

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
Facultad de Ciencias y Letras
Departamento de Biología

**VARIACION EN LA DENSIDAD DE ALGUNOS
INVERTEBRADOS ACUATICOS EN EL CAMPUS
DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA " RODRIGO FACIO "**
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

Tesis de grado presentada para optar al
título de Licenciada en Biología

POR

MIRNA MARIN

1973

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
Facultad de Ciencias y Letras
Departamento de Biología

**VARIACION EN LA DENSIDAD DE ALGUNOS
INVERTEBRADOS ACUATICOS EN EL CAMPUS
DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA " RODRIGO FACIO "**
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

Tesis de grado presentada para optar al
título de Licenciada en Biología

POR

MIRNA MARIN

1973

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer especialmente al Dr. Mario Vargas, Director de esta institución, su amabilidad y ayuda en la realización de este libro. También debo mencionar, por esta vez, al Dr. Juan Carlos de los Rios, por haberme prestado el libro: Dr. Jorge A. de los Rios, Dr. Juan Milla, Dr. Gonzalo C. Robinson, y muy especialmente al Dr. Rafael M. Ayala por la revisión y consejo que me dio durante el curso de su valioso asesoramiento en la realización de este libro.

Agredo a los señores: Dr. Dr. Alberto Gómez Muroto, Lic. Eugenio de los Rios, Dr. Juan Milla, Sr. Felipe Rojas y Sr. Juan de los Rios, por la valiosa información personal que me proporcionaron.

Al señor responsable del Prof. Rafael A. Carvajal por su ayuda en el momento de comprar el Dr. Francisco Fallas, profesor de la Universidad de los Rios y señor Juan de los Rios, así como a todos aquellos señores que me ayudaron en esta obra y a todos aquellos señores que me ayudaron en la realización de este libro.

A mi Madre
A mis hermanos y a
mi Patria.

AGRADECIMIENTO

Deseo agradecer encarecidamente al Dr. Mario Vargas, Director de esta investigación, su asesoramiento y ayuda en la realización de la misma. También hago público, por este medio, mi agradecimiento a los miembros del tribunal de tesis: Dr. Jorge Jiménez J., Dr. Alvaro Willy, Dr. Douglas C. Robinson, y especialmente al Dr. Manuel M. Murillo por la revisión y corrección del manuscrito así como por su decidido asesoramiento en la redacción del mismo.

Agradezco a los señores: Ing. Agr. Alberto Sáenz Maroto, Lic. Rodrigo Umaña Araya, Dr. César Dóndoli, Br. Sergio Salas y Br. Luis Jorge Poveda, por la valiosa información personal que me brindaron.

Mi atento reconocimiento al Prof. Rafael A. Carvajal por su ayuda en el trabajo de campo; al Br. Francisco Fallas, señorita Nora M. Rojas y señor Edwin Solís, así como a todas aquellas personas que en una u otra forma colaboraron a hacer posible la publicación y presentación de esta Tesis.

I N D I C E

	<u>Página</u>
LISTA DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE CUADROS.....	vii
INTRODUCCION.....	1
REVISION DE LITERATURA.....	3
Estudios realizados en el trópico.....	3
Geología y Suelos	4
Clima	6
Vegetación	6
MATERIALES Y METODOS.....	9
I. Area de estudio.....	9
Zona de estudio "A".....	10
Zona de estudio "B".....	12
Zona de estudio "C".....	14
Zona de estudio "D".....	16
Zona de estudio "E".....	18
Zona de estudio "F".....	20
Zona de estudio "G".....	22
Zona de estudio "H".....	22
Zona de estudio "I".....	25
Zona de estudio "J".....	27

LISTA DE CONTENIDOS

II. Procedimiento de Muestreo y tratamiento de las muestras.....	29
Tratamiento de las muestras.....	30
Identificación de ejemplares.....	32
Determinación de los valores Físicos con siderados	32
RESULTADOS.....	36
DISCUSION.....	48
RESUMEN.....	55
LITERATURA CITADA.....	56
APENDICE.....	60
I. Datos de biomasa de los diferentes grupos por época y por zona.	
II. Fotografías de las zonas estudiadas en la época lluviosa y en la época seca	
III. Código utilizado para registrar algunos datos correspondientes a los organismos presentes en el estudio.	
IV. Formulario para el registro de colecta	
V. Lista de las especies botánicas mencionadas en el trabajo.	
VI. Lista de los organismos con los cuales se realizó el estudio indicando el taxón hasta el cual se pudieron clasificar con la información existente.	

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura Nº</u>	<u>Página</u>
1.- Zonas de estudio en el campus de la Ciudad Universitaria.....	5
2.- Precipitación pluvial promedio mensual en San José para los últimos once años según datos del Servicio Meteorológico de Costa Rica.....	7
3.- Zona de estudio "A".....	11
4.- Zona de estudio "B".....	13
5.- Zona de estudio "C".....	15
6.- Zona de estudio "D".....	17
7.- Zona de estudio "E".....	19
8.- Zona de estudio "F".....	21
9.- Zona de estudio "G".....	23
10.- Zona de estudio "H".....	24
11.- Zona de estudio "I".....	26
12.- Zona de estudio "J".....	28
13.- Gráfico de la biomasa promedio y la precipita- ción pluvial para cada época.....	39

LISTA DE CUADROS

Cuadro Nº	<u>Página</u>
1.- Resultados de las determinaciones físicas y químicas durante el estudio.....	36
2.- Biomasa promedio en cc, por época y variancia.....	38
3.- Biomasa en cc por grupo y por zona.....	40
4.- Porcentaje de muestras positivas de cada grupo por zona en relación al total de muestras de tierra del fondo.....	42
5.- Índice de dominancia y diversidad por zona, según los datos del cuadro Nº 7.....	44
6.- Grupos de invertebrados por zona, encontrados durante el estudio.....	45
7.- Número total de individuos de cada grupo por zona, presentes en las muestras de tierra del fondo.....	47

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

Los estudios realizados por Eliassen (1952) y Pickavance (1971) demostraron el efecto drástico que la contaminación tiene sobre la biota de los ríos. Asimismo Bardach (1966) y Hynes (1960) mostraron que el problema de la contaminación de ríos y quebradas es sumamente serio, habiendo alcanzado ya el punto en que debe preocupar a la sociedad.

El Campus de la Ciudad Universitaria "Rodrigo Facio" está atravesado por la quebrada "Los Negritos" a la cual se le une una acequia que durante el año, arrastra en sus aguas colorantes y otras sustancias contaminantes. Esta circunstancia, y la escasa información disponible del efecto que tiene la contaminación sobre las poblaciones de algunos invertebrados acuáticos en el trópico, sirvieron de estímulo para la realización del presente trabajo.

Al iniciar el estudio se encontró que, salvo unos pocos grupos, la información sobre los invertebrados acuáticos de Costa Rica, es muy escasa. Ruíz (1961) realizó estudios sobre ciliados de vida libre en el campus de la Ciudad Universitaria "Rodrigo Facio". No se conoce ningún otro estudio sobre invertebrados acuáticos en esta zona. Por tal razón, esta investigación se orientó a la obtención de datos que en el futuro permitan realizar trabajos más detallados y profundos.

Debido a la poca profundidad de las zonas estudiadas, se hizo énfasis en comunidades bénticas únicamente.

RESUMEN DE LITERATURA

Los objetivos de este estudio son:

- a) Reconocer los principales grupos de invertebrados (excepto formas microscópicas) que se encuentran en las aguas estudiadas.
- b) Determinar la densidad y la distribución de los principales grupos de invertebrados y su relación con diferentes factores como precipitación, pH, substrato, temperatura, turbidez, etc.
- c) Establecer las interrelaciones entre las poblaciones de los principales grupos de invertebrados y explicar las fluctuaciones en densidad.
- d) Relacionar la densidad y la distribución de los grupos de invertebrados estudiados con los factores estacionales.

REVISIÓN DE LITERATURA

ESTUDIOS REALIZADOS EN EL TROPICO

En el trópico los estudios sobre ambientes lóticos según la clasificación de Welch (1952) o ambientes reótopos según Ringuélet (1962), son relativamente escasos. De interés han sido los trabajos realizados en Africa por Chutter (1968), sobre el efecto de arena y limo en los invertebrados en el río Vaal, siendo también de interés los realizados por Harrison & Elsworth (1958), Harrison (1965), Marlier (1954), los de Oliff y colaboradores (1960a, 1963, 1964 y 1965) sobre la biota y las variaciones estacionales en algunos ríos de Sud-Africa, así como el estudio de Oliff (1960b) sobre la contaminación orgánica en el río Buchmans en la misma región.

En América Tropical los trabajos sobre ecología de invertebrados de agua dulce son igualmente escasos. Pueden citarse los de García (1938) sobre historia natural de odonatos de Puerto Rico, Hynes (1971) acerca de la zonación de invertebrados en un río de Trinidad, e Illies (1964) sobre los invertebrados de un tributario del río Amazonas. En Centroamérica la investigación al respecto ha sido aún menor, encontrándose los estudios de Deewey (1957) donde hace la descripción de algunos nuevos géneros de tricópteros, McCafferty (1969) sobre la preferencia de algunos insectos acuáticos realizados en dos pequeños ríos de Guanacaste, y los de Vargas y Travis (1973) sobre simúlidos de Costa Rica.

ZONA ESTUDIADA

El campus de la Ciudad Universitaria "Rodrigo Facio", se encuentra situado en el Cantón de Montes de Oca, Provincia de San José, con una altitud de 1200 m. En la zona de estudio, la quebrada "Los Negritos", atraviesa el campus de Nor-Este a Sur-Oeste. (Ver Figura 1).

GEOLOGIA Y SUELOS

El área de la Ciudad Universitaria se asienta sobre materiales que, por efecto del vulcanismo, han caído en el Valle Central en tiempos relativamente recientes.

La capa superior del área, está formada por un manto de ceniza volcánica con un espesor máximo de 1 metro. Esta ceniza es bastante reciente, ya que data de los últimos 500 años. Por debajo de este manto, se encuentran una serie de estratos de ceniza, difíciles de diferenciar, de un espesor que varía de 8 a 10 metros; esta ceniza está bastante arcillificada. Sigue luego un manto de un material llamado "Lavina", formado por arena, arcilla, bloques grandes y pequeños de lava. Además, diversas perforaciones hechas en la Ciudad Universitaria han revelado que debajo de la capa de lavina, cuyo espesor es de unos 45 metros, existe un manto de "toba volcánica".

Echeverría (1934) determinó que el suelo de la Ciudad Universitaria, es areno-arcilloso y rico en materia orgánica. El suelo del campus de la Ciudad Universitaria "Rodrigo Facio" pertenece al núcleo de suelos volcánicos de la serie de Coronado.

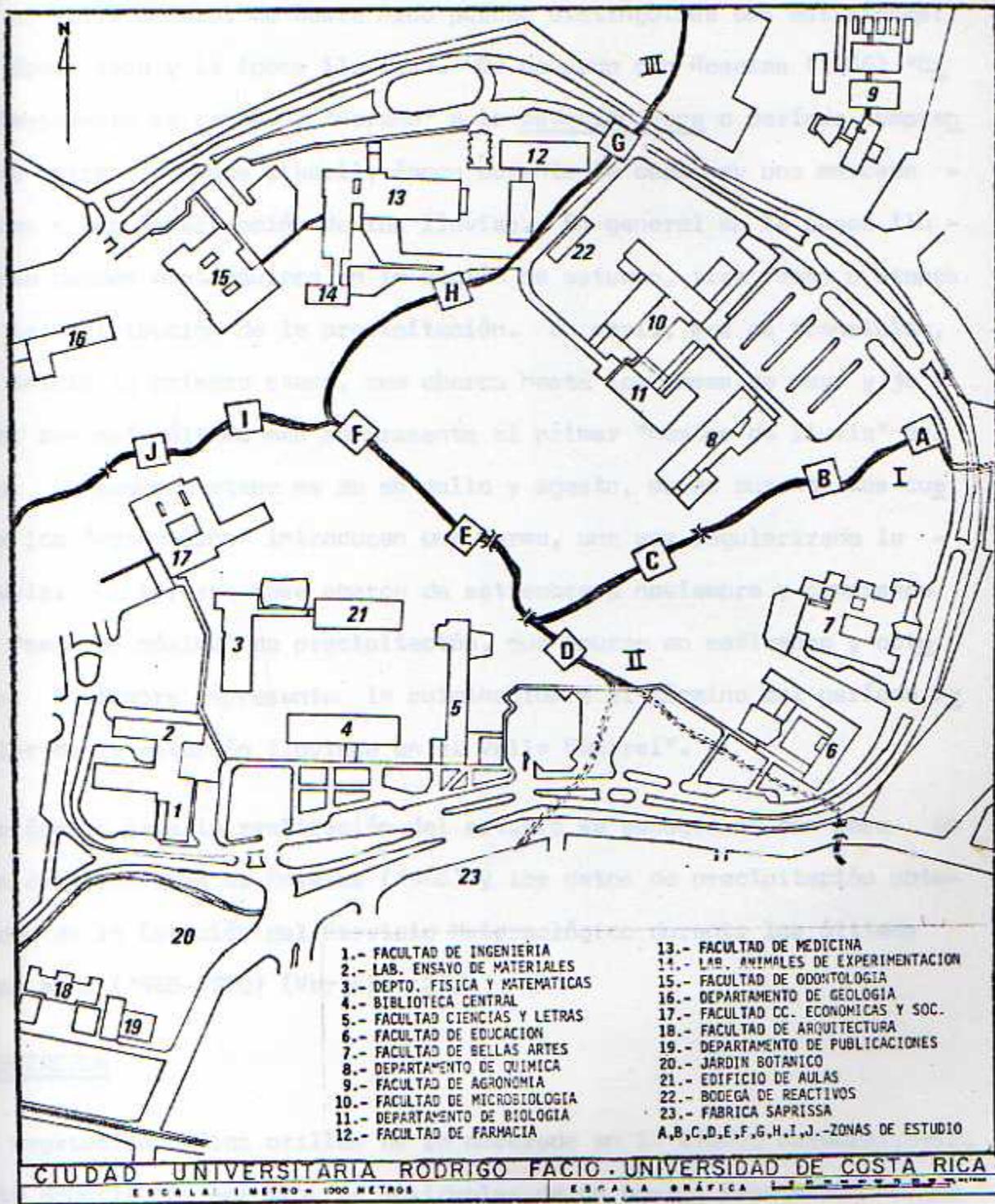


Fig. 1.- ZONAS DE ESTUDIO EN EL CAMPUS DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA

CLIMA

En el Valle Central de Costa Rica pueden distinguirse dos estaciones: la época seca y la época lluviosa. De acuerdo con Rosales (1966) "Co rrientemente se denomina "verano" a la estación seca o período compren dido entre diciembre y abril, época durante la cual hay una marcada - merma o una interrupción de las lluvias. En general en la época llu - wiosa pueden distinguirse en la región de estudio, tres fases o etapas en la distribución de la precipitación. En abril, mes de transición, se inicia la primera etapa, que abarca hasta los meses de mayo y ju - nio; con este último mes se presenta el primer "máximo de lluvia" del año. La segunda etapa se da en julio y agosto, meses durante los cua - les los "veranillos" introducen una merma, una vez regularizada la - lluvia. La tercera fase abarca de setiembre a noviembre y comprende el "segundo máximo" de precipitación, que ocurre en setiembre y octu - bre. Noviembre representa la culminación o el término del período re - gular de la estación lluviosa en el Valle Central".

