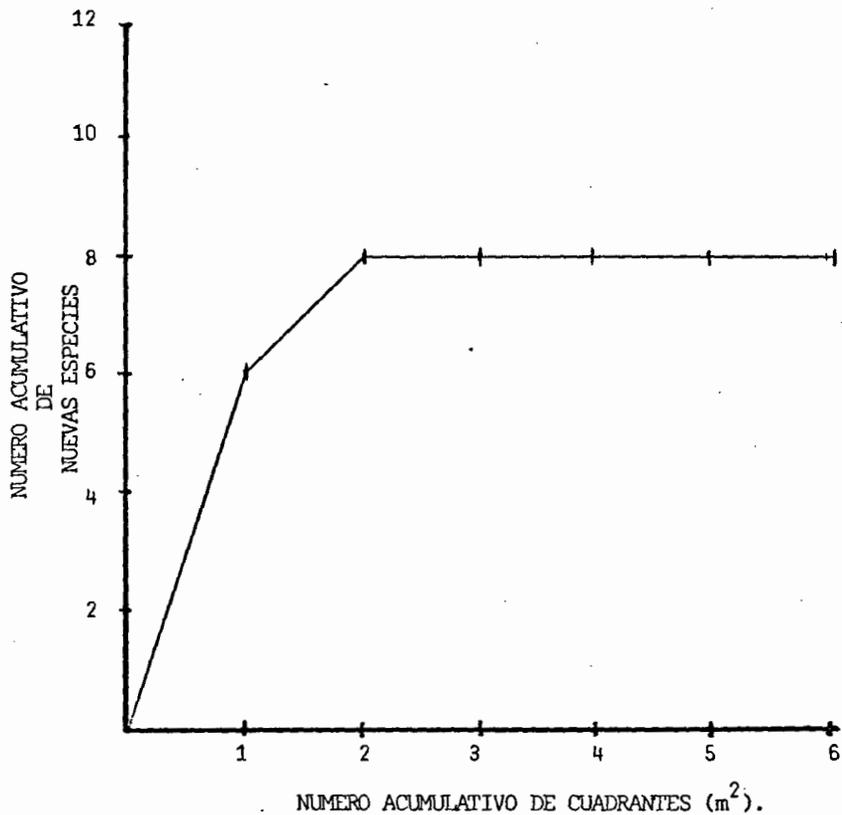


Figura 5. Area mínima de muestreo obtenida a partir de la curva especies-área en la zona de muestreo no.1, en el mes de ENERO.

NUMERO ACUMULATIVO DE CUADRANTES *	NUMERO DE ESPECIES ENCONTRADAS	NUMERO DE NUEVAS ESPECIES	NUMERO ACUMULATIVO DE NUEVAS ESPECIES
1	6	6	6
2	8	2	8
3	6	1	9
4	4	0	9
5	6	0	9
6	4	0	9

Tabla IV. Valores obtenidos a partir del muestreador Surber en el mes de FEBRERO, para calcular el área mínima de muestreo mediante la curva especies-área en la zona de muestreo no.1 . arroyo Atizcoa, Jalisco. México.

\* metros cuadrados.

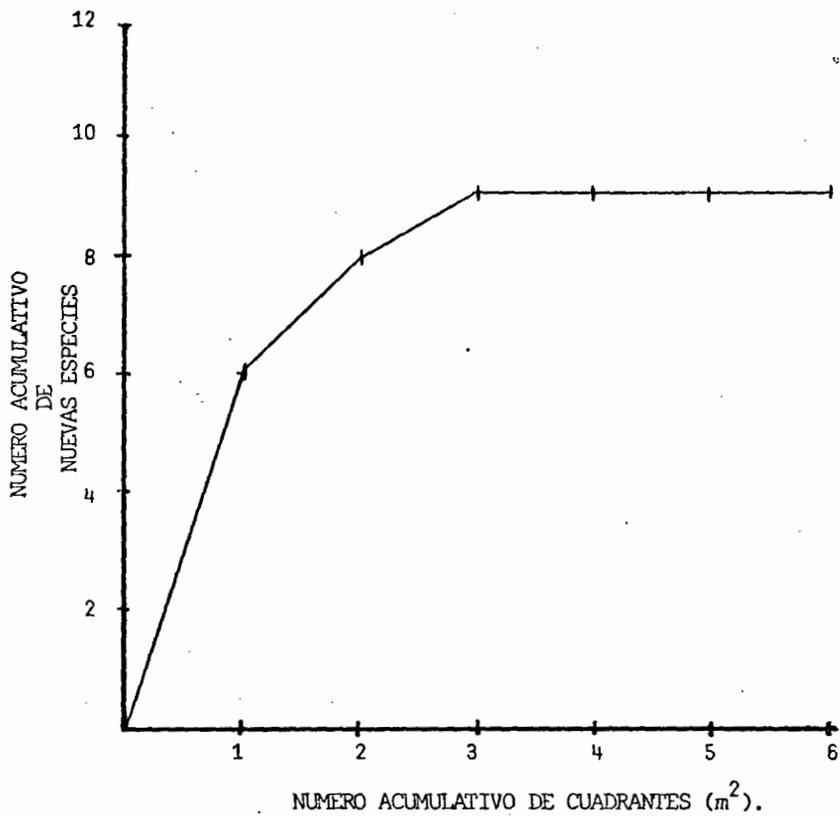


Figura 6. Area mínima de muestreo obtenida a partir de la curva especies-área en la zona de muestreo no.1, en el mes de FEBRERO.

MESES	ESPECIE ( i )	ABUNDANCIA ( ni )	ABUNDANCIA RELATIVA ( Pi= ni/N )	INDICE DE DIVERSIDAD ( $\bar{H}$ )
DICIEMBRE	1	46	46/155=0.296	0.67
	2	56	56/155=0.361	
	3	9	9/155=0.058	
	4	15	15/155=0.096	
	5	2	2/155=0.012	
	6	22	22/155=0.141	
	7	5	5/155=0.032	
	S=7	N=155		
ENERO	1	28	28/136=0.205	0.56
	2	79	79/136=0.508	
	3	5	5/136=0.036	
	4	6	6/136=0.044	
	5	2	2/136=0.014	
	6	4	4/136=0.029	
	7	2	2/136=0.014	
	8	10	10/136=0.073	
	S=8	N=136		
FEBRERO	1	8	8/257=0.031	0.58
	2	58	58/257=0.221	
	3	139	139/257=0.540	
	4	7	7/257=0.027	
	5	8	8/257=0.031	
	6	3	3/257=0.011	
	7	1	1/257=0.003	
	8	5	5/257=0.019	
	9	28	28/257=0.108	
	S=9	N=257		
MARZO	1	5	5/168=0.029	0.60
	2	30	30/168=0.178	
	3	45	45/168=0.267	
	4	75	75/168=0.446	
	5	6	6/168=0.035	
	6	5	5/168=0.029	
	7	2	2/168=0.011	
	S=7	N=168		
ABRIL	1	8	8/158=0.050	0.55
	2	40	40/158=0.253	
	3	31	31/158=0.196	
	4	75	75/158=0.474	
	5	1	1/158=0.006	
	6	1	1/158=0.006	
	7	2	2/158=0.012	
	S=7	N=158		
MAYO	1	24	24/213=0.112	0.39
	2	13	13/213=0.061	
	3	159	159/213=0.746	
	4	1	1/213=0.004	
	5	9	9/213=0.042	
	6	2	2/213=0.009	
	7	5	5/213=0.023	
	S=7	N=213		

Tabla V. Valores mensuales de abundancia (ni); número de especies (S); número total de individuos de todas las especies (N); índice de Shannon de la diversidad general ( $\bar{H}$ ); en la zona de muestreo no.1.. arroyo Atízcoa. Jalisco. México.