Las épocas para la realización del estudio se escogieron con base en las observaciones de Rosales (1966) y los datos de precipitación obta - nidos de la Estación del Servicio Meteorológico durante los últimos once años (1960-1970) (Ver Fig. 2).

VEGETACION

La vegetación de las orillas de la quebrada en la Ciudad Universitaria, está constituida por árboles residuales de un bosque Premontano húmedo tales como Cupania glabra, Licania limbosa, Turpinia paniculata, Persea

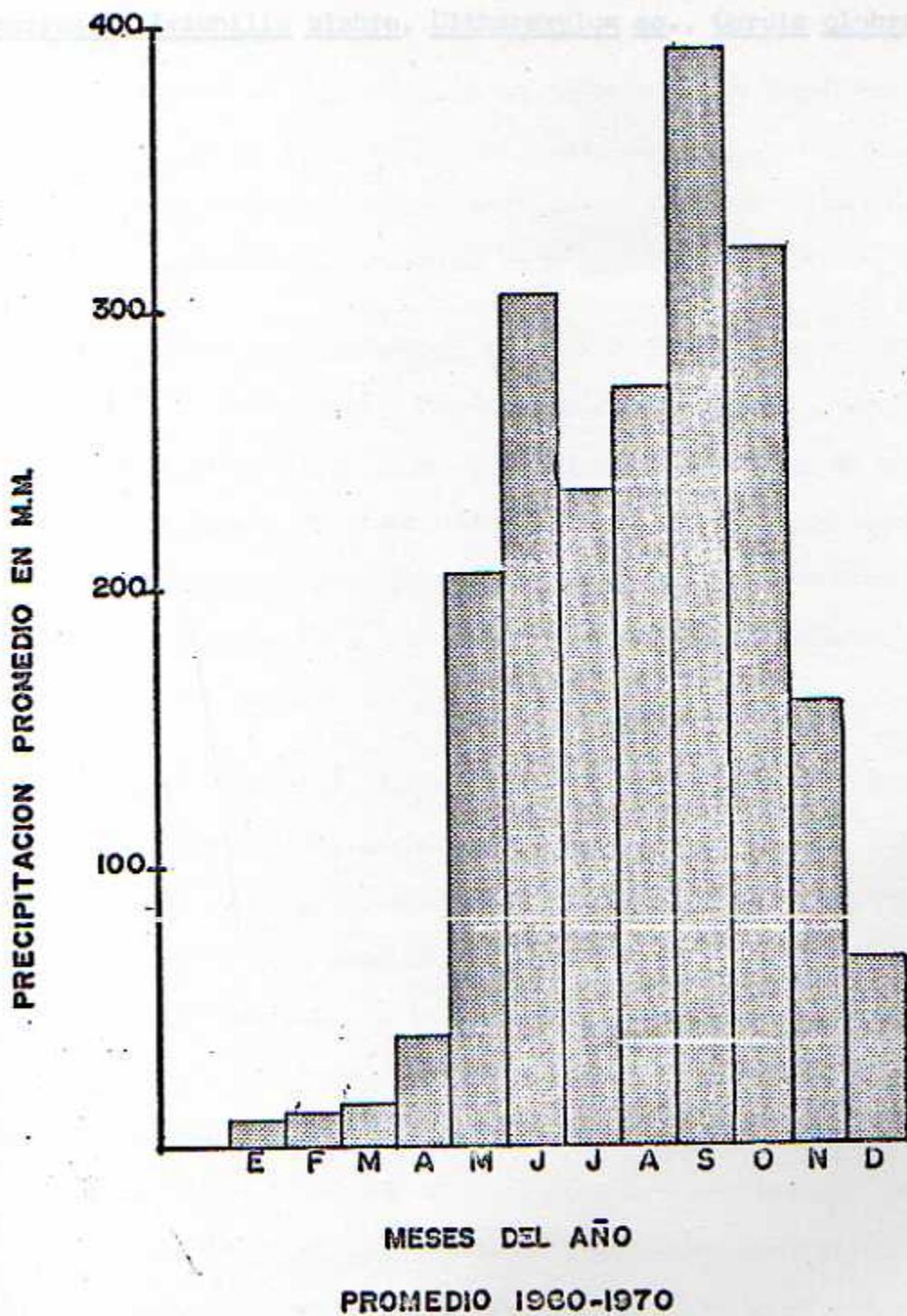


Fig. 2.- Precipitación pluvial promedio mensual en San José para los últimos once años según datos del Servicio Metereológico de Costa Rica.

caerulea, Phoebe mexicana, Calocarpum mammosum, Ficus costaricana, Ficus padifolia, Inga spuria, Oreopanax xalapensis, Stemmadenia glabra, Lippia torresii, Trichilia glabra, Citharexylum sp., Cordia glabra.

El estudio se realizó en una parte de la quebrada "Los Negritos" en las montañas de la zona de San José (Fig. 1). Esta zona de estudio cubre una gran parte del territorio y especialmente las montañas que rodean a San José, en una zona que se extiende en una gran parte de un sector del país.

El estudio se realizó en cuatro etapas: Etapa I ó recolección de plantas en el 10 de mayo y el 10 de junio; Etapa II ó en transición de la recolección de plantas para una etapa, entre el 22 de mayo y el 10 de junio; Etapa III ó recolección de plantas, la que corresponde al período de máxima precipitación del año, del 15 de octubre al 15 de febrero; y Etapa IV ó recolección, del 15 de noviembre al 15 de febrero.

En la zona I (ver figura 1), la quebrada de "Los Negritos" presenta un gran caudal, se localiza una zona A, B y C; en el punto II, una gran zona, la zona D; en la confluencia de estas zonas, las zonas E y F; en el punto III, otra zona, las zonas G y H y en la confluencia de estas zonas, las zonas I y J.

El estudio se realizó durante los meses de mayo y junio de 1954, en la zona de San José de las montañas de la zona de San José, en una zona que se extiende en una gran parte de un sector del país.

MATERIALES Y METODOS

I. AREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en una parte de la quebrada "Los Negritos" la cual fue dividida en 10 zonas (Fig. 1). Cada zona de diez metros de longitud y separadas cien metros entre sí. A su vez cada zona se dividió en diez segmentos de un metro cada uno.

En 1971 se estudiaron cuatro épocas: época I ó estación seca entre el 20 de marzo y el 10 de abril; época II ó de transición incluyendo el máximo de precipitación para esa etapa, entre el 22 de mayo y el 12 de junio; época III ó estación lluviosa, la que corresponde al período de máxima precipitación del año, del 18 de setiembre al 9 de octubre; y época IV ó transición, del 13 de noviembre al 4 de diciembre.

En el ramal I (Ver Figura 1), la quebrada de "Los Negritos" propiamente dicha, se localizó las zonas A, B y C; en el ramal II, una acequia, la zona D; en la confluencia de ambos ramales, las zonas E y F; en el ramal III, otra acequia, las zonas G y H; y en la confluencia, entre las edificaciones de la Facultad de Ciencias Económicas y el Departamento de Geología, las zonas I y J.

En el área estudiada desembocan las alcantarillas y los drenajes de aguas de lluvia de los Edificios de la Ciudad Universitaria. Antes de describir detalladamente cada zona, es importante explicar las generalidades de cada ramal por las condiciones especiales que presentan.

El ramal I arrastra en sus aguas, a la entrada del campus, una gran cantidad de desechos, tanto orgánicos como inorgánicos, tales como restos de alimentos, basura de todo tipo, así como una nata espesa y blanquesina especialmente en la época seca.

El ramal II, además del tipo de residuos que arrastra el anterior, lleva en sus aguas sustancias químicas como restos de colorantes directos o básicos, colorantes al cobre, colorantes sulfurosos y naftoles y otros colorantes, soda cáustica, agua oxigenada, hidrosulfato de sodio, cloruro de sodio, ácido acético, sulfato de cobre, ceniza de soda, aceite sulfonado, ácido clorhídrico, sulfuro de sodio y otras sustancias, todas ellas con diferentes concentraciones; además, en ciertas ocasiones se encontró materias fecales.

El ramal III, arrastra también todo tipo de basura pero en menor cantidad que los ramales I y II.

ZONA DE ESTUDIO "A"

Esta zona se encuentra al inicio del ramal I, a orillas de la carretera interna del campus, inmediatamente después de la desembocadura de un conducto que pasa debajo de dicha carretera (Fig. Nº 3). Desembocan en esta zona, dos alcantarillas que conducen agua de lluvia.

El cauce de la quebrada en esta zona se encuentra limitando en la orilla oeste por un paredón de aproximadamente 2 metros de alto y presenta orillas sin playa, excepto en los segmentos 6,7,8 y 9 donde existe una pequeña playa que varía según la época.

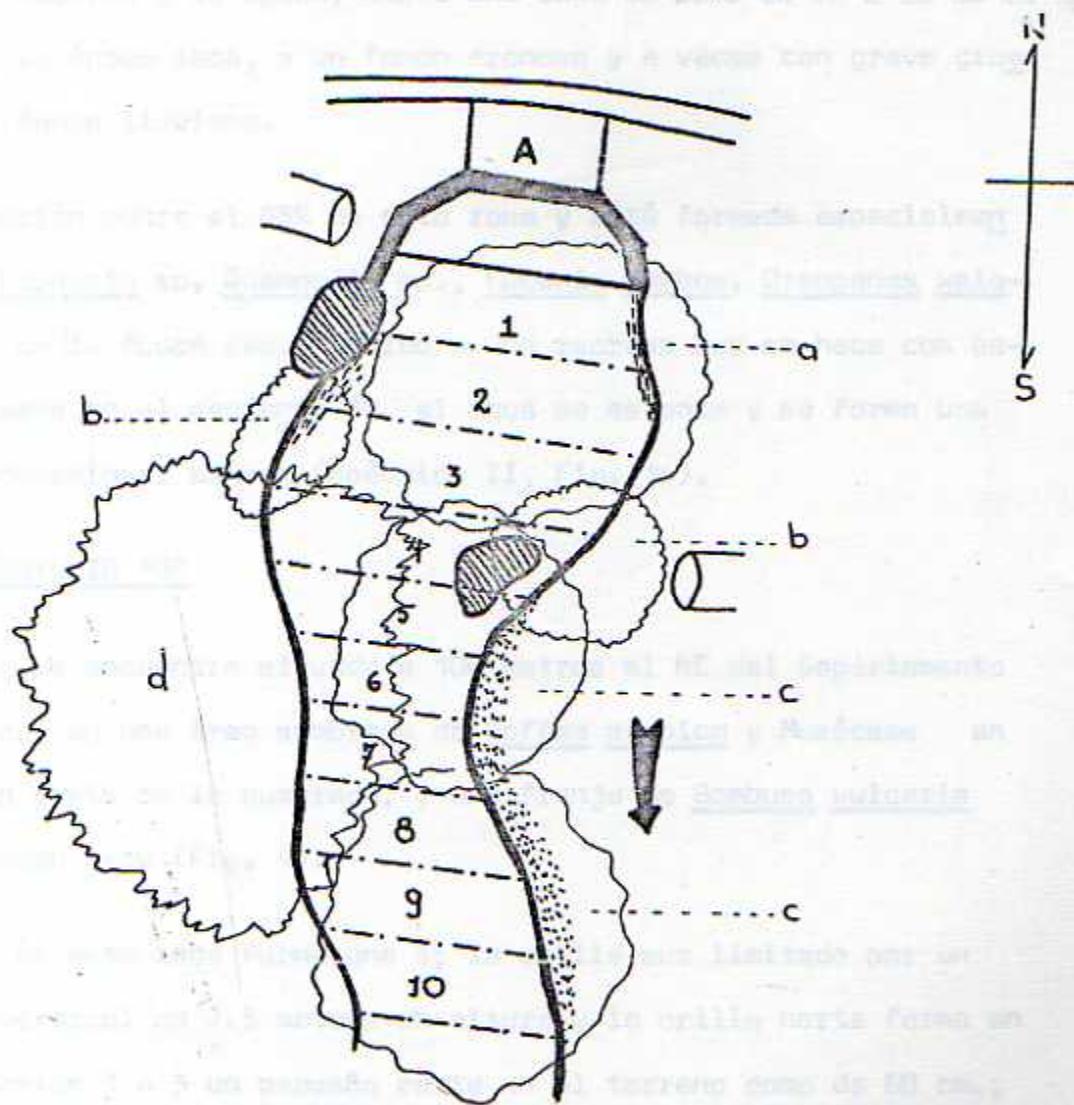


FIG. 3 ZONA DE ESTUDIO "A"

- | | |
|--|---|
| A Conducto |  Dirección de la corriente |
|  Alcantarilla | a <i>Vernonia L.</i> |
|  Roca | b <i>Quamoclit sp.</i> |
| --- Div. de segmentos | c <i>Eugenia jambos</i> |
|  Cauce | d <i>Oreopanax xalapense</i> |
|  Playas permanentes |  Playa de época seca |

El lecho de la quebrada se hace evidente entre los segmentos 6 y 10 donde el agua no alcanza mucha profundidad. El substrato (fondo) varía de acuerdo a la época, desde una capa de limo de 20 a 25 cm de es pesor en la época seca, a un fondo arenoso y a veces con grava grue sa en la época lluviosa.

La vegetación cubre el 85% de esta zona y está formada especialmente por: Vernonia sp., Quamoclit sp., Eugenia jambos, Oreopanax xala- pensis. En la época seca, debido a una represa que se hace con ba-
sura y ramas en el segmento 10, el agua se estanca y se forma una
nata blanquecina y espesa (Apéndice II, Fig. 1a).

ZONA DE ESTUDIO "B"

Esta zona se encuentra situada a 100 metros al NE del Departamento de Química, en una área sembrada de Coffea arabica y Musáceas en la margen oeste de la quebrada, y una franja de Bambusa vulgaris en la margen este (Fig. 4).