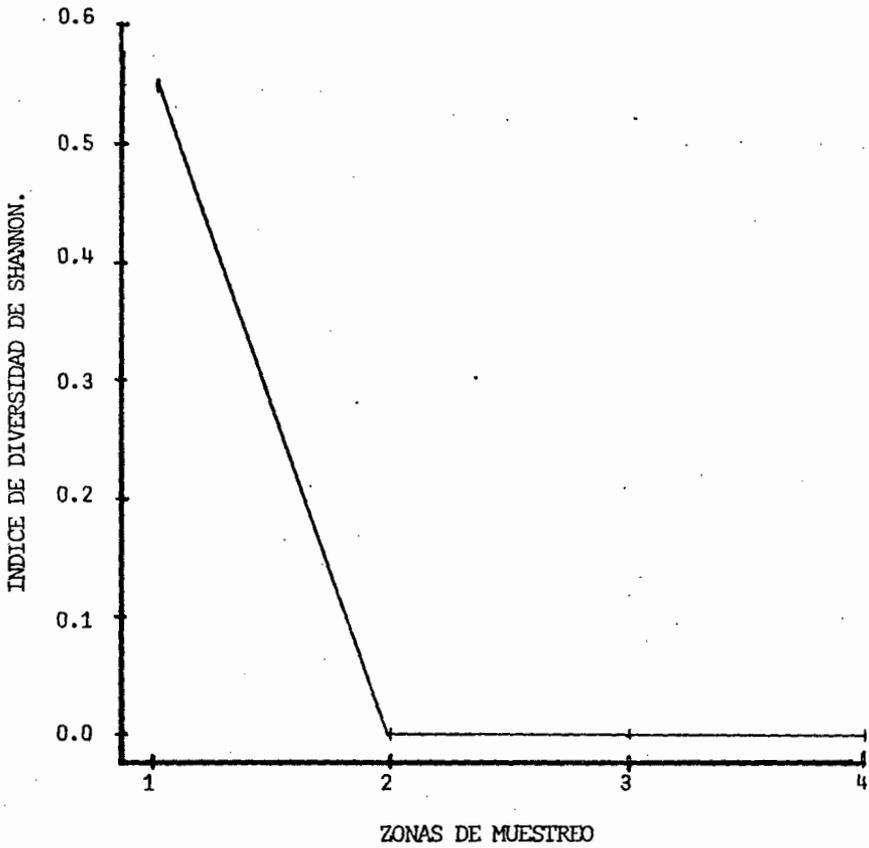


Figura 7. Variación en la media semestral del índice de Shannon de la diversidad general para cada zona de muestreo. arroyo Atizcoa, Jalisco. México.

RESULTADOS  
DE LOS  
ANALISIS FISICO-QUIMICOS

DICIEMBRE	ZONAS DE MUESTREO			
<u>PARAMETROS</u>	1	2	3	4
TEMPERATURA (°C)	23	29	28	27
P.H.	6.3	3.4	3.6	3.7
TURBIEDAD (PPM)	88	11,000	3,400	7,200
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA ( milimhos/cm )	0.06	0.72	0.86	0.94
FIERRO (PPM)	0.20	0.60	0.80	0.80
NITRATOS (PPM)	0.00	0.05	0.00	0.00
NITRITOS (PPM)	0.008	0.004	0.004	0.004
NITROGENO AMONIACAL (PPM)	0.05	0.00	0.00	0.00
OXIGENO DISUELTO (PPM)	0.20	0.00	0.00	0.00
ALCALINIDAD TOTAL (PPM)	39.44	69.60	185.60	208.80
DUREZA TOTAL (PPM)	4.00	280	200	280

Tabla VI. Valores de los parámetros físico-químicos en el mes de DICIEMBRE para las cuatro zonas de muestreo. arroyo Atizcoa, Jalisco. México.

ENERO	ZONAS DE MUESTREO			
<u>PARAMETROS</u>	1	2	3	4
TEMPERATURA (°C)	23	33	28	25
p.H.	6.6	3.4	3.6	3.7
TURBIEDAD (PPM)	66	6,800	7,800	7,800
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA ( milimhos/cm )	0.33	1.18	1.10	1.30
FIERRO (PPM)	0.60	1.50	1.50	1.50
NITRATOS (PPM)	0.00	0.05	0.20	0.20
NITRITOS (PPM)	0.00	0.008	0.010	0.010
NITROGENO AMONIACAL (PPM)	0.05	0.00	0.00	0.00
OXIGENO DISUELTO (PPM)	0.20	0.00	0.00	0.00
ALCALINIDAD TOTAL (PPM)	37.12	69.60	208.80	162.40
DUREZA TOTAL (PPM)	6.00	276	388	342

Tabla VII. Valores de los parámetros físico-químicos en el mes de ENERO para las cuatro zonas de muestreo. arroyo Atizcoa, Jalisco. México.

FEBRERO	ZONAS DE MUESTREO			
<u>PARAMETROS</u>	1	2	3	4
TEMPERATURA (°C)	20	30	28	27
p.H.	6.6	3.6	3.7	3.6
TURBIEDAD (PPM)	34	8,100	7,100	7,800
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA ( milimhos/cm )	0.07	1.0	1.06	1.10
FIERRO (PPM)	0.40	0.40	0.60	0.40
NITRATOS (PPM)	0.05	0.05	0.05	0.05
NITRITOS (PPM)	0.001	0.020	0.010	0.010
NITROGENO AMONIACAL (PPM)	0.10	0.00	0.00	0.00
OXIGENO DISUELTO (PPM)	0.20	0.00	0.00	0.00
ALCALINIDAD TOTAL (PPM)	34.80	48.72	88.20	134.56
DUREZA TOTAL (PPM)	10.00	268	278	292

Tabla VIII. Valores de los parámetros físico-químicos en el mes de FEBRERO para las cuatro zonas de muestreo. arroyo Atizcoa, Jalisco. México.

MARZO	ZONAS DE MUESTREO			
<u>PARAMETROS</u>	1	2	3	4
TEMPERATURA (°C)	25	33	25	22
p.H.	6.8	3.6	4.0	3.8
TURBIEDAD (PPM)	38	7,100	1,620	3,900
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA ( milimhos/cm )	0.07	1.0	0.40	0.64
FIERRO (PPM)	0.40	1.15	0.00	0.20
NITRATOS (PPM)	0.05	0.05	0.00	0.00
NITRITOS (PPM)	0.00	0.00	0.020	0.00
NITROGENO AMONLACAL (PPM)	0.10	0.00	0.00	0.00
OXIGENO DISUELTO (PPM)	0.20	0.00	0.00	0.00
ALCALINIDAD TOTAL (PPM)	39.44	278.40	92.80	157.80
DUREZA TOTAL (PPM)	12.00	312.00	100	212

Tabla IX. Valores de los parámetros físico-químicos en el mes de MARZO para las cuatro zonas de muestreo. arroyo Atizcoa, Jalisco, México.