El cauce de esta zona forma una S; la orilla sur limitada por un paredón vertical de 2.5 metros de altura y la orilla norte forma en los segmentos 1 a 3 un pequeño corte en el terreno como de 60 cm.; en los segmentos 4 a 7 el declive es menor porque en la orilla nor te hay una pequeña playa que es más o menos constante; en los segmentos 8 a 10 el declive se hace bruscamente mayor hasta formar, en el segmento 10, un corte casi vertical como de 2,5 metros de altu - ra. En el segmento 9 se encuentra una represa formada por troncos de regular tamaño, más o menos fijos en todo tiempo, pasando el a-

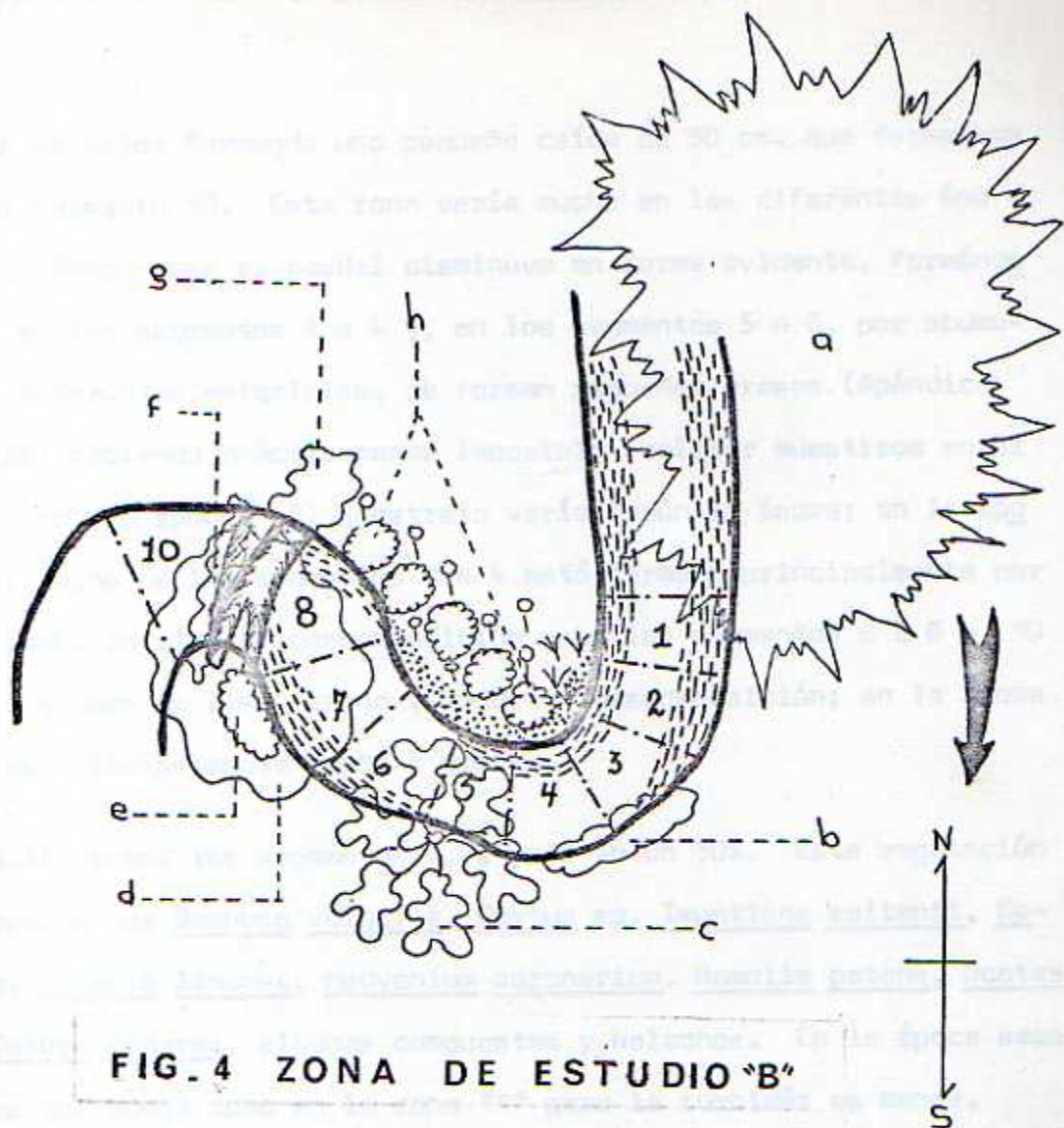


FIG. 4 ZONA DE ESTUDIO "B"

- | | | | |
|---|---------------------------|---|-----------------------------|
|  | Troncos |  | <u>Impatiens Wallerana</u> |
|  | Playas permanentes |  | <u>Costus L.</u> |
|  | Playas de época seca |  | <u>Bambusa vulgaris</u> |
|  | Cauce |  | Compuesta y Helechos |
|  | Div. de segmentos |  | <u>Cecropia obtusifolia</u> |
|  | Dirección de la corriente |  | <u>Licaria limbosa</u> |
| | |  | <u>Hedychium coronarium</u> |
| | |  | <u>Hamelia patens</u> |
| | |  | <u>Ocotea gently</u> |
| | |  | <u>Datura arborea</u> |

gua debajo de ellos formando una pequeña caída de 50 cm. que forma una poza en el segmento 10. Esta zona varía mucho en las diferentes épocas. En la época seca el caudal disminuye en forma evidente, formándose playas en los segmentos 1 a 4 y, en los segmentos 5 a 6, por acumulación de diferentes materiales, se forman pequeñas presas (Apéndice II, Fig. 2a) haciendo prácticamente imposible realizar muestreos en el segmento 5 en esa época. El substrato varía según la época; en la época seca el lecho de los segmentos 1 a 4 está formado principalmente por hojas de bambú en vías de descomposición y, en los segmentos 6 a 8 y 10 se forma una capa de limo, arena y hojas en descomposición; en la época lluviosa es principalmente arena y grava.

La vegetación cubre los segmentos 1, 2 y 10 en un 30%. Esta vegetación está compuesta por Bambusa vulgaris, Costus sp. Impatiens sultanii, Cecropia sp. Licania limbosa, Hedychium coronarium, Hamelia patens, Ocotea gently, Datura arborea, algunas compuestas y helechos. En la época seca el agua es tan sucia como en la zona "A" pero la turbidez es menor.

ZONA DE ESTUDIO "C"

Esta zona se encuentra aproximadamente a unos 50 metros aguas abajo del puente que existe entre las edificaciones del Departamento de Química y la Facultad de Educación. En el margen oeste desemboca una alcantarilla de las aguas de lluvia provenientes del Departamento de Química.

El cauce de esta zona no presenta playas en la orilla, aunque en la época seca hay ciertas partes con rocas y arena (Fig. 5).

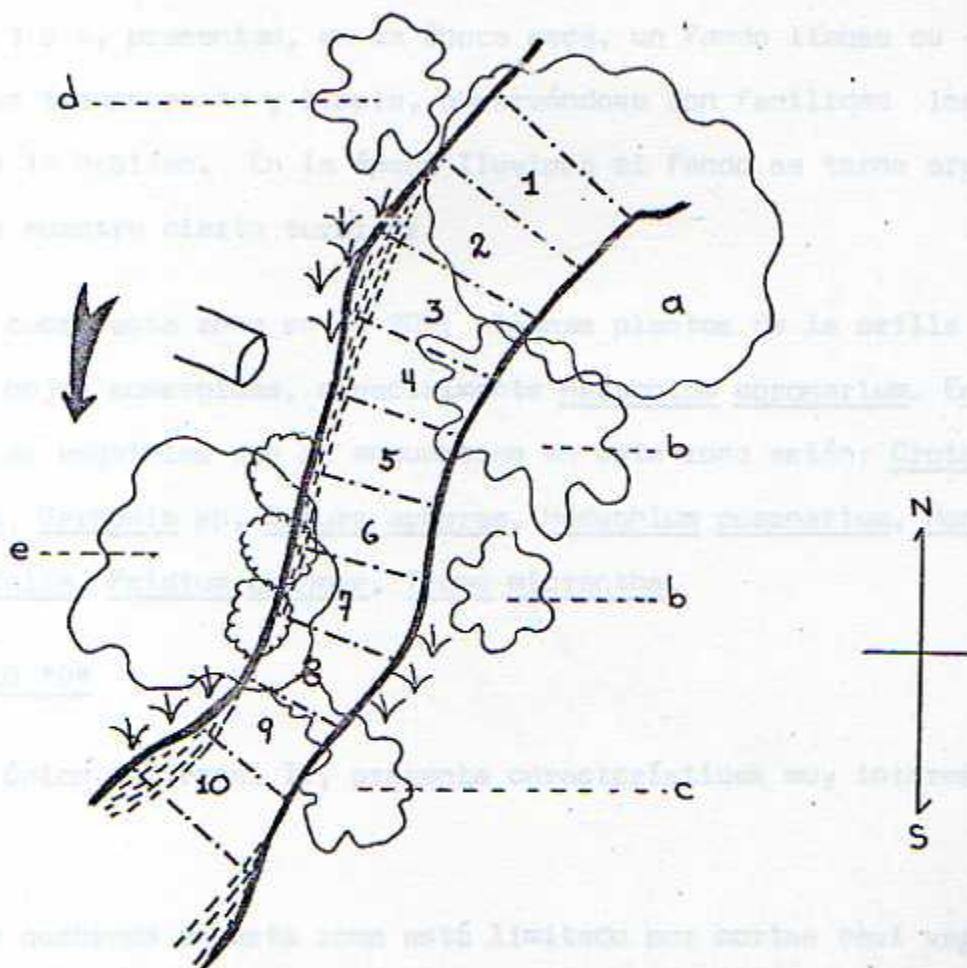


FIG. 5 ZONA DE ESTUDIO "C"

- | | |
|---|--|
|  Alcantarilla |  <i>Datura arborea</i> |
|  Dirección de la corriente |  <i>Hedychium coronarium</i> |
|  Cauce | a <i>Croton gossypifolius</i> |
|  Playas de época seca | b <i>Vernonia L.</i> |
|  División de segmentos | c <i>Montanoa Hibiscifolia</i> |
| | d <i>Psidium quajava</i> |
| | e <i>Trema micrantha</i> |

El lecho de la quebrada en general es rocoso; encontrándose sobre todo, en los segmentos 5 a 10 rocas de diferentes tamaños.

Los segmentos 1 a 4, presentan, en la época seca, un fondo limoso cubierto por agua transparente y limpia, observándose con facilidad los organismos que la habitan. En la época lluviosa el fondo se torna arenoso y el agua muestra cierta turbidez.

La vegetación cubre esta zona en un 70%; algunas plantas de la orilla presentan sus hojas sumergidas, especialmente Hedychium coronarium. Entre las especies vegetales que se encuentran en esta zona están: Croton gossypifolius, Vernonia sp, Datura arborea, Hedychium coronarium, Montanoa hibiscifolia, Psidium guajava, Irema micrantha.

ZONA DE ESTUDIO "D"

Esta zona, la única del ramal II, presenta características muy interesantes.

El cauce de la quebrada en esta zona está limitado por cortes casi verticales de 2 a 2.5 metros de altura, por lo que sus playas son estrechas (Fig. 6).

El lecho es arcilloso; la mayoría de los segmentos tienen rocas, arena, y limo fuertemente coloreado y maloliente; el sedimento contiene restos de alimentos en proceso de descomposición, materias fecales, detergentes, colorantes y los reactivos citados al describir los ramales.

La vegetación cubre el 30% de esta zona y está formada, en la orilla, de arbustos y hierbas como Datura arborea, Solanum sp. Cestrum sp. ,

Miconia sp., Quamoclit sp., Coix lacryma-jobi, compuestas y una cepa de Bambusa vulgaris que contribuye con una gran cantidad de hojas que se acumulan a la orilla. Es común que la basura orgánica sea arrojada a la quebrada cuando se realiza la limpieza de los prados cercanos.

ZONA DE ESTUDIO "E"

Esta zona se encuentra aproximadamente a 75 metros de la confluencia de los remales I y II, inmediatamente después de un puente que se encuentra detrás del "Edificio de Aulas". (Fig. 1). Desembocan en ella algunos drenajes provenientes de la Facultad de Ciencias y Letras encontrándose restos de materiales de construcción como madera, bloques de cemento, ladrillos, mosaicos, fibra de vidrio, etc., así como papeles, alquitrán y otros materiales, además de los que provienen de la zona D.

El cauce de esta zona casi no presenta playas en la orilla sur, ya que se encuentra limitado por un paredón de aproximadamente 5 a 6 metros de altura; en la orilla norte, limitada por un corte de 1.50 a 2 metros, existen unas pequeñas playas, que se acentúan en la época seca. (Fig. 7). El lecho de la quebrada es, en su mayor parte, rocoso, sobre todo en los segmentos 5 a 10, pero en los segmentos 1 a 4 se forma en la época seca una capa de sedimento limoso fuertemente teñido de color negruzco, con mucho material en descomposición; en la época lluviosa el substrato se torna arenoso.

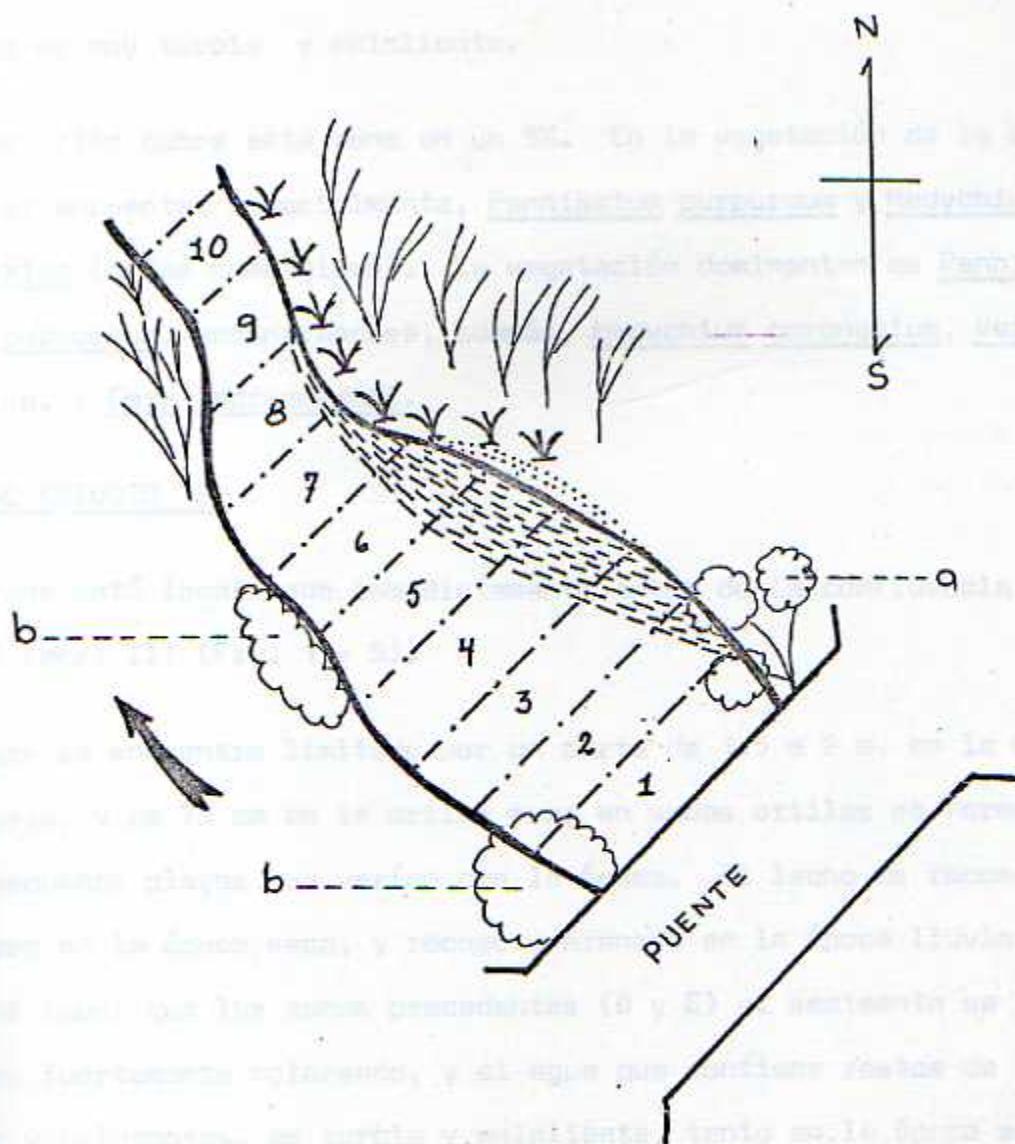


FIG. 7 ZONA DE ESTUDIO 'E'

- | | | | |
|---|---------------------------|---|-----------------------------|
|  | Dirección de la corriente |  | <u>Pennisetum purpureum</u> |
|  | Cauce |  | <u>Hedychium coronarium</u> |
|  | Playas permanentes |  | Vernonia sp. |
|  | Playas de época seca |  | <u>Acalypha</u> L. |
|  | Div. de segmentos | | |

El flujo en esta zona es relativamente rápido; y en la época seca el agua es muy turbia y maloliente.