ABRIL	ZONAS DE MUESTREO			
<u>PARAMETROS</u>	1	2	3	4
TEMPERATURA (°C )	23	34	27	27
p.H.	6.4	3.5	3.9	3.8
TURBIEDAD (PPM)	98	11,800	1,900	4,900
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA ( milimhos/cm )	0.07	1.26	0.76	0.78
FIERRO (PPM)	0.40	0.00	0.20	0.00
NITRATOS (PPM)	0.00	0.10	0.05	0.00
NITRITOS (PPM)	0.00	0.002	0.002	0.010
NITROGENO AMONIACAL (PPM)	0.20	0.00	0.00	0.00
OXIGENO DISUELTO (PPM)	0.20	0.00	0.00	0.00
ALCALINIDAD TOTAL (PPM)	44.10	197.20	129.90	454.70
DUREZA TOTAL (PPM)	12.00	610	180	476

Tabla X. Valores de los parámetros físico-químicos en el mes de ABRIL para las cuatro zonas de muestreo. arroyo Atizcoa, Jalisco. México.

MAYO	ZONAS DE MUESTREO			
<u>PARAMETROS</u>	1	2	3	4
TEMPERATURA (°C)	27	28	28	29
p.H.	7.83	5.85	6.08	5.70
TURBIEDAD (PPM)	88	1,400	1,100	2,000
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA ( milimhos/cm )	0.07	0.42	0.48	0.48
FIERRO (PPM)	0.40	0.20	0.20	0.20
NITRATOS (PPM)	0.05	0.05	0.20	0.20
NITRITOS (PPM)	0.00	0.00	0.00	0.00
NITROGENO AMONIACAL (PPM)	0.00	5.00	5.00	5.00
OXIGENO DISUELTO (PPM)	0.20	0.00	0.00	0.00
ALCALINIDAD TOTAL (PPM)	51.04	211.12	225.04	278.40
DUREZA TOTAL (PPM)	10	144	140	254

Tabla XI. Valores de los parámetros físico-químicos en el mes de MAYO para las cuatro zonas de muestreo. arroyo Atízcoa, Jalisco. México.

		<u>ZONAS DE MUESTREO</u>			
<u>PARAMETROS</u>	<u>LIMITES (PPM)</u>	1	2	3	4
TEMPERATURA (°C)		23.5	31.16	27.33	26.16
p.H.		6.75	3.90	4.14	4.05
TURBIEDAD (PPM)		61.33	7,700	3,820	5,600
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA ( milimhos/cm )		0.11	0.93	0.77	0.87
FIERRO (PPM)	0.30	0.40	0.70	0.55	0.51
NITRATOS (PPM)	5.00	0.025	0.058	0.083	0.075
NITRITOS (PPM)	0.05	0.0015	0.0056	0.0076	0.0056
NITROGENO AMONIACAL (PPM)	0.50	0.08	0.83	0.83	0.83
OXIGENO DISUELTO (PPM)	5.00	0.20	0.00	0.00	0.00
ALCALINIDAD TOTAL (PPM)	Expresados como: $\text{CaCO}_3$ 400	41	145.77	155.05	232.77
DUREZA TOTAL (PPM)	Expresados como: $\text{CaCO}_3$ 250	9.00	315	214.33	309.33

Tabla XII. Medias semestrales de los valores de los parámetros físico-químicos en cada zona de muestreo. arroyo Atizcoa, Jalisco. México.

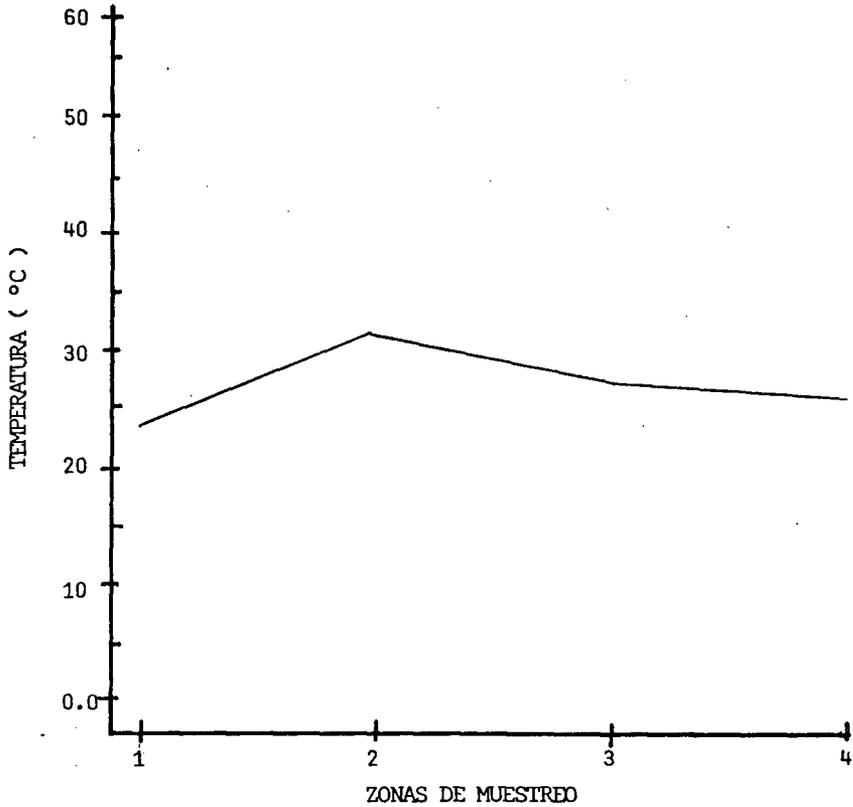


Figura 8. Variación en la media semestral de la TEMPERATURA para cada zona de muestreo. arroyo Atizcoa, Jalisco. México.

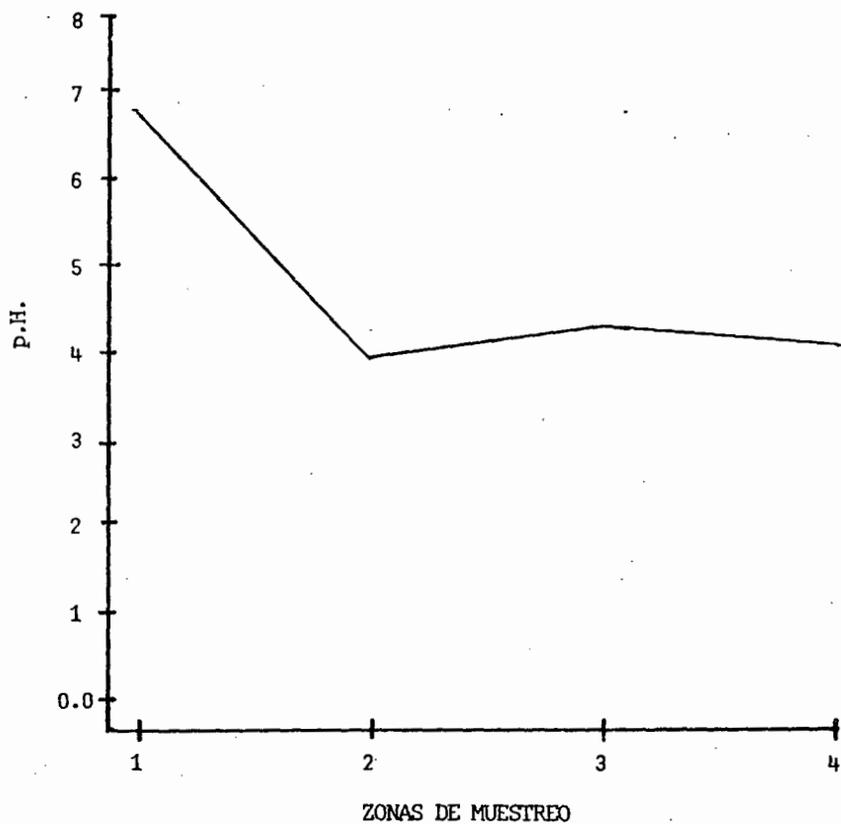


Figura 9. Variación en la media semestral del p.H. para cada zona de muestreo. arroyo Atizcoa, Jalisco. México.