La vegetación cubre esta zona en un 5%. En la vegetación de la orilla se encuentra especialmente, Pennisetum purpureum y Hedychium coronarium (hojas sumergidas). La vegetación dominante es Pennisetum purpureum, encontrándose, además, Hedychium coronarium, Veronica sp. y Coix lacryma-jobi.

ZONA DE ESTUDIO "F"

Esta zona está localizada inmediatamente antes de la confluencia con el ramal III (Fig. 1 y 8).

Su cauce se encuentra limitado por un corte de 1.5 a 2 m. en la orilla norte, y de 75 cm en la orilla sur; en ambas orillas se forman unas pequeñas playas que varían con la época. El lecho es rocoso y limoso en la época seca, y rocoso y arenoso en la época lluviosa. Al igual que las zonas precedentes (D y E) el sedimento se encuentra fuertemente coloreado, y el agua que contiene restos de alimentos y colorantes, es turbia y maloliente, tanto en la época seca como en la lluviosa.

La vegetación cubre esta zona en un 35%; se encuentran muchas hojas sumergidas de Hedychium coronarium y Coix lacryma-jobi. Las principales plantas de la orilla además de las mencionadas son Cordia allalabra, Pennisetum purpureum, Eugenia jambos y Tabebuia rosea.

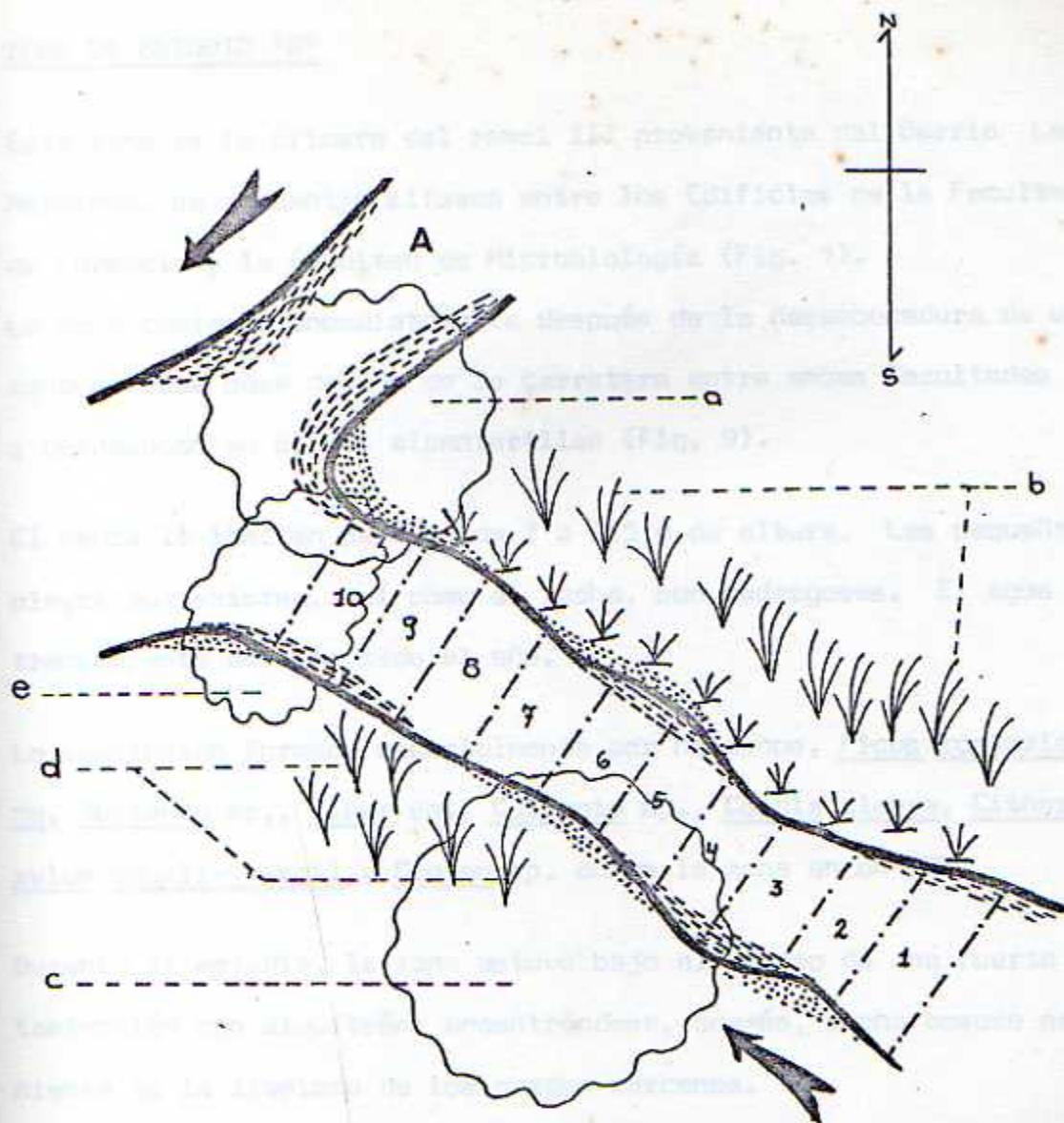


FIG. 8. ZONA DE ESTUDIO "F"

- | | |
|---|---|
|  Dirección de la corriente |  <u>Hedychium coronarium</u> |
|  Cauce |  <u>Cordia glabra</u> |
|  Playas permanentes |  <u>Pennisetum purpureum</u> |
|  Playas de época seca |  <u>Tabebuia rosea</u> |
| A Ramal III |  <u>Coix Lacryma-jobi</u> |
| |  <u>Eugenia jambos</u> |

ZONA DE ESTUDIO "G"

Esta zona es la primera del ramal III proveniente del Barrio Las Mercedes, se encuentra situada entre los Edificios de la Facultad de Farmacia y la Facultad de Microbiología (Fig. 1).

La zona comienza inmediatamente después de la desembocadura de un conducto que pasa debajo de la carretera entre ambas Facultades, y desembocan en ella 3 alcantarillas (Fig. 9).

El cauce lo limitan paredes de 2 a 2.5 m de altura. Las pequeñas playas que existen, así como el lecho, son pedregosas. El agua es transparente durante todo el año.

La vegetación formada especialmente por helechos, Ficus costericana, Montanoa sp., Piper sp., Cecropie sp., Cordia olebra, Citharexylum Donell-Smithii y Croton sp. cubre la zona en un 90%.

Durante el estudio, la zona estuvo bajo el efecto de una fuerte contaminación con alquitrán; encontrándose, además, mucha basura proveniente de la limpieza de los prados cercanos.

ZONA DE ESTUDIO "H"

Esta zona al igual que la precedente, pertenece al ramal III y se encuentra situada al SE del costado sur de la Facultad de Medicina. (Fig. 1).

Desemboca en ella una alcantarilla y cuando se realizó el estudio existía un pequeño puente de madera (Fig. 10).

El cauce se encuentra limitado por paredes verticales de 2.5 a 3 m.

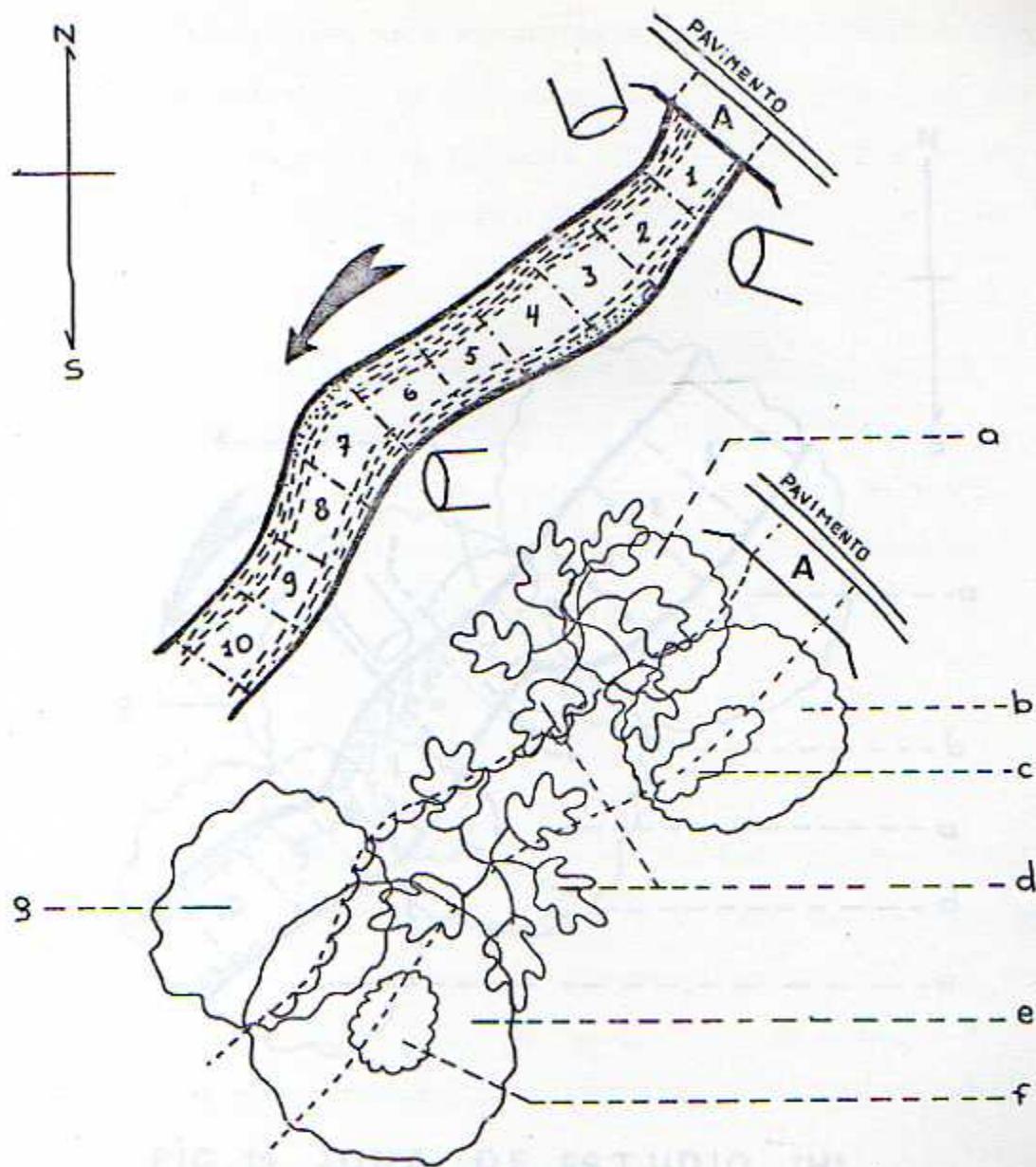


FIG. 9 ZONA DE ESTUDIO "G"

➔ Dirección de la corriente

▬ Cauce

--- Div. de segmentos

▨ Playa permanente

▨ Playa de época seca

○ Alcantarilla

A Conducto

a Ficus costaricana

☞ Helechos

b Montanoa Hibiscifolia

c Piper L.

d Cecropia obtusifolia

e Cordia glabra

f Cytherexylum Donnell-smithii

g Croton gossypifolius

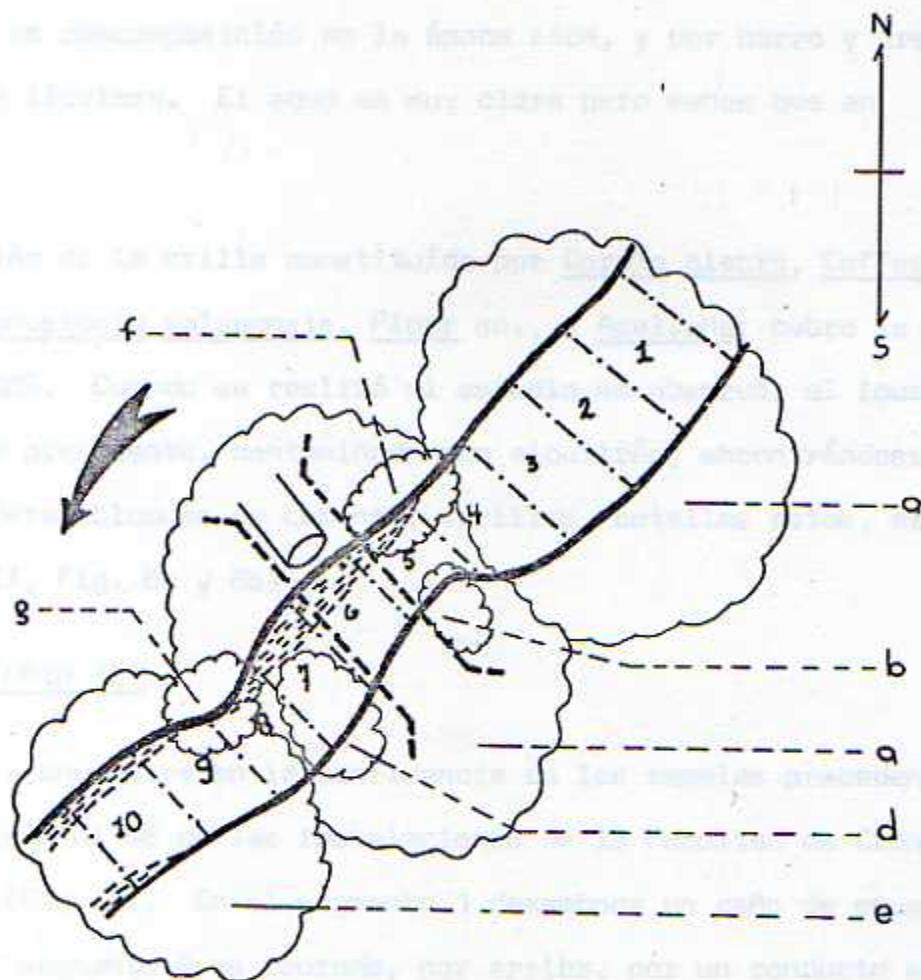
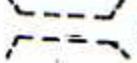


FIG. 10 ZONA DE ESTUDIO "H"

- | | | | |
|---|---------------------------|---|------------------------------|
|  | Dirección de la corriente | a | <u>Cordia glabra</u> |
|  | Cauce | b | <u>Coffea arabica</u> |
|  | Playas de época seca | d | <u>Conostegia xalapensis</u> |
|  | Alcantarilla | e | <u>Cordia glabra</u> |
|  | Div. de segmentos | f | <u>Piper L.</u> |
|  | Puente de madera | g | <u>Acaphila L.</u> |

de altura. Las playas son, en general, estrechas aunque varían constantemente con las lluvias. El sedimento está formado por limo, barro, hojas en descomposición en la época seca, y por barro y arena en la época lluviosa. El agua es muy clara pero menos que en la zona "G".

La vegetación de la orilla constituida por Cordia glabra, Coffea arabica, Conostegia xalapensis, Piper sp., y Acalypha; cubre la zona en un 100%. Cuando se realizó el estudio se observó, al igual que la zona precedente, contaminada con alquitrán, encontrándose, además, madera, bloques de cemento, verillas, botellas rotas, etc. (Apéndice II, Fig. 8a y 8b).

ZONA DE ESTUDIO "I"

Esta zona se encuentra en la confluencia de los ramales precedentes y está situada al NE de las instalaciones de la Facultad de Ciencias Económicas (Fig. 1). En el segmento 1 desemboca un caño de agua de lluvia y el segmento 6 es cruzado, por arriba, por un conducto elevado de aguas negras que desembocan en el colector situado al NE de la Facultad de Ciencias Económicas (Fig. 11).

El cauce está limitado en la orilla sur por una pared vertical de 2 a 2.5 m con la parte más elevada en los segmentos 1 a 7, disminuyendo en los segmentos 8 a 10; la pared de la orilla norte tiene una pendiente menos inclinada.

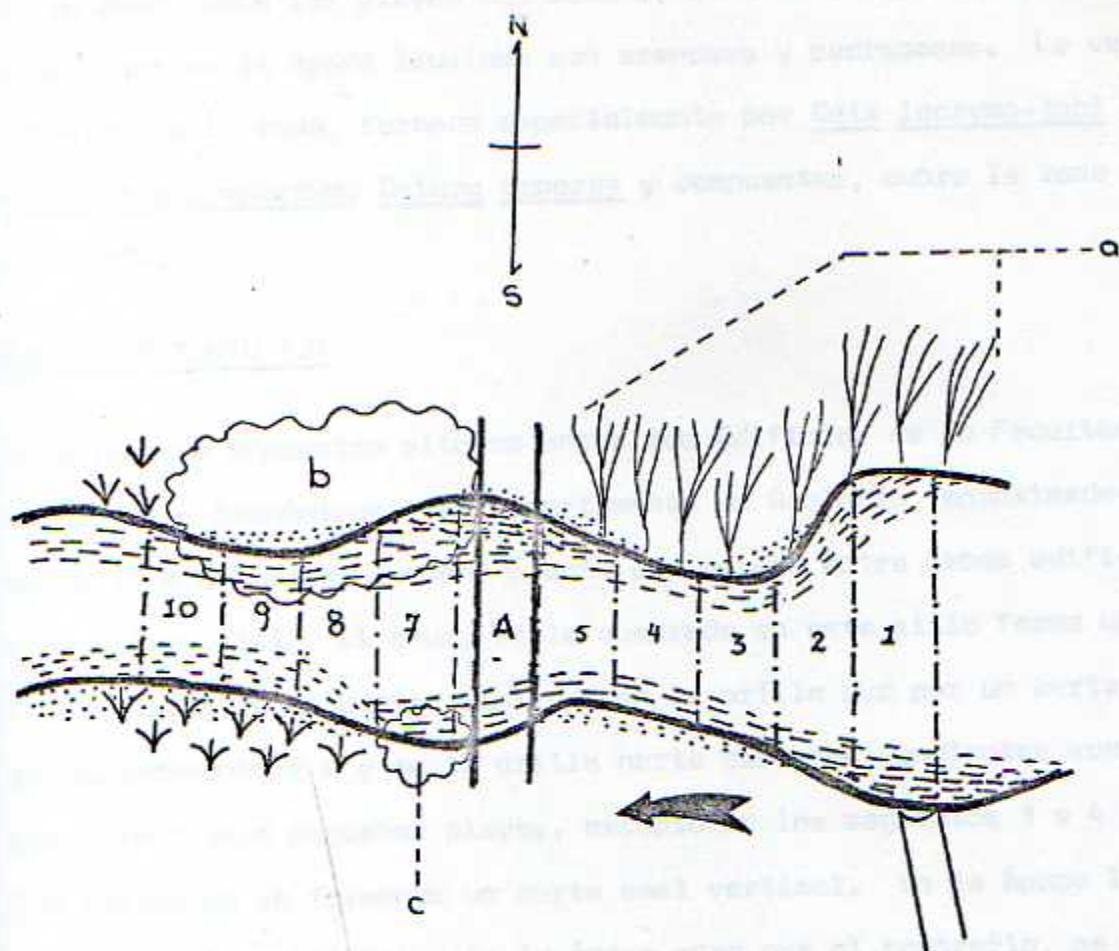


FIG. 11 ZONA DE ESTUDIO "I"

- | | | | |
|---|---|---|-----------------------------|
|  | Dirección de la corriente |  | <u>Coix Lacryma-jobi</u> |
|  | Cauce |  | <u>Pennisetum purpureum</u> |
|  | Playas permanentes |  | <u>Datura arborea</u> |
|  | Playas de época seca |  | C Compuesta |
|  | Cafío | | |
|  | A Conducto de aguas
negras al colector | | |

En la época seca las playas son suaves, limosas y relativamente anchas, pero en la época lluviosa son arenosas y pedregosas. La vegetación de la zona, formada especialmente por Coix lacryma-jobi, Pennisetum purpureum, Datura arborea y compuestas, cubre la zona en un 20%.

ZONA DE ESTUDIO "J"

Esta zona se encuentra situada entre los Edificios de la Facultad de Ciencias Económicas y el Departamento de Geología, aproximadamente 10 m antes del pequeño puente que existe entre ambos edificios. (Fig. 12). El cauce de la quebrada en este sitio forma una S abierta, y se encuentra limitado en la orilla sur por un corte de aproximadamente 2 m y en la orilla norte por unas pendientes suaves que forman unas pequeñas playas, excepto en los segmentos 1 a 4 en los cuales se va formando un corte casi vertical. En la época lluviosa no existen playas. En la época seca por el contrario, se forman pequeñas playas como se indica en la Fig. 12; en ciertas ocasiones se forman algunas playas (suaves y esponjosas) en la orilla norte de los segmentos 4 y 5. (Apéndice II, Fig. 10a y 10b).

El substrato es limoso en la época seca, y arenoso en la época lluviosa. El agua arrastra, además de colorantes, sustancias químicas provenientes del ramal II, toda clase de basura y desperdicios provenientes de los laboratorios de Fisiología (Facultad de Medicina) y de la soda de la Facultad de Ciencias Económicas, etc. Un ejemplar de Ficus costaricana, cubre aproximadamente el 50% de la zo-

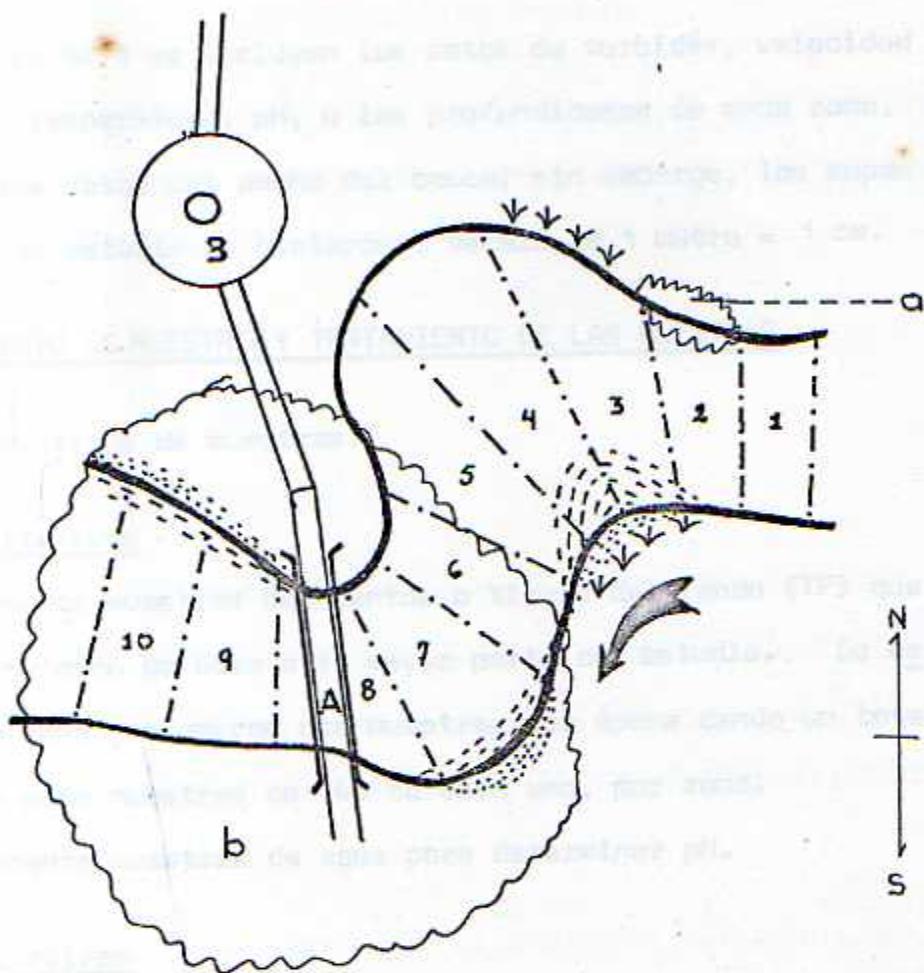


FIG. 12 ZONA DE ESTUDIO 'J'

- | | | | |
|---|----------------------------------|---|--------------------------|
|  | Dirección de la corriente |  | <u>Coix Lacryma-jobi</u> |
|  | Cauce |  | <u>Polygonum L.</u> |
|  | Div. de segmentos |  | <u>Ficus costaricana</u> |
|  | Playas de época seca | | |
| A | Conducto elevado de aguas negras | | |
| B | Colector | | |

na, mientras que en el resto del área se presentan Coix lacryma-jobi y Polygonum sp.

En el cuadro NO 1 se incluyen los datos de turbidez, velocidad de la corriente, temperatura, pH, u las profundidades de cada zona. No se incluyen los datos del ancho del cauce; sin embargo, los mapas de las zonas de estudio se hicieron a escala de 1 metro = 1 cm.

II. PROCEDIMIENTO DE MUESTREO Y TRATAMIENTO DE LAS MUESTRAS

Se tomó dos tipos de muestras:

A.- Cuantitativas

- a) Ochenta muestras del bentos o tierra del fondo (TF) que sirvieron de base a la mayor parte del estudio. De cada zona se tomaron dos muestras por época dando un total de ocho muestras de 146 cc cada una, por zona.
- b) Ochenta muestras de agua para determinar pH.

B.- Cualitativas

- a) Ochenta muestras de tierra de la orilla (TO)
- b) Muestras de hojas sumergidas (HS)
- c) Muestras de organismos sobre rocas y materiales flotantes

Se realizó en el campo dos tipos de observaciones:

A.- Cuantitativas

- a) Ochenta mediciones de la temperatura del aire y del agua.
- b) Ochenta mediciones del ancho y la profundidad del segmento en el cual se tomaba la muestra.

B.- Cualitativas

Ochenta observaciones sobre: tipo de sustrato (lecho del río), turbidez, velocidad y olor del agua.

En cada zona se tomaron, además, dos muestras de agua extra, una en la época seca y otra en la época lluviosa. En un total de veinte muestras de agua, se determinó el contenido de oxígeno disuelto, dureza total y pH.

TRATAMIENTO DE LAS MUESTRAS

A.- Muestras de Tierra del Fondo (TF)

Las muestras del fondo se tomaron utilizando un muestreador o red Surber. Cada muestra incluye el sustrato de una área de 31 cm x 30 cm. Después de eliminar el exceso de agua se tomó, en un frasco, 146 cc de la muestra seleccionando diferentes partes del sedimento obtenido, fijándose en alcohol de 70%.

Las muestras fijadas fueron sometidas al siguiente procedimiento:

1. Tanto el exceso de sedimento como los organismos microscópicos se eliminaron lavando las muestras en una criba de 595 micrones; el material restante se preservó en alcohol de 70%.
2. Utilizando la técnica de Frost (1971), se separaron los organismos colocando pequeñas cantidades de muestra en placas de petri, homogenizándolas con alcohol y, utilizando un microscopio estereoscópico. Los organismos se separaron por grupos de frascos individuales con alcohol y debidamente rotulados según el código que aparece en el apéndice III.

3. En la determinación de la biomasa se usó el volumen para no dañar los organismos como sucede con otras técnicas y poder usarlos en identificación y otras investigaciones.

La determinación del volumen se realizó midiendo el líquido desplazado por los ejemplares con una probeta de 5 cc y una pipeta de 1 cc, con una exactitud de centésimas de cc.

4. Se contó los individuos de cada grupo, excepto Oligochaeta, los cuales solamente se contaron cuando la cantidad no desplazaba el volumen mínimo medible (0.04 cc).

5. Para los organismos cuya identificación requiere observaciones microscópicas, se realizó disección y montaje de PVA (alcohol polivinílico). Con los datos obtenidos se calculó: variancia, promedios, índice de dominancia e índice de diversidad de Margalef (1951).

B.- Muestras de Tierra de la Orilla (TO)

Se tomó la muestra de la playa introduciendo un frasco de 146 cc, a una profundidad de 1 cm, sin obtener un volumen constante como en el caso anterior (TF). Las muestras se procesaron en la misma forma que se describe arriba en los puntos 1, 2 y 5, pero solamente con el objeto de determinar presencia de grupos.

C.- Muestras de hojas sumergidas y organismos sobre rocas sumergidas

Las muestras de hojas sumergidas se tomaron cortando una porción de las mismas y fijándolas en alcohol de 70%. Los organismos unidos a rocas

sumergidas ó a objetos flotantes, se tomaron con la ayuda de pinzas.

IDENTIFICACION DE EJEMPLARES

La identificación de los ejemplares de los distintos grupos de invertebrados se hizo con base en los trabajos de Biolley (1897), Tristán (1897), Johansen (1934, 1935, 1937a, 1937b), Thomsen (1937), Pennak - (1953), Usinger (1956), Ward & Wipple (1959), Peterson (1960), Malek (1962), Needham & Needham (1964), Vargas (1967, 1973).

La identificación se hizo hasta el nivel de familia de acuerdo a lo acostumbrado para este tipo de estudios. Sin embargo, cuando se creyó conveniente se llegó a nivel genérico o de especie, recurriendo a especialistas cuando fue necesario. El material será depositado en el Museo de Zoología de la Universidad de Costa Rica donde podrá consultarse o examinarse en el futuro.

Se dejará material con las identificaciones del caso para ser utilizado como referencia en futuros estudios.

DETERMINACION DE LOS VALORES FISICOS CONSIDERADOS

A.- Temperatura

La temperatura (°C) se determinó en el momento del muestreo que se realizó entre 7 a.m. y 12 m. Se tomó dos temperaturas: aire y agua.

La temperatura del aire se determinó a una altura de 1.40 m; debido a la poca profundidad de la quebrada la temperatura del agua se tomó a 5 cm bajo la superficie.