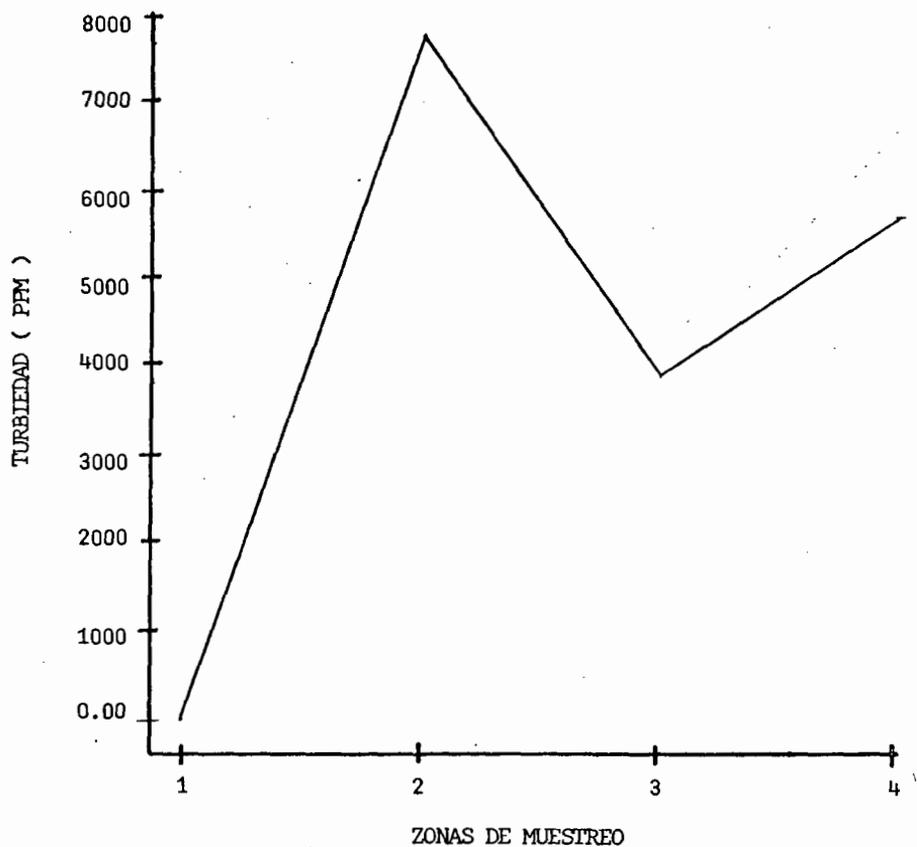


Figura 10. Variación en la media semestral de la TURBIEDAD para cada zona de muestreo. arroyo Atizcoa, Jalisco. México.

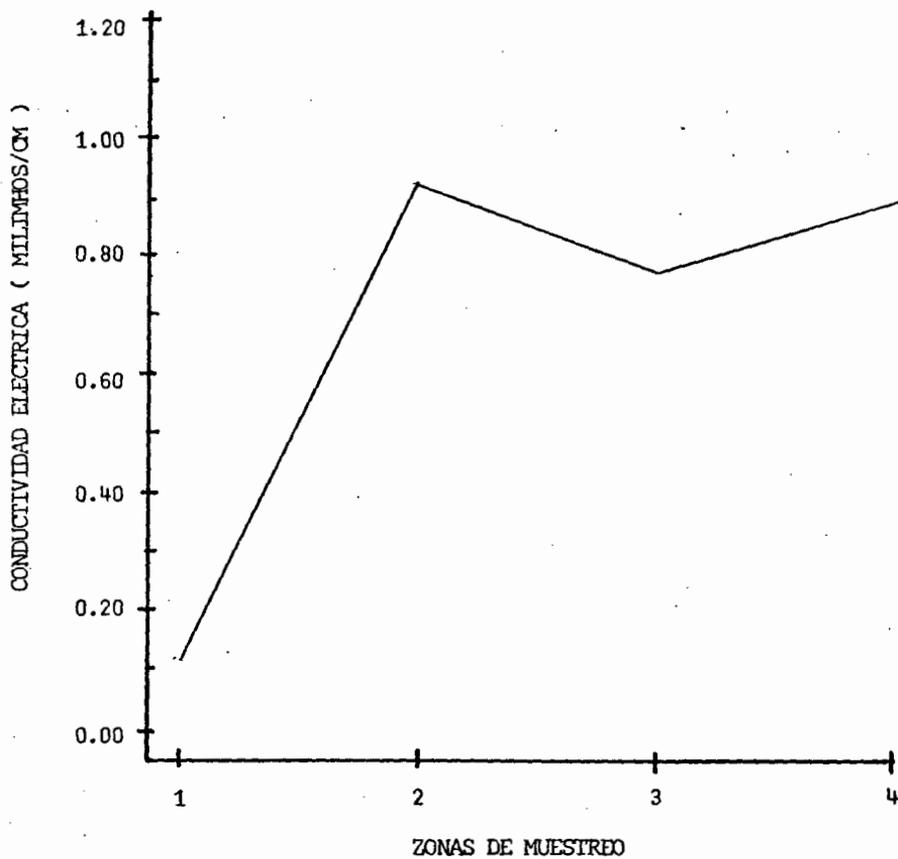


Figura 11. Variación en la media semestral de la CONDUCTIVIDAD ELECTRICA para cada zona de muestreo. arroyo Atizcoa, Jalisco. México.

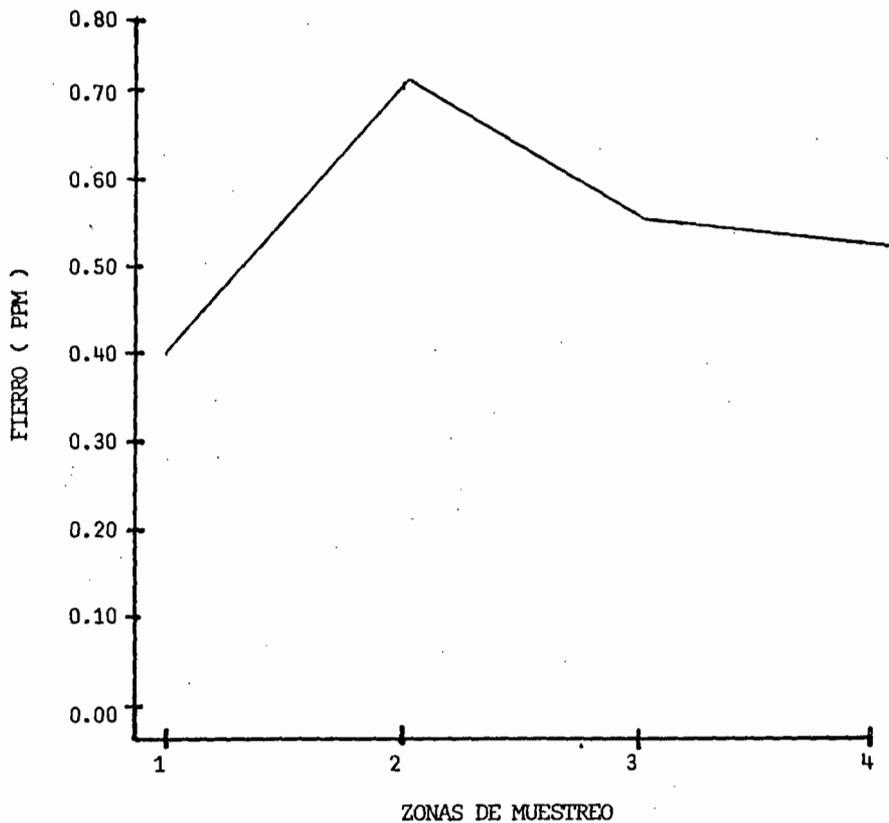


Figura 12. Variación en la media semestral de la concentración de FIERRO para cada zona de muestreo. arroyo Atizcoa, Jalisco. México.

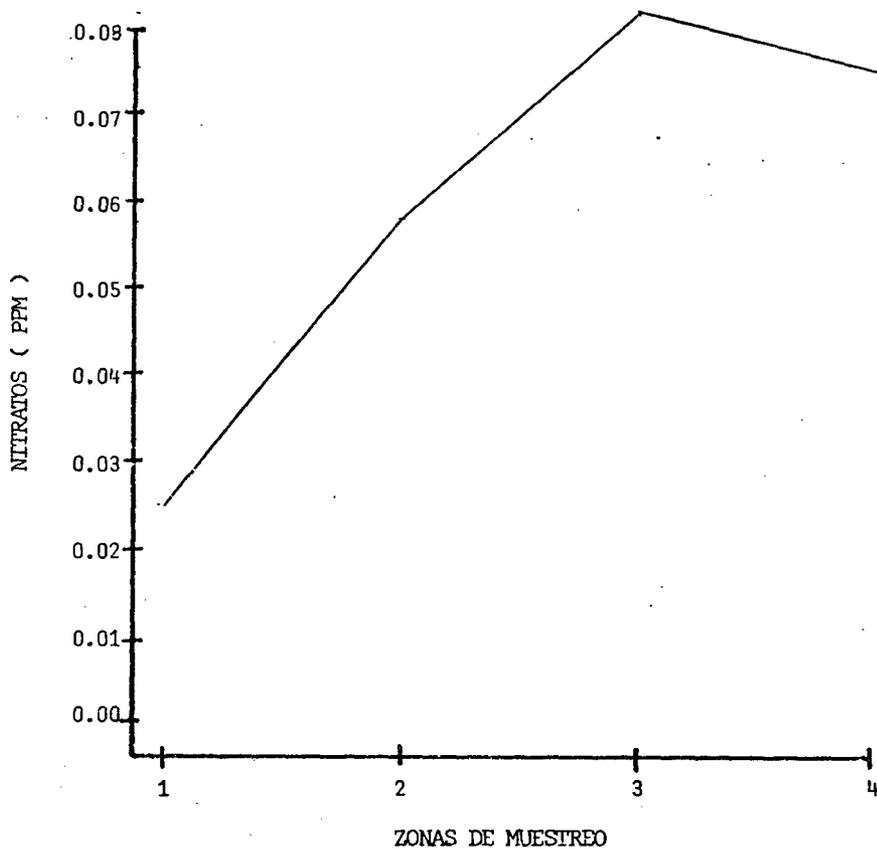


Figura 13. Variación en la media semestral de la concentración de NITRATOS para cada zona de muestreo. arroyo Atizcoa, Jalisco México.

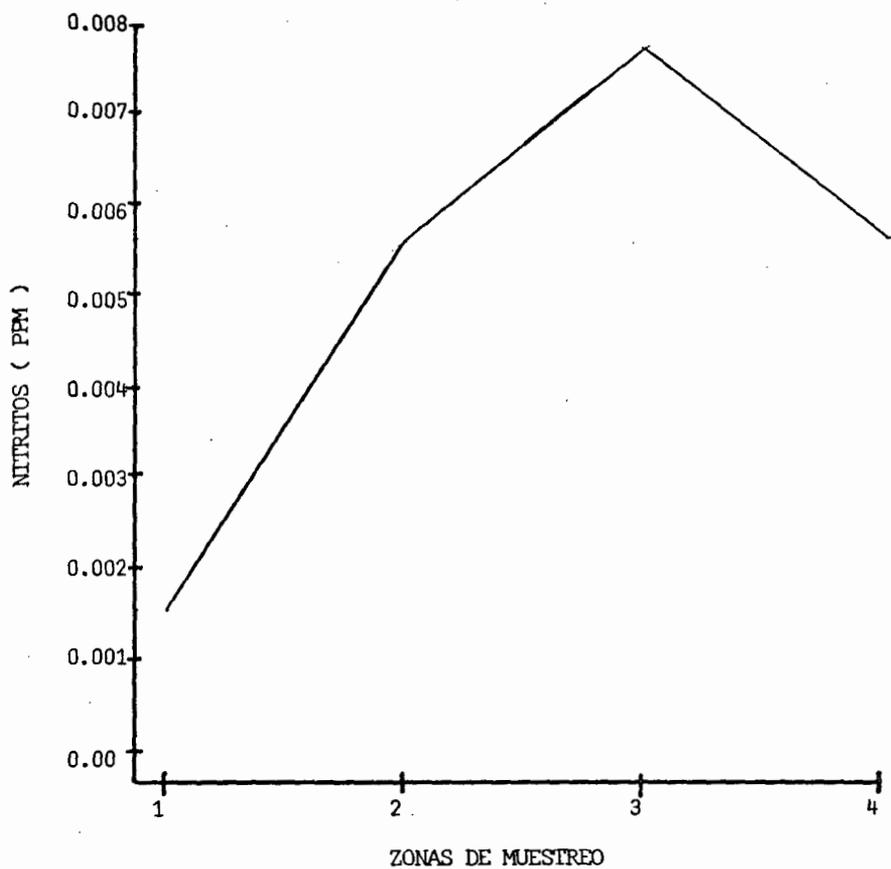


Figura 14. Variación en la media semestral de la concentración de NITRITOS para cada zona de muestreo. arroyo Atizcoa, Jalisco. México.