2. Velocidad de la corriente

En mediciones de velocidad realizadas previamente al estudio, se observó que las variaciones eran muy pocas, por ello se optó hacer una apreciación cualitativa utilizando la siguiente escala:

Nula (0).- cuando no se apreciaba movimiento del agua.

Lenta (1).- cuando los objetos flotantes apenas se movían (aproximadamente de 0.1 a 0.9 m/min).

Rápida (2). cuando la corriente se hacía evidente (aproximadamente de 0.9 a 6 m/min).

Muy rápida (3) de 6 m. a 30 m/min).

3.- Turbidéz

La determinación de la turbidéz con el disco Secchi no fue efectiva debido a que en muchos lugares la quebrada tiene solamente 7 cm de profundidad. Se optó entonces por hacer observaciones de acuerdo con las siguientes categorías:

Transparente: cuando se observaba el fondo con claridad; materia en suspensión ausente.

Turbia: cuando los objetos del fondo se observaban borrosos debido a pequeñas cantidades de materias en suspensión.

Muy turbia: cuando debido a la gran cantidad de materia en suspensión el fondo no era visible.

4.- Ph.

Para determinar este factor se usó un potenciómetro.

5.- Precipitación

Los datos sobre precipitación se obtuvieron de la Estación Meteorológica de San José.

RESULTADOS

De los datos sobre temperatura, turbidez, velocidad de la corriente y pH, que aparecen en el cuadro N^o 1, se concluye lo siguiente:

1. La temperatura del agua varía muy poco; a lo largo del estudio la temperatura máxima registrada fue 22.5°C en la época IV (Transición de la época lluviosa a la época seca) y la temperatura menor de 16.5°C se obtuvo en la época I ó época seca. La variación de la temperatura fue de apenas 6°C.

En la zona "D" se registró siempre una temperatura más elevada que en las zonas "A", "B" y "C"; esta diferencia se atribuye al agua caliente que las fábricas textiles vecinas arrojan a la acequia.

2. Los colorantes disueltos son responsables de la turbidez común observada en las zonas "D", "E", "F", "I" y "J".

Las zonas que mostraron el agua más transparente fueron "C", "G" y "H".

3. Se nota que el pH osciló entre 6.6 y 7.3, en las zonas "A" y "D" respectivamente.

La precipitación durante el estudio, por época, se presenta a continuación en un cuadro para visualizar mejor los resultados.

OBSERVACION	EPOCAS	Z O N A S									
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
TEMPERATURA DEL AIRE en ° C	I	21.5	20.0	21.0	21.0	20.0	20.0	21.0	18.0	24.0	20.5
	II	23.0	21.0	22.5	22.5	24.0	24.5	24.5	24.0	28.0	25.5
	III	20.0	20.5	20.5	20.5	20.5	22.5	22.5	21.0	24.5	22.5
	IV	20.0	20.0	20.0	20.0	20.5	22.0	21.0	20.5	24.0	23.5
TEMPERATURA DEL AGUA en ° C	I	17.5	16.5	16.5	18.5	18.5	18.5	20.0	18.5	18.5	19.5
	II	19.0	19.5	19.5	21.5	21.5	22.0	20.5	21.0	21.5	21.5
	III	19.0	19.0	19.0	21.0	19.5	21.5	21.0	21.0	20.5	20.0
	IV	18.5	18.5	18.5	22.5	20.5	20.0	20.5	20.5	20.5	20.5
PROFUNDIDAD en cm.	I	33	27	20	13	35	15	12	27	35	40
	II	55	35	30	22	47	22	20	26	50	47
	III	82	45	57	45	50	25	25	30	60	80
	IV	55	35	22	30	37	22	15	27	30	47
VELOCIDAD	I	0	1	1	1	1	2	1	1	1	1
	II	2	1	2	2	2	3	2	2	2	3
	III	2	3	2	2	3	2	2	2	2	2
	IV	2	1	2	3	2	3	3	1	3	1
TURBIDEZ	I	2	1	0	2	2	2	0	2	2	2
	II	1	1	1	1	1	2	0	1	2	2
	III	2	2	2	2	2	2	0	1	2	2
	IV	1	1	1	1	1	2	0	0	1	1
p H	I	7.1	7.2	7.2	7.4	7.3	7.3	6.8	7.1	7.2	7.3
	II	5.9	6.3	6.4	7.6	6.7	6.5	6.1	6.4	6.3	6.4
	III	7.1	6.9	6.7	7.1	6.9	7.2	6.9	7.3	7.3	6.9
	IV	8.2	7.2	7.2	7.0	7.2	6.7	6.7	6.6	6.9	7.0

Cuadro 1. Resultados de las determinaciones físicas y químicas durante el estudio (promedios para cada época y para cada zona).

PRECIPITACION DURANTE EL ESTUDIO SEGUN DATOS DE LA ESTACION METEREOLÓGICA DE SAN JOSE

EPOCA	TOTAL (cc)	\bar{X} DIARIO (cc)
I. (20 Mar-10 Abr.)	5.2	0.22
II. (22 May-12 Jun.)	211.6	7.44
III. (18 Set-9 Oct.)	306.9	10.95
IV. (13 Nov-4 Dic.)	52.9	1.86

La biomasa promedio por época, indicada en el cuadro Nº 2 y la interrelación existente entre ésta y la precipitación, representada en la Fig. 13, permite inferir: que el valor más alto corresponde a la época seca, y el más bajo a la época lluviosa; sin embargo, la mayor variación de la biomasa se observa en esta última época.

Del cuadro Nº 3, que contiene los datos de biomasa por grupo y por zona, es posible hacer notar dos aspectos: a) el valor máximo obtenido, con un total de 10.98 cc corresponde a la zona "A", en cambio los valores menores se observan en la zonas "B" y "D". b) al comparar los valores obtenidos por los diferentes grupos, encontramos que Oligochaeta y Chironomidae muestran los valores más altos, mientras el menor corresponde a Pelecypoda.

La complejidad de los resultados de los demás cuadros fue motivo para organizar en grupos ● las zonas que presentan alguna afinidad, y de esa forma poder enfocar los aspectos que pudieran tener alguna significación. En consideración a lo anterior se organizaron tres grupos: el primero inclu

CUADRO Nº 2

BIOMASA PROMEDIO EN CC., POR EPOCA
Y VARIANCIA

EPOCA	BIOMASA PRO- MEDIO EN CC.	ERROR ESTANDAR
1	1.180	0.21
2	0.690	0.24
3	0.668	0.42
4	0.854	0.24

Variancia de error = 0.8997 = S^2

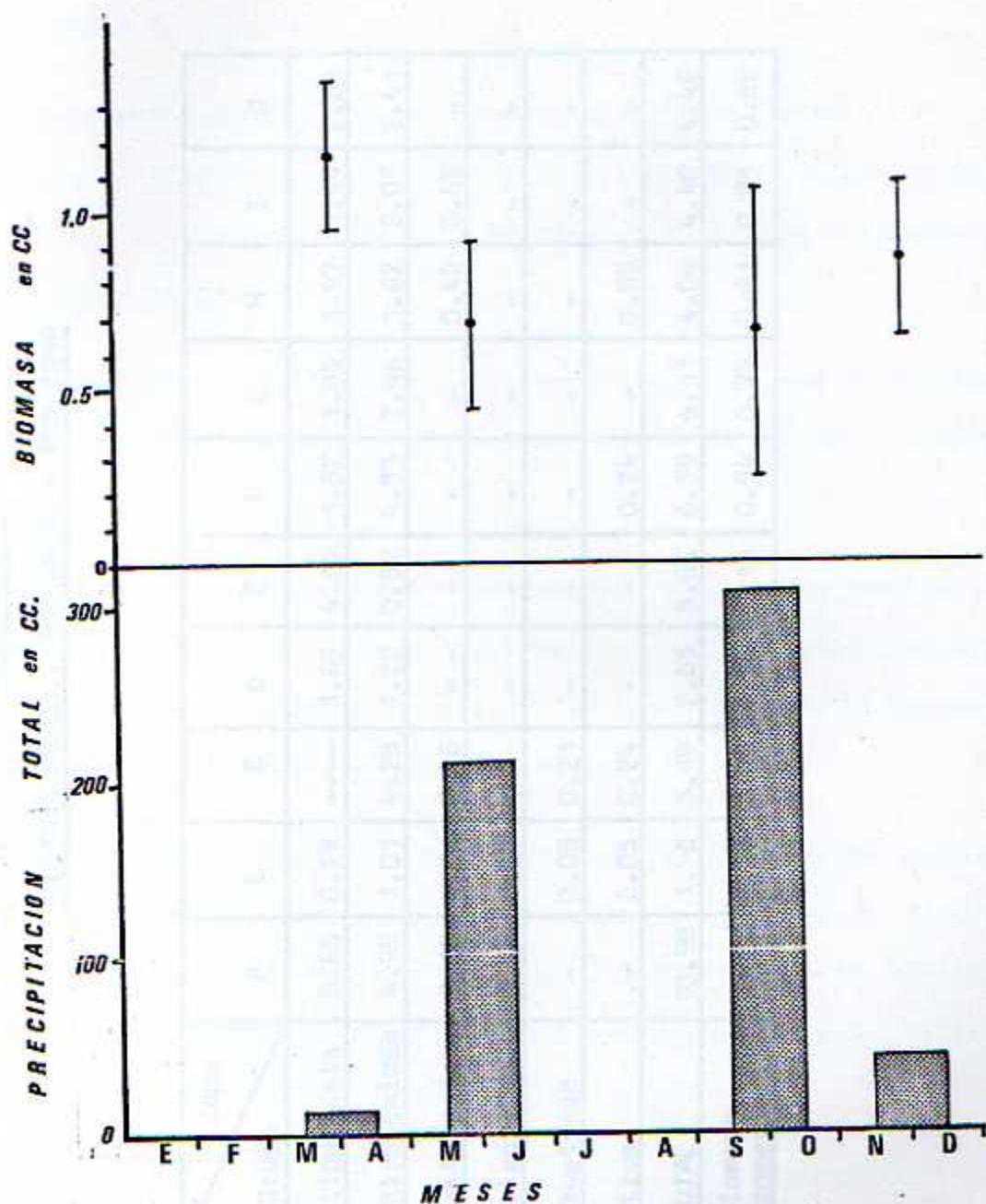


FIGURA 13. GRAFICO DE LA BIOMASA PROMEDIO Y LA PRECIPITACION PLUVIAL TOTAL PARA CADA EPOCA. (El gráfico de la biomasa promedio muestra también el rango de la variancia).

CUADRO N° 3

BIOMASA EN CC., POR GRUPO Y POR ZONA

Zona / Grupo	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Oligochaeta	5.66	0.29	----	1.63	4.84	1.82	1.85	1.97	1.94	2.05
Chironomidae	4.99	1.01	4.28	1.22	0.82	4.53	2.46	1.62	2.01	2.41
Gastropoda	0.16	0.21	0.46	-	-	-	-	0.42	0.45	-
Pelecypoda	0.15	0.07	-	-	-	-	-	-	-	-
Crustacea	-	0.05	0.21	-	-	-	-	-	-	-
Otros	-	0.05	0.24	-	-	0.24	-	0.05	-	-
TOTAL	10.98	1.8	5.19	2.85	5.66	6.59	4.31	4.06	4.40	4.46
Biomasa Promedio	2.20	0.28	0.74	0.95	1.13	0.94	0.77	0.81	0.73	0.89

ya las zonas "A", "B" y "C", el segundo las zonas "G" y "H" y el tercero comprende las zonas "D", "E", "F", "I" y "J". En las zonas "A", "B" y "C" se observó lo siguiente:

1. La biomasa por grupos por zonas (Cuadro Nº 3) muestra que:

a) la biomasa de Oligochaeta así como la de Pelecypoda es mayor en la zona "A", mostrando una evidente disminución hacia la zona "C" donde alcanza el valor menor.

b) el valor más alto en la biomasa de Gastropoda se observa en la zona "C" disminuyendo hacia la zona "A"; lo mismo sucede en el caso de Crustacea.

2. Sobre la frecuencia de aparición de los diferentes organismos en los muestreos (Cuadro Nº 4) es posible observar que: la frecuencia de Oligochaeta, Hirudinea y Pelecypoda es mayor en la zona "B". La de Crustacea, Odonata y Ephemeroptera es mayor en la zona "C".

En las zonas "G" y "H", ramal III se aprecia que la biomasa por grupos por zonas (Cuadro Nº 3) muestra que las biomásas de Oligochaeta y Gastropoda son mayores en "G" que en "H". Sobre la frecuencia de aparición de los organismos (Cuadro Nº 4) se nota que Gastropoda es mayor en la zona "H", en cambio Psychodidae es más alto en la zona "G".

En las zonas "D", "E", "F", "I" y "J" es evidente lo siguiente:

1. La biomasa por grupos por zonas muestra que: a) la de Oligochaeta es mayor en las zonas "E" y "J" y el valor menor se encuentra en la zona "D". b) la de Chironomidae es mayor en las zonas "F" y "J", en cambio en la "E" presenta el valor menor.

INVERTEBRADOS	ZONAS DE ESTUDIO										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
OLIGOCHAETA	75%	100%	88%	100%	100%	100%	75%	75%	100%	100%	
HIRUDINEA	13%	25%	13%		13%						
TRICLADIDA			13%								
ACARINA	13%	13%	13%	25%	13%	25%	25%				
AMPHIPODA	25%	25%	88%	13%	50%	25%			13%	13%	
COLLEMBOLA	25%	13%			13%		13%			13%	
EPHEMEROPTERA		13%	50%			13%					
ODONATA		13%	25%		13%						
TRICHOPTERA			13%		13%						
HEMIPTERA			13%								
COLEOPTERA	38%	13%			13%	13%	13%	13%			
DIPTERA	Chironomidae # 1	25%	25%	25%	13%	38%		25%	25%	13%	13%
	Chironomidae # 2	25%	50%	25%	13%	25%	13%	38%	13%		
	Chironomidae # 3	25%	38%	25%		38%	25%	13%		25%	
	Chironomidae # 4	50%	50%	63%		50%	63%	50%	38%	38%	38%
	Chironomidae # 5	63%	75%	75%	75%	100%	100%	88%	88%	88%	75%
	Psychodidae	50%	13%	25%	50%	75%	75%	75%	25%	25%	38%
	Culicidae	13%	13%		13%			25%	25%	13%	
	Ceratopogonidae	13%	13%			13%					
	Siruliidae									13%	
GATROPODA	75%	38%	63%		25%	13%	38%	63%	50%	13%	
PELECYPODA	50%	75%	63%		38%						

CUADRO 4. PORCENTAJE DE MUESTRAS POSITIVAS DE CADA GRUPO POR ZONA, EN RELACION AL TOTAL DE MUESTRAS DE TIERRA DEL FONDO.

2. En cuanto a la frecuencia de aparición de los organismos (Cuadro Nº 4) es evidente que Gastropoda fue mayor en la zona "I"; en cambio Crustacea y Psychodidae apareció más frecuentemente en las zonas "E" y "F".

Sobre los índices estudiados (Cuadro Nº 5) se observa:

1. Que el índice de dominancia calculado según Odum (1972) arroja los siguientes resultados. En las zonas A, B y C el valor mayor se observa en la zona "A" y el menor corresponde a la zona "B"; en las zonas "G" y "H" el valor mayor lo obtuvo la zona "G"; en las zonas "D", "E", "F", "I" y "J" el índice mayor lo presentan las zonas "F" y "J" y el menor las zonas "I" y "E".

2. Los índices de diversidad (α) calculados según Margalef (1951) presenta los siguientes resultados: de las zonas "A", "B" y "C" el valor mayor corresponde a las zonas "B" y "C" y el menor a las zonas "A"; en las zonas "G" y "H" el índice más alto corresponde a la zona "G"; en las zonas "D", "E", "F", "I" y "J" el valor más alto pertenece a las zonas "E" y "F" y el menor a la zona "D".

Al comparar las zonas "C", "D", "F", "G" e "I", todas con un tipo de subtrato similar, se observa que el índice de diversidad (Cuadro Nº 5) disminuye en el orden "C", "G", "F", "I" y "D".

Del cuadro Nº 6, basado en los organismos obtenidos en las muestras de tierra de la orilla, hojas sumergidas, etc., y clasificados a nivel de familia, excepto Oligochaeta, se pueden hacer las siguientes indicaciones.

CUADRO Nº 5

INDICES DE DOMINANCIAS Y DIVERSIDAD POR ZONA

SEGUN LOS DATOS DEL CUADRO 7

INDICES	ZONAS									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Indice de dominancia	0.779	0.437	0.595	0.644	0.521	0.857	0.860	0.435	0.508	0.747
Indice de diversidad (∞)	1.172	2.407	2.283	0.955	2.019	1.303	1.412	1.007	1.123	1.147

INVERTEBRADOS			ZONAS DE ESTUDIO										
GRUPO	FAMILIA		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
OLIGOCHAETA			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
HIRUDINEA	Glossiphonidae		+	+	+	+	+		+	+			
	Piscicolidae									+	+		
TRICLADIDA	Planariidae		+	+	+								
ACARINA			+	+	+	+	+	+	+				
AMPHIPODA	Talitridae		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
COLLEMBOLA			+	+			+		+			+	
EPHEMEROPTERA	Baetidae		+	+	+			+	+				
ODONATA	Agrionidae			+	+		+	+	+				
	Coeagrionidae							+					
TRICOPTERA	Hydropsichidae			+	+			+					
HEMIPTERA	Belostomatidae			+	+		+	+				+	
COLEOPTERA	Dytiscidae			+	+				+	+			
	Elmidae		+	+	+			+					
DIPTERA	Chironomidae	Tipo # 1	+	+	+	+	+		+	+	+	+	
		Tipo # 2	+	+	+	+	+	+	+	+			
		Tipo # 3	+	+	+		+	+	+			+	
		Tipo # 4	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+
		Tipo # 5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Psychodidae		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Culicidae		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Ceratopogonidae		+	+			+						
	Tipulidae			+	+		+	+	+	+	+	+	+
	Empididae		+		+			+					
	Simuliidae			+	+							+	
	Stratiomyidae				+					+			
	Tabanidae		+	+	+	+							+
	Syrphidae		+	+		+							+
	GASTROPODA	Physidae		+	+	+		+	+	+	+	+	+
Ancyliidae		+									+		
Planorbidae		+		+		+		+		+			
PELECYPODA	Sphaeriidae		+	+	+		+				+		

CUADRO 6. GRUPOS DE INVERTEBRADOS POR ZONA, ENCONTRADOS DURANTE EL ESTUDIO.

1. Oligochaeta, Chironomidae, Culicidae y Psychodidae, aparecen en to
das las zonas.

2. Physidae, Planorbidae, Tipulidae, Talitridae y Agrionidae apare -
cen en todas las zonas exceptuando la zona "D".

3. Hirudinae, Baetidae, y Dytiscidae (Rhantus) en las zonas "A", "B",
"C", "G" y "H".

4. Sphaeridae, Planariidae y Trichoptera solamente aparecen en las zo
nas "A" y "C".

INVERTEBRADOS	ZONAS DE ESTUDIO										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
OLIGOCHAETA	4.113	572	116	1.288	2.336	1.000	3.760	2.220	2.275	1.960	
HIRUDINEA	1	2	1		1						
TRICLADIDA			4								
ACARINA	6	1	1	2	3	3	2				
AMPHIPODA	2	3	51	6	4	4			1	2	
COLLEMBOLA	4	1			3		3			1	
EPHEMEROPTERA		4	16			1					
ODONATA		2	3		8						
TRICHOPTERA			1		1						
HEMIPTERA			1								
COLEOPTERA	3	4			1	4	1	3			
DIPTERA	Chironomidae # 1	17	15	6	7	10		23	20	4	8
	Chironomidae # 2	10	38	31	1	2	12	26	1		
	Chironomidae # 3	36	17	35		24	7	12		2	
	Chironomidae # 4	82	23	34		16	27	62	141	24	64
	Chironomidae # 5	1.704	382	756	183	300	1.062	1.036	365	474	504
	Psychodidae	32	1	2	31	41	12	29	4	4	6
	Culicidae	2	2		1			2	17	1	
	Ceratopogonidae	2	1			1					
Simuliidae									1		
GASTROPODA	12	67	7		4	9	15	48	228	1	
PELECYPODA	21	30	38		3					1	
TOTALES	6.047	1.165	1.103	1.519	2.758	2.148	4.880	2.819	3.014	2.548	

CUADRO 7. NUMERO TOTAL DE INDIVIDUOS DE CADA GRUPO POR ZONA, PRESENTES EN LAS MUESTRAS DE TIERRA DEL FONDO.

D I S C U S I O N

Algunos de los factores físico-químicos considerados de importancia en la distribución de los invertebrados propios de los ecosistemas lóticos son altitud, tamaño del río, velocidad de la corriente, tipo de substrato, turbidez, temperatura y pH. Debido a que el estudio se realizó en un ecosistema lótico tropical donde, según Hynes (1970), las fluctuaciones en temperatura no son tan importantes como en las zonas templadas, y a que los datos obtenidos a lo largo del estudio indican poca variación, se ha dejado de lado el explicar la variación de las poblaciones estudiadas en función de este parámetro.

Harrison & Elsworth (1958), Oliff (1960a), Harrison (1965) Oliff y King (1964) en Sud-Africa indican que el limo, la arena y la turbidez juegan un papel muy importante en la distribución de los invertebrados. Welch (1952), Ringuélet (1962) y Chutter (1968) señalan la relación íntima existente entre los organismos presentes en el lecho del río y el tipo de substrato; los organismos utilizados en la determinación de la biomasa (Oligochaeta, Chironomidae, Pelecypoda, Gastropoda y Crustacea) se encuentran asociados al lecho del río, por lo tanto el tipo de substrato influye en su establecimiento y distribución. En vista de lo anterior y considerando que Hynes (1970) y Macan (1966) encontraron que otros factores como profundidad, turbidez, velocidad de la corriente y tipo de substrato están íntimamente relacionados con la precipitación, se ha considerado que la precipitación es importante para explicar las variaciones observadas.

El estudio se realizó en lo que Ringuelet (1962) llama arroyo de llanura, caracterizado por una pendiente tenue que origina una corriente relativamente lenta, determinando que en la época seca, se forme un lecho rocoso-limoso en algunas zonas y limo-arenoso en otras, y que en la época lluviosa, cuando la precipitación aumenta y la sedimentación disminuye, el lecho se transforme en rocoso-arenoso o en arenoso. Los resultados obtenidos para biomasa promedio por época indican que el valor más alto corresponde a la época seca; en ésta la precipitación es mínima y se forma un sedimento en el lecho de la quebrada, que favorece el establecimiento de una población grande de invertebrados, especialmente Oligochaeta y Chironomidae (apéndice I, cuadros 2 y 3). Estas poblaciones constituyen la mayor parte de la biomasa. Con el inicio de las lluvias (época II) y hasta alcanzar el máximo de precipitación en la época III, se observa una disminución significativa en la biomasa promedio, provocada por el cambio drástico del substrato que afecta en forma evidente las poblaciones estudiadas. Al observar el apéndice I, cuadros 2 y 3 se puede apreciar que al incrementarse la precipitación la biomasa de Oligochaeta se ve más afectada que la de Chironomidae. Esto es fácilmente explicable teniendo presente que los Chironomidos poseen ganchos abdominales mediante los cuales se sujetan al substrato (Hynes, 1970; y Macan, 1966). Los Oligochetos por el contrario no poseen tal mecanismo de modo que al lavarse el substrato, en la época lluviosa, su biomasa disminuye bruscamente.

Las quebradas cerca de su origen y las que se encuentran alejadas de los centros de población, poseen aguas transparentes, más o menos puras, con su olor y sabor natural en las cuales es posible observar una biota ve -

rieda; pero a medida que la acción humana se hace evidente, con la eliminación de desechos industriales y caseros en los ríos, los efectos drásticos sobre la biota no se hacen esperar. La adición de cualquier sustancia que altere las propiedades naturales del agua se conoce con el nombre de "contaminación". Las posibles fuentes de contaminación de los ríos, (Coker, 1954), son la atmósfera, áreas forestales, pantanos, fincas, carreteras, pueblos y ciudades con los desperdicios caseros e industriales; las tres primeras son de origen natural, pero el resto son fuentes de contaminación humana. Según Usinger (1956) los desechos pueden ser de tres tipos: físicos, los que incluyen la arena y otros agentes erosivos; químicos, los que comprenden materiales tóxicos provenientes de las fábricas, insecticidas y otros venenos; orgánicos, provenientes de cloacas y desperdicios de fábricas de alimentos y fertilizantes. La contaminación de acuerdo con el tiempo de acción puede ser ocasional o continua.

En el desarrollo de este trabajo se puso de manifiesto la importancia de otro factor, que junto con la precipitación, ha permitido explicar la situación existente en el área de estudio; este factor es la contaminación. Las zonas A, B y C estuvieron, durante el estudio, bajo la influencia de la contaminación orgánica; las zonas D, F, E, I y J estuvieron bajo la influencia de la contaminación orgánica y química continua; y las zonas G y H además de la contaminación orgánica estuvieron bajo la influencia de la contaminación ocasional con alquitrán.

Según Coker (1954) y Hynes (1966) la contaminación por residuos orgánicos produce una considerable disminución del oxígeno disuelto, debido a la acción de bacterias y hongos descomponedores, cuyos productos se pueden observar en las zonas de alta contaminación en forma de burbujas de gases como anhídrido carbónico, metano y sulfuro de hidrógeno. Esa condición de bajo contenido de oxígeno permite el aumento de los organismos resistentes, propiciada además por la eliminación de predadores naturales menos resistentes, disminución de la competencia y el aumento de microorganismos que constituyen su alimento. En las zonas de contaminación crítica, la población dominante es Oligochaeta (Tubificidae), pero a medida que la fuente de contaminación se aleja, es sustituida por Chironomidae y posteriormente por otros grupos.

En las zonas "A", "B" y "C", se observa una situación parecida a la descrita por Coker (1954) y Hynes (1966). En la zona "A", la más cercana a la fuente de contaminación se obtuvo el valor máximo en la biomasa de Oligochaeta así como el mayor índice de dominancia, en cambio le correspondió el índice de diversidad menor; al alejarse de esta zona, (zonas "B" y "C"), se nota una progresiva sustitución de Oligochaeta por Chironomidae (Cuadro Nº 3 y Apéndice I, cuadros 2 y 3), y el aumento paulatino en la biomasa de los grupos menos resistentes a la contaminación como Gastropoda y Crustacea. En la zona "C", la más alejada de la fuente de contaminación, se obtuvo la mayor cantidad de individuos como Trichoptera, Tricladida, Ephemeroptera y Odonata que son muy sensibles a la contaminación (Eliansen 1952; Welch, 1952; Hynes, 1966; Macan, 1966; y Pickavance, 1971).

Las zonas "G" y "H" contaminadas con el alquitrán, arrojaron resultados muy interesantes. En la zona "G", con poca contaminación orgánica y sustrato básicamente rocoso, se observó los valores más altos en biomasa total, y en los índices de dominancia y diversidad (Cuadro Nº 5); la biomasa de Chironomidae es mayor en la zona "G", en cambio la de Oligochaeta es mayor en la zona "H". Debemos considerar que la zona "H" estuvo bajo el efecto de la contaminación orgánica (pepeles, basura, etc), además de la contaminación con alquitrán, y a que el agua - tiende a estancarse. Con base a lo anterior y a lo observado por Elianssen (1952); Coker (1954) y Hynes (1966), es posible inferir que la contaminación fue más crítica en la zona "H".

El complejo de zonas contaminadas con los productos químicos de las fábricas textiles vecinas muestra resultados variados de acuerdo al grado de polución. En la zona "D", la contaminación se puede considerar crítica debido a la mayor concentración de sustancias químicas; en ella es posible observar la menor biomasa total, la dominancia de Oligochaeta sobre Chironomidae y el menor valor en el índice de diversidad. En las zonas "E" se mantiene la situación de una mayor biomasa de Oligochaeta, pero la biomasa total aumenta significativamente. A medida que la fuente de contaminación se aleja, la situación se invierte, es decir, la biomasa de Chironomidae aumenta y la de Oligochaeta disminuye (Cuadro Nº 3); la situación anterior fue observada por Elianssen (1952) y Pickavance (1971). Se puede observar que la zona "E" muestra el índice de diversidad mayor (Cuadro Nº 5) y el mayor número de individuos sensibles a la contaminación como Odonata, Trichoptera y Pelecypoda (Cuadro Nº 7); si se toma en cuenta que esta zona se encuentra en la confluen-

cia del ramal I y del ramal II, es posible suponer que esa situación se debe a que los organismos del ramal I fueron arrastrados hacia la zona "E".

Las zonas "C", "D", "F", "G" e "I" se pueden comparar para observar la influencia de los diferentes factores contaminantes y el efecto de la concentración de los mismos. El índice de diversidad disminuyó en el orden C, G, F, I y D, lo cual está acorde con lo esperado e indica que la contaminación química en el área de estudio, es más crítica que la orgánica; esto se evidencia además por la ausencia de grupos como *Sphag*riidae, *Planariidae*, *Trichoptera*, *Baetidae* e *Hirudinae* en el área que está bajo la influencia de las sustancias químicas; ya que Eliassen (1952), Welch (1952), Kendeigh (1961), Hynes (1966), Macan (1966), y Pickavance (1971) indican que esos grupos son muy sensibles a la contaminación.

Eliassen (1952), Gaufin & Tarzwell (1956), Hynes (1966), y Ehrenfeld (1972) encontraron que ciertas algas, bacterias y hongos, organismos como *Oligochaeta* (*Tubificidae*), *Chironomidae* (algunas sub-familias) de la tierra del fondo, *Psychodidae* y *Syrphidae* de las aguas marginales y *Culicidae* de la superficie sirven como indicadores de contaminación. Estos grupos son resistentes a las condiciones de contaminación intensa porque poseen mecanismos especiales que les permiten vivir en zonas con bajo contenido de oxígeno; debido a que poseen adaptaciones fisiológicas y de comportamiento especiales (*Oligochaeta* y *Chironomidae*), o porque tienen estructuras que les permiten proveerse del oxígeno atmosférico (*Psychodidae*, *Syrphidae* y *Culicidae*). Considerando lo anterior y los resul

tados obtenidos en esta investigación, se puede considerar que en nuestro medio es posible usar el aumento de las poblaciones de Chironomidae y Oligochaeta como indicadores de contaminación.