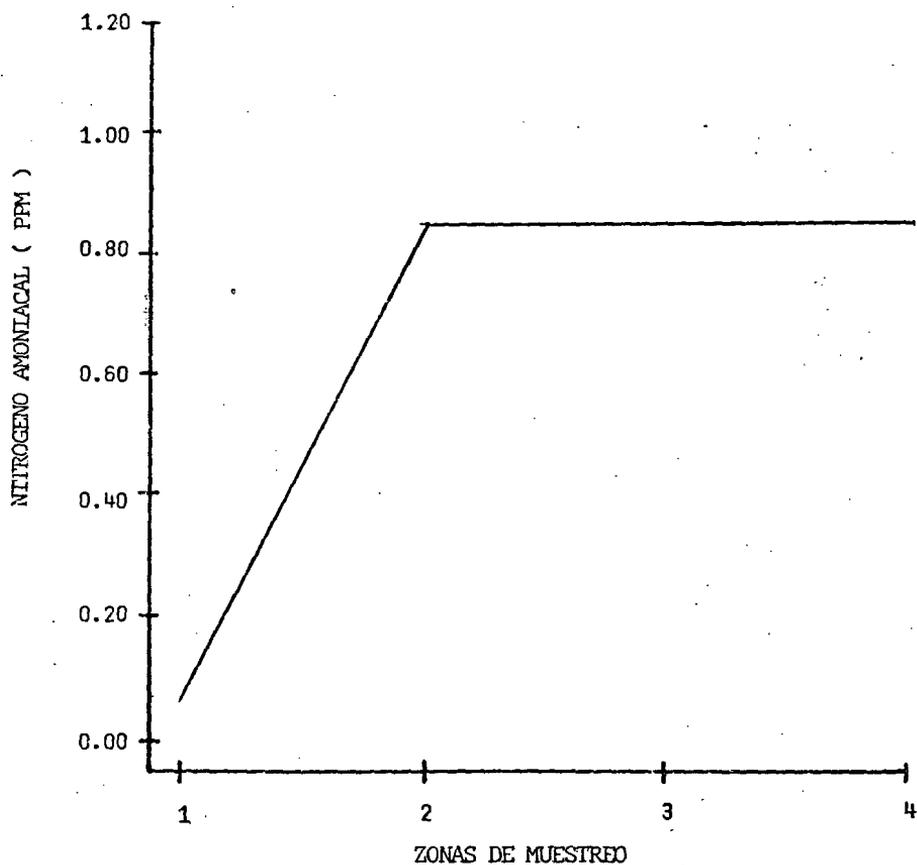


Figura 15. Variación en la media semestral de la concentración de NITROGENO AMONIACAL para cada zona de muestreo. arroyo Atizcoa, Jalisco. México.

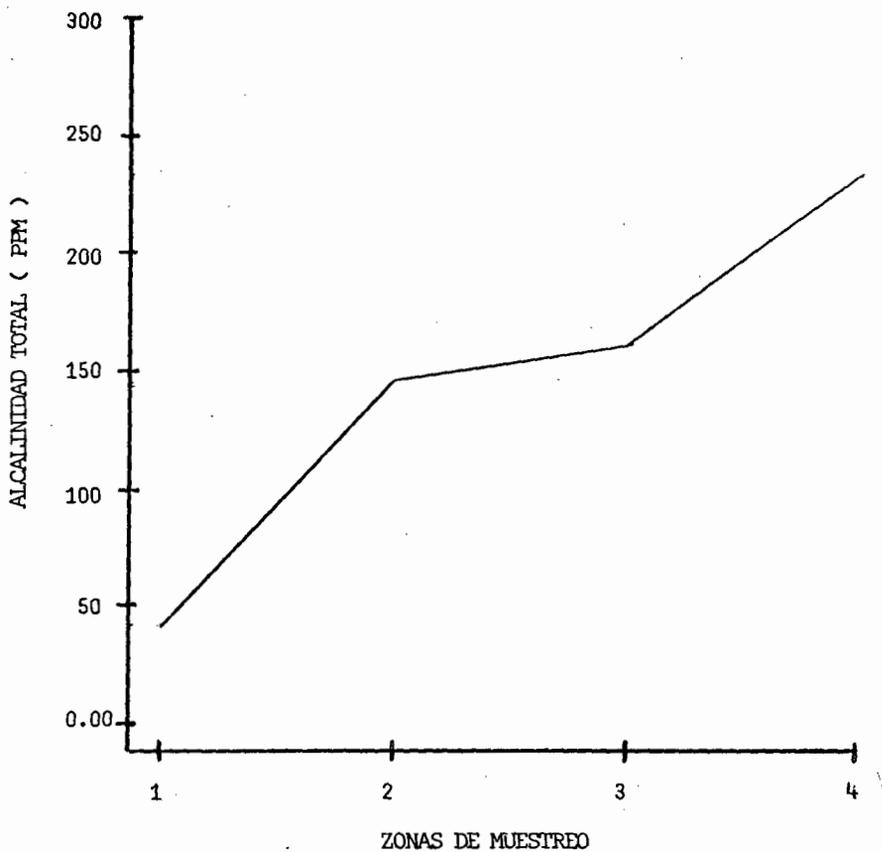


Figura 16. Variación en la media semestral de la concentración de la ALCALINIDAD TOTAL para cada zona de muestreo. arroyo Atizcoa, Jalisco. México.

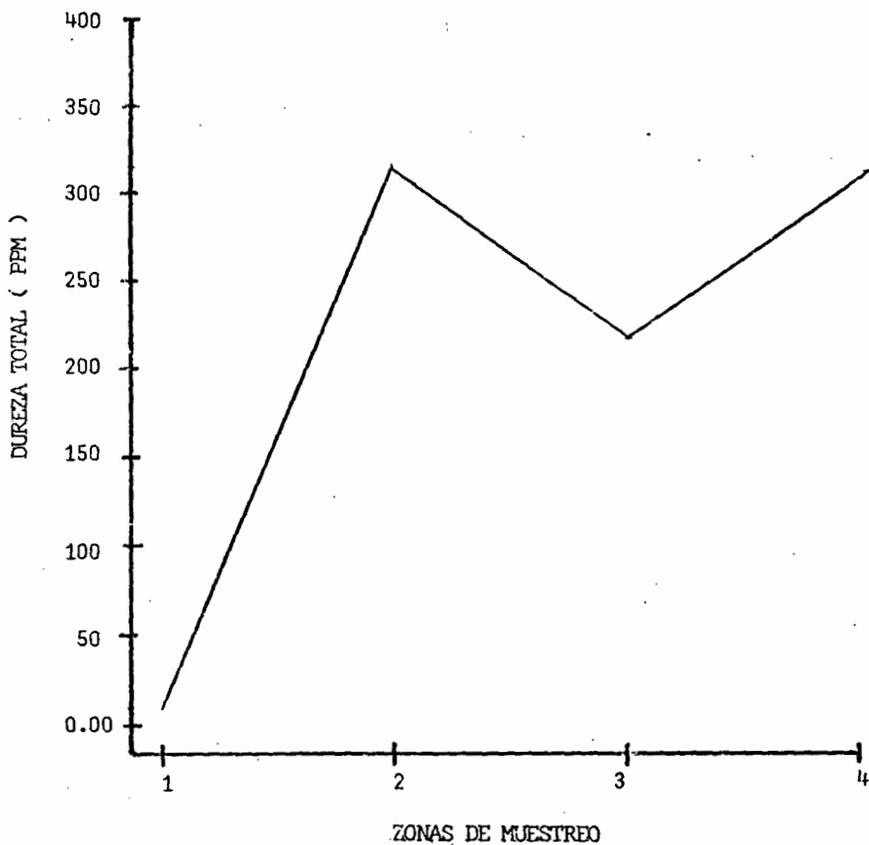


Figura 17. Variación en la media semestral en la concentración de DUREZA TOTAL para cada zona de muestreo. arroyo Atízcoa, Jalisco. México.

## VII.- DISCUSION

El arroyo Atízcoa elegido como zona de estudio presenta una superficie fácil de delimitar en lo que abarca las zonas de muestreo, con fines prácticos para la toma de muestras y observaciones de campo.

Las poblaciones de macroinvertebrados bentónicos son abundantes en los lechos pedregosos que presenta el arroyo, particularmente en la zona de muestreo no. 1, que no recibe descargas industriales. En ésta zona se observaron diversas etapas larvales en desarrollo pertenecientes a la clase insecta principalmente, durante todo el período en estudio, siendo más abundantes las del orden ODONATA en ésta zona de muestreo. Por otra parte, en las zonas de muestreo nos. 2, 3 y 4 que son afectadas por las descargas, no hubo presencia de organismos pertenecientes al macrobentos, aunque si se observó una cantidad apreciable de organismos en las orillas y partes estancadas del arroyo en los primeros meses de muestreo ( Diciembre - Enero ). Estos organismos presentan similitud con la familia SYRPHIDAE perteneciente a la clase de los DIPTEROS, por las características morfológicas y las zonas de agua contaminadas propias para su desarrollo ( 4 y 19 ).

El muestreador para lechos del tipo Surber, fué muy útil y eficiente para obtener los organismos bentónicos en particular en la zona de muestreo no. 1.- Se presentaron algunas dificultades al efectuar la colecta en las zonas de muestreo nos. 2, 3 y 4 a causa de los diferentes tipos de basura que se le arrojan al arroyo en su trayecto por la población por lo cual fué necesario utilizar varias redes de repuesto debido al constante deterioro de las mismas.

Los organismos bentónicos colectados no se identificaron taxonómicamente, ya que no fué necesario al aplicar el índice de Shannon de la diversidad general.

Odum (1982), menciona que los índices de diversidad permiten resumir grandes cantidades de información acerca de números y clases de organismos, además de mencionar que éstos parámetros expresan la distribución de individuos a especies. Para tal fin, nos basta estar en condiciones de reconocer las especies sin necesidad de identificarlas por sus nombres. Los errores resultantes del hecho de distinguir entre especies muy parecidas o de contar etapas diversas de la vida de la especie como especies separadas no son graves porque: 1) - no es fácil que se encuentren especies muy afines en una misma muestra, y - 2) las etapas distintas de la vida de una especie forman parte ellas mismas de la diversidad ( Odum, 1982 ).

Wilhm y Dorris (1968), mencionan que en la aplicación de índices de diversidad éstos son independientes del tamaño de la muestra, ya que el incremento del número de muestras aumenta el número de individuos más rápido que el número de especies. Esto no ocasionó mayores problemas en la aplicación del índice de Shannon de la diversidad general, ya que se calculó un área mínima de muestreo a partir de la curva especies-área para la zona de muestreo no.1 ( figura 6 ), donde se estableció estadísticamente un número adecuado de muestras a utilizar mensualmente, además de los resultados obtenidos en la aplicación del índice no muestran valores no coincidentes ( tabla V ), con las restantes zonas de muestreo que presentaron resultados nulos.

Wilhm (1967), menciona que las corrientes recibiendo desperdicios orgánicos presentan un mayor número de individuos y un número menor de especies, lo -- cual podrá relacionarse con las zonas de muestreo nos. 2, 3 y 4 que a pesar de no haberse colectado ningún organismo, si se observó sobre todo en los -- primeros meses una cantidad apreciable de los organismos anteriormente men-- cionados, siendo muy similares entre sí.

Por otra parte, Wilhm menciona que las zonas de agua limpia se caracterizan por presentar un menor número de individuos y un mayor número de especies, -- lo que pudiera tener semejanza con la zona de muestreo no. 1 .

En base a los resultados obtenidos en la aplicación del índice de Shannon de la diversidad general, la zona de muestreo no.1 presenta las condiciones pro-- pias de una zona de agua no contaminada, debido a la riqueza de las especies encontradas y la uniformidad en la distribución de los individuos entre las especies que se obtuvieron en cada uno de los seis meses de muestreo, esto-- explica el porqué de la diversidad más alta obtenida en el mes de Diciembre que fué de 0.67 y la más baja en el mes de Mayo con 0.39, que a pesar de -- haberse obtenido una riqueza de 7 especies en éstos dos meses la uniformidad de los individuos distribuidos entre las especies fué diferente (tabla V). En el mes de Enero la diversidad fué de 0.56 donde se observa que bajó en -- relación con el mes anterior; en Febrero fué 0.58 y en Marzo de 0.60 incre-- mentándose ligeramente en éstos dos meses, en Abril fué de 0.55 donde se no-- ta que la diversidad tiende a disminuir nuevamente.

El índice de Shannon promediado semestralmente para cada zona de muestreo -- se observa en la figura 7. Para la zona de muestreo no. 1 se obtiene una -- diversidad de 0.55, así como resultados nulos en las zonas de muestreo nos.

2, 3 y 4 al no obtenerse organismos durante el período de estudio.

La calidad físico-química del agua es afectada por las descargas de la industria tequilera, ya que las concentraciones que se obtuvieron de los parámetros que se determinaron en las zonas de muestreo nos. 2, 3 y 4 fueron significativamente diferentes de las obtenidas para la zona de muestreo no. 1 durante todo el período de estudio (tabla XII).

En los parámetros correspondientes a la temperatura, turbiedad y conductividad eléctrica, se obtuvieron valores semestrales mayores en las zonas de muestreo nos. 2, 3 y 4 en relación con la zona de muestreo no. 1; en el caso del pH hubo una marcada acidez en las zonas distribuidas en el área afectada, a diferencia de la zona de muestreo no. 1 que presentó un valor de 6.75. A pesar de no presentar los límites para cada uno de éstos parámetros, es notoria la alteración que es ocasionada por las descargas industriales en las zonas de muestreo distribuidas en el área afectada.

En parámetros como el fierro, las concentraciones excedieron a los límites establecidos, en las cuatro zonas de muestreo; y en el caso del nitrógeno amoniacal las concentraciones obtenidas sólo fueron mayores que los límites establecidos en las zonas de muestreo nos. 2, 3 y 4.

Los nitratos y nitritos presentaron concentraciones inferiores con respecto a los límites establecidos en las cuatro zonas de muestreo, y en el caso del oxígeno los resultados fueron nulos en las zonas de muestreo nos. 2, 3 y 4 durante todo el período de estudio.

En la alcalinidad total, las concentraciones no fueron mayores que los límites establecidos en las cuatro zonas de muestreo. En el parámetro de dureza total se presentaron variaciones respecto a los límites establecidos, donde las zonas de muestreo nos. 2 y 4 presentaron concentraciones mayores que los límites.

Los parámetros anteriormente mencionados no se tomaron cada uno de ellos en forma individual para valorar su efecto sobre las poblaciones de macroinvertebrados bentónicos, debido a que no estaba contemplado para fines de éste estudio.

El arroyo Atízcoa presenta un gran deterioro en sus aguas al penetrar por las descargas industriales. Sin embargo, con una buena planeación para el tratamiento de las aguas que utiliza la industria, ésta podría regresarla al arroyo y con el cauce natural mejorarse el porcentaje de calidad del agua, lo cual permitiría el restablecimiento del equilibrio ecológico hasta ahora destruido por la industria tequilera.

## VIII.- CONCLUSIONES

- 1)- El área mínima de muestreo obtenida en el mes de Febrero (  $3m^2$  ) fué la adecuada para utilizarse en los meses posteriores del estudio, ya que - proporcionó de acuerdo con la curva especies-área el número de cua---drantes necesarios para obtener una muestra significativa de las poblaciones de macroinvertebrados bentónicos del arroyo Atizcoa.
- 2)- El muestreador Surber fué eficiente para la colecta de organismos bentónicos, dificultandose el muestreo en las zonas que abarcaron el área afectada por las descargas industriales.
- 3)- La calidad físico-química del agua en la zona de muestreo no.1 es buena y adecuada para el desarrollo del macrobentos, mientras que en las zonas de muestreo nos. 2, 3 y 4 la calidad del agua es alterada al presentar - los parámetros concentraciones mayores que en la zona de muestreo no. 1 y escasos en otros, como en el caso del oxígeno disuelto.
- 4)- El índice de Shannon de la diversidad general sugiere una diversidad semestral de 0.55 para la zona de muestreo no. 1 mostrando riqueza y uni--formidad entre las especies colectadas, para las zonas de muestreo 2,- 3 y 4 el resultado obtenido fué 0, no se obtuvieron organismos macro--bentónicos durante todo el período de estudio, concluyendo que el efecto de las descargas de la industria tequilera tiende a desaparecer -- las poblaciones de los organismos anteriormente mencionados.

- 5)- Las larvas observadas durante los primeros meses del estudio en las zonas de muestreo nos. 2, 3 y 4 que presentan similitud con la familia SYRPHIDAE (dípteros), podrían tomarse como indicadores de contaminación para arroyos con descargas industriales similares.

## IX.- RECOMENDACIONES.

- 1)- Para posteriores estudios similares, sería de utilidad emplear una draga Petersen en zonas de muestreo con descargas industriales, ya que el empleo del muestreador Surber se dificulta tanto por el rompimiento de la red, como por la materia orgánica flotante que presenta el arroyo la -- cual obstrucciona la colecta de organismos.
  
- 2)- Al realizar los análisis físico-químicos correspondientes, los parámetros de oxígeno disuelto y nitrógeno amoniacal presentaron dificultades en los métodos utilizados en las zonas de muestreo nos. 2, 3 y 4 dado a la coloración café-amarillenta que presentó el agua. En el caso del oxígeno disuelto se recomienda utilizar el método Winkler y sus modificaciones dadas para el caso de aguas contaminadas ( 3 ). Para la determinación de nitrógeno amoniacal, el método de nesslerización directa que fué utilizado, es aconsejable que se haga en muestras claras que tienen poco o ningún color y turbiedad, lo mismo que cantidades significativas de interferencias. Si se tienen éstas se destila la muestra seguida de una nesslerización directa.
  
- 3)- Además de los parámetros físico-químicos determinados en el presente -- estudio, se recomienda la determinación del D.B.O. (Demanda Bioquímica de Oxígeno) y C.O.T (Carbono Orgánico Fotal), siguiendo el criterio de Wilhm (1967), para aguas con descargas industriales, siendo complementarios para éste tipo de análisis.

- 4)- Se recomienda para estudios futuros ampliar la investigación durante un ciclo anual para determinar las variaciones estacionales de éstos parámetros físico-químicos del agua, así como de las poblaciones de macroinvertebrados presentes en el arroyo.

## X.- LITERATURA CITADA.

- 1.- PROUM, 1982. Distrito de control de la contaminación en Tequila Jalisco. Proyecto de estudio. ( sin publicar ). 8 pp.
- 2.- S.A.R.H., 1985. Análisis de aguas y aguas de desecho. Manual del curso, Vol. I, Guadalajara Jalisco. 189 pp.
- 3.- A.P.H.A., A,W.W.A., W.P.C.P. 1963. Métodos estándar para el examen de aguas y aguas de desecho. ed. Interamericana. México, D.F. 598 pp.
- 4.- Odum, E.P. 1982. Ecología. ed. Interamericana. México, D.F. 639 pp.
- 5.- Wilhm, J.L. 1967. Comparison of some diversity indices applied to populations of benthic macroinvertebrates in a stream receiving organic wastes. Water Poll. Cont. Fed. 39:1673-1683.
- 6.- Wilhm, J.L. y T.C. Dorris. 1968. Biological parameters for water quality criteria. Bioscience. 18:477-481.
- 7.- Brower, J.E. y J.H. Zar. 1979. Field and laboratory methods for general ecology. William C. Brown Publishers. Dubuque. 194 pp.
- 8.- Krebs, J.C. 1985. Estudio de la distribución y la abundancia. ed. Harla. México, D.F. 753 pp.
- 9.- Wetzel, R.G. y G.E. Likens. 1979. Limnological analyses. W.B. Saunders Company. Philadelphia. 340 pp.

- 10.- Owen, T.L. 1974. Handbook of common methods in limnology. the C.V. Mosby Company. St. Louis Missouri. 159 pp.
- 11.- S.A.R.H.,1981. Distrito de control de la contaminación del agua sobre el río Santiago, tramo Ocotlán-Tequila, Jalisco. Proyecto de estudio. Guadalajara Jalisco. ( sin publicar ). 33 pp.
- 12.- Figueroa-Aceves, J.F. 1975. Depuración de las vinazas de las destilerías de Tequila para evitar la contaminación de los cauces receptores y disposición de los sólidos. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad de Guadalajara. 69 pp.
- 13.- García-Uribe, P.C. 1976. Estudio de los factores físico-químicos determinantes en la formación de alcoholes superiores en la fermentación del agave. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad de Guadalajara. 37 pp.
- 14.- Centro de Estudios Políticos, Económicos y Sociales del Partido Revolucionario Institucional. 1980. Monografías municipales. Municipio de Tequila. 10 pp.
- 15.- Secretaría de Salubridad y Asistencia. 1982. Cuestionario de información industrial. Guadalajara, Jalisco. ( sin publicar ) 12 pp.
- 16.- Brumblay, U.R. 1979. Análisis cuantitativo. Serie compendios científicos. ed. C.E.C.S.A. México, D.F. 249 pp.
- 17.- Bueno-Soria, J. 1981. Consideraciones Preliminares sobre la ecología de los insectos acuáticos del río Lerma. Instituto

de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM. 8(1):175-182.

- 18.- Schwoerbel, J. 1975. Métodos de hidrobiología. ed. Blume. Madrid. 255 pp.
- 19.- Pennak, R.W. 1953. Fresh-water invertebrates of the united states. Ronald Press. New York. 769 pp.



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
FACULTAD DE CIENCIAS

Expediente .....  
Número 712/88 .....

SR. AMADO PEREZ DE LA VEGA BAÑOS  
P R E S E N T E . -

Manifiesto a usted que con esta fecha ha sido aprobado el tema de Tesis "EFECTO DE LAS DESCARGAS DE LAS INDUSTRIAS TEQUILERAS EN LAS POBLACIONES BENTONICAS DEL ARROYO ATIZCOA EN TEQUILA, JALISCO, MEXICO" para obtener la Licenciatura en Biología.

Al mismo tiempo informo a usted que ha sido aceptado como Director de dicha Tesis al Biol. Héctor Romero Rodríguez.



FACULTAD DE CIENCIAS

A T E N T A M E N T E  
"AÑO ENRIQUE DIAZ DE LEON"  
"PIENSA Y TRABAJA"  
Guadalajara, Jal., Junio 16 de 1988

El Director

Dr. Carlos Astengo Osuna.

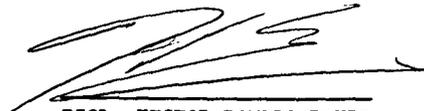
c.c.p. El Biol. Héctor Romero Rodríguez, Director de Tesis.-Pte.  
c.c.p. El expediente del alumno.

'mjsd.'

C. DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS.  
DR. CARLOS ASTENGO OSUNA.  
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.

POR MEDIO DE LA PRESENTE HAGO CONSTAR QUE EL C. PASANTE DE -  
LICENCIATURA DE BIOLOGIA, AMADO PEREZ DE LA VEGA BAÑOS, ASISTIO EN  
FORMA REGULAR PARA LA REVISION DE SU TRABAJO DE TESIS Y QUE LO REA  
LIZO EN LOS PLAZOS PREVISTOS.

A T E N T A M E N T E



BIOL. HECTOR ROMERO RGUEZ.