Si se considera que entre la zona "A", zona de contaminación orgánica crítica y la zona "C", donde se empieza a notar un debil restablecimiento de la biota; existe una distancia de 300 m aproximadamente; y entre la zona "D" (zona de máxima concentración de contaminación química) y la zona "J" (la más retirada del área en estudio) hay una distancia de aproximadamente 800 m es posible observar que aunque la zona "J" está más alejada de la fuente de contaminación de lo que está la zona "C"; la biota no se restablece con la misma rapidéz. Con la observación anterior, y siempre susceptible a una ulterior investigación, es posible inferir que la acción de la contaminación química, en la Ciudad Universitaria "Rodrigo Facio", es más drástica y prolongada que la contaminación orgánica.

Es indudable que el área de estudio está bajo la influencia de diferentes fuentes de contaminación que afectan su biota considerablemente. Este es un caso clásico de los efectos dañinos que la acción del hombre ocasiona sobre el medio ambiente y que con su falta de previsión tiende a intensificarse. Es innegable la existencia de la contaminación natural, pero existen mecanismos dentro del ecosistema que tienden al restablecimiento del equilibrio. La contaminación por la acción humana es más crítica que la natural porque el ritmo de contaminación es mucho mayor que el del restablecimiento natural. Desgraciadamente el control de la contaminación se comienza a enfocar cuando ha alcanzado niveles críticos y hasta dramáticos.

RESUMEN

Esta investigación se realizó en la Ciudad Universitaria "Rodrigo Facio" de Costa Rica, en 7 zonas a lo largo de la quebrada "Los Negritos" y en tres situadas en dos acequias adyacentes. En toda esta área hay varias fuentes de contaminación; química, proveniente de fábricas textiles vecinas y orgánica de origen doméstico.

El área estudiada contiene una comunidad grande de invertebrados, los que fueron clasificados hasta el taxón inferior posible de acuerdo a la información disponible. Los organismos más comunes fueron Oligochaeta y Chironomidae de los cuales los primeros mostraron una evidente disminución al aumentar el volumen de las lluvias, mostrándose, al mismo tiempo, más resistentes a la contaminación.

Con los resultados obtenidos es posible constatar, que al igual que en trabajos realizados en zonas templadas, el aumento significativo de las poblaciones de Chironomidae y Oligochaeta se pueden utilizar como indicador de contaminación.

Basándose en el análisis de los índices de dominancia y densidad, y en la presencia de grupos resistentes o no a la contaminación, la investigación indica que en el área de estudio, la contaminación química tiene un efecto más drástico y prolongado sobre la biota existente que el de la contaminación orgánica.

L I T E R A T R A C I T A D A

- Berdach, J. 1966. Historia natural de los ríos. Editorial Letras S.A. México D.F. 270 pp.
- Biolley, P. 1897. Moluscos terrestres y fluviátiles de la meseta central de Costa Rica. Tipografía Nacional San José, Costa Rica. 18 pp.
- Coker, R.E. 1954. Streams Lakes. Ponds. Chapel Hill. The University of North Carolina Press. 327 pp.
- Chutter, F.M. 1968. The effects of silt and sand on the invertebrate fauna of streams and rivers. Hidrobiología. 37(1):57-76.
- Deewey, E. 1957. Limnologic studies in middle america. Trans Conn. Acad. Art. Sci. 39:213-328.
- Echeverría, M.A. 1934. Conclusiones derivadas de un estudio físico comparativo de los suelos de la Escuela Nacional de Agricultura. Tesis mecanografiada. Univ. de Costa Rica. 44 pp.
- Ehrenfeld, D.W. 1972. Conservación y biología. Nueva Editorial Interamericana S.A. de C.V. México. 229 pp.
- Elianssen, R. 1952. Stream pollution. Sci. Amer. 186:17-21.
- Frost, S. 1971. Evaluation of a technique for sorting and counting stream invertebrates. Can. Jour. Zool. 49:879-883.
- García Díaz, J. 1938. An ecological survey of the fresh water insects of Puerto Rico. Jour. Agric. Univ. Puerto Rico. 22(21):43-95.
- Gaufin, A.R. & C.M. Tarzwell, 1956. Aquatic macro-invertebrate communities as indicators of organic pollution in Lytle creek. Sewage and Industrial Wastes 28(7):906-924.
- Harrison, A.D. & J.F. Elsworth, 1958. Hydrobiological studies on the Great Berg River, Western Cape Province. Part I. General description chemical studies and main features of the flora and fauna. Trans. R. Soc. S. Afr. 35:125-226.

- Harrison, A.D. 1965. River zonation in Southern Africa. Arch Hydrobiol. 61:380-389.
- Hynes, H.B.N. 1966. The biology of polluted waters. Liverpool University Press. 202 pp.
- Hynes, H.B.N. 1970. The ecology of running waters. University of Toronto Press. Canada. 555 pp.
- Hynes, H.B.N. 1971. Zonation of the invertebrate fauna in West Indian Stream. Hydrobiologia 38(1):1-8.
- Illies, J. 1964. The invertebrate fauna of the Huallaga, a Peruvian tributary of the Amazon River, From, the Sources down Tingo María. Verh. Int. Verh. Theor. Angew. Limnol. 15:1077-1083.
- Johansen, O.A. 1934. Aquatic diptera, part I. Nemocera. Exclusive Chironomidae and Ceratopogonidae. Corn Univ. Agr. Exp. Sta. Memoir. 164:1-71.
- Johansen, O.A. 1935. Aquatic diptera Part II. Orthorrhapha Brachycera and Cyclorrhapha. Corn. Univ. Agr. Exp. Sta. Memoir. 177:1-62.
- Johansen, O.A. 1937a. Aquatic diptera. Part III. Chironomidae Subfamilies. Tanypodinae. Diamesinae and Orthocla-diinae. Corn. Univ. Agric. Exp. Sta. Memoir. 205:1-102.
- Johansen, O.A. 1937b. Aquatic diptera. Part IV. Chironomidae, Subfamily Chironominae. Corn. Univ. Agric. Exp. Sta. Memoir 210:1-56.
- Kendeigh, S.Ch. 1961. Animal ecology. Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J. 468. pp.
- Macan, T.T. 1966. Fresh-water ecology. Third Impresion. John Wiley & Sons Inc. New York. N.Y. 338 pp.
- Malek, E.A. 1962. Laboratory guide and notes for medical malacology. Burgess Publishing Company. Minneapolis Minn. 154. pp.
- Margalef, R. 1951. Diversidad de especies en las comunidades naturales. Publnes. Inst. Biol. Apl., Barcelona 6:59-72.
- Marlier, G. 1954. Recherches hydrobiologiques dans les rivières du Congo Oriental II. Etude Ecologique. Hydrobiologic 6:225-264.

- Mc Cafferty, W. 1969. Habitat preference and drift on the aquatic insect fauna of two tropical rivers. Trabajo en un curso de biología tropical de la U.T.S.
- Needham, J.C. & R.R., Needham. 1964. a Guide to the study of fresh-water biology. Holden-Day. Inc. San Francisco. 108 pp.
- Odum, E. 1972.. Ecología. Tercera Edición, Nueva Editorial Interamericana, S.A. de C.V. México, 639 pp.
- Oliff, W.D. 1960a. Hydrobiological studies on the Tugela River System. Part I. the Main Tugela River. Hydrobiologia. 14:281-385.
- Oliff, W.D. 1960b. Hydrobiological studies on the Tugela River System Part II. Organic pollution in the Bushmans River. Hydrobiologia 16:136-196.
- Oliff, W.D. 1963. Hydrobiological studies on the Tugela River System Part III. The Buffalo River. Hydrobiologia 21:355-379.
- Oliff, W.D. & J.L. King. 1964. Hydrobiological studies on the Tugela River System. Part IV. The Mooi River. Hydrobiologia. 24:567-583.
- Oliff, W.D., P.H. Kemp & J.L. King. 1965. Hydrobiological studies on the Tugela River System Part. V. The Sundays River. Hydrobiologia. 26:189-202.
- Pennak, R.W. 1953. Fresh-water invertebrates of the United States. The Ronald Press Company. New York. 769 pp.
- Peterson, A. 1960. Larvae of insects. An introduction to Nearctic Species. Part II. Fourth Edition. Edwards Brother, Inc. Michigan 416 pp.
- Pickavance, J.R. 1971. Pollution of a stream in Newfoundland; Effects on invertebrate fauna. Biol. Conserv. 3(4):264-268.
- Ringuelet, R.A. 1962. Ecología acuática continental. Editorial Universitaria de Buenos Aires, Argentina, 138 pp.
- Rosales, C.A. 1966. Análisis y descripción del clima del Valle Central Occidental de Costa Rica. Tesis Univ. de Costa Rica. 133 pp.
- Ruíz, A. 1961. Ciliados de vida libre de la ciudad universitaria, Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 9(2):209-214.

- Thomsen, W.C. 1937. Aquatic diptera. Part. V. Ceratopogonidae. Corn. Univ. Agric. Exp. Sta. Memoir 210:57-80.
- Tristán, J.F. 1897. Insectos de Costa Rica. Tipografía Nacional, José, Costa Rica. 21 pp.
- Usinger, R.L. 1956. Aquatic insects of California. University of California Press. Berkeley and Los Angeles, 508 pp.
- Vargas, M. 1967. Llave gráfica para larvas de los géneros de Culicidae en Costa Rica. O'Bios 2(1):29-30.
- Vargas, M. y B.V., Travis. 1973. Bionomía de los simúlidos (Diptera: Simuliidae) en Costa Rica: IV Localización y descripción de los lugares de recolección Rev. Biol. Trop. 21(1):143-175.
- Vargas, M. 1973. A pictorial key for the common families of aquatic diptera around Ithaca, N.Y. 22 pp. en Prensa.
- Ward, H.B. and G.Ch. Whipple. 1959. Fresh-water biology. Second Edition. W.T. Edmondson Editor. John Wiley Y Sons. Inc. 1248 pp.
- Welch, P.S. 1952. Limnology. Second Edition Mc Graw-Hill Book Company, Inc. 538 pp.

ZONAS	E P O C A S								TOTALES
	I		II		III		IV		
	muestra		muestra		muestra		muestra		
	1	2	1	2	1	2	1	2	
A	5.06	0.44	*	4.49	*	*	0.35	0.61	10.98
B	0.15	0.15	0.44	0.47	*	*	0.06	0.41	1.68
C	2.00	2.34	0.11	0.08	0.31	*	0.24	0.11	5.19
D	0.59	1.36	*	*	*	*	0.60	*	2.85
E	0.59	0.22	0.39	*	0.18	*	3.98	*	5.66
F	2.22	0.38	0.27	0.08	2.65	0.14	*	0.85	6.59
G	0.97	0.14	0.12	0.11	*	*	0.32	2.65	4.31
H	2.26	1.20	*	0.23	*	*	0.14	0.23	4.06
I	0.71	0.71	0.61	0.89	0.06	*	*	1.42	4.40
J	0.53	0.96	1.19	0.87	*	*	*	0.81	4.46
TOTAL	23.66		10.35		3.34		12.81		50.18
\bar{x}	1.164		0.690		0.668		0.854		

Cuadro 1. Biomasa total (cc) por zona y por época. (- ausencia * volumen no detectable).

ZONAS	E P O C A S								TOTALES
	I		II		III		IV		
	muestra		muestra		muestra		muestra		
	1	2	1	2	1	2	1	2	
A	4.50	0.26	*	0.60	*	-	*	-	5.66
B	*	*	0.14	0.06	*	*	*	0.09	0.29
C	*	*	*	*	*	-	*	*	0.00
D	0.89	0.24	*	*	*	*	0.50	*	1.63
E	0.89	0.22	0.39	*	0.08	*	3.26	*	4.84
F	1.26	*	*	*	0.17	0.14	*	0.25	1.82
G	0.82	0.06	*	*	*	-	0.18	0.76	1.82
H	1.80	*	*	*	*	-	-	0.17	1.97
I	0.09	0.63	0.55	0.37	0.06	*	*	0.24	1.94
J	0.29	0.64	0.09	0.54	*	*	*	0.49	2.05
TOTAL	12.89		2.74		0.45		5.94		22.02
\bar{x}	0.92		0.34		0.11		0.66		

Cuadro 2. Biomasa (cc) de Oligochaeta por zona y por época. (- ausencia * volumen no detectable).

ZONAS	E P O C A S								TOTALES
	I		II		III		IV		
	muestra		muestra		muestra		muestra		
	1	2	1	2	1	2	1	2	
A	0.11	0.18	+	3.71	-	-	0.38	0.61	4.99
B	0.15	+	0.17	0.41	+	+	0.06	0.22	1.01
C	1.75	2.34	+	0.08	+	+	+	0.11	4.28
D	-	1.12	+	+	+	+	0.10	*	1.22
E	+	+	+	+	0.10	+	0.72	+	0.82
F	0.96	0.38	0.27	0.03	2.24	+	+	0.60	4.53
G	0.15	0.08	0.12	0.11	+	-	0.14	1.26	2.46
H	0.36	0.83	+	0.23	+	+	0.14	0.06	1.62
I	0.17	0.08	0.06	0.52	+	+	+	1.18	2.01
J	0.34	0.32	1.10	0.33	-	-	+	0.32	2.41
TOTAL	9.32		7.19		2.34		6.50		25.35
\bar{x}	0.58		0.55		1.17		0.46		

Cuadro 3. Biomasa (cc) de Chironomidae por zona y por época. (- ausencia * volumen no detectable)

ZONAS	E P O C A S								TOTALES
	I		II		III		IV		
	muestra		muestra		muestra		muestra		
	1	2	1	2	1	2	1	2	
A	+	+	+	0.18	-	-	+	+	0.18
B	+	0.15	0.06	-	-	-	-	-	0.21
C	0.15	+	+	-	0.31	-	-	+	0.46
D	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
E	-	-	+	-	-	-	+	-	0.00
F	-	-	-	-	+	-	-	-	0.00
G	+	+	-	-	-	-	-	+	0.00
H	0.10	0.32	+	+	-	-	-	+	0.42
I	0.45	-	+	+	-	-	-	+	0.45
J	-	-	-	-	-	+	-	-	0.00
TOTAL	1.17		0.24		0.31		0.00		1.72
\bar{x}	0.23		0.12		0.31		0.00		

Cuadro 4. Biomasa de Gastropoda (cc) por zona y por época. (- ausencia * volumen no detectable).

ZONAS	E P O C A S								TOTALES
	I		II		III		IV		
	muestra		muestra		muestra		muestra		
	1	2	1	2	1	2	1	2	
A	0.15	-	-	+	-	-	+	+	0.15
B	-	+	0.07	+	+	+	-	+	0.07
C	+	+	+	-	+	-	-	+	0.00
D	-	-	-	-	-	-	+	-	0.00
E	-	-	-	-	+	+	+	-	0.00
F	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
G	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
H	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
I	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
J	-	-	-	+	-	-	-	-	0.00
TOTAL	0.15		0.07		0.00		0.00		0.22
\bar{x}									

Cuadro 5. Biomasa de Pelecypoda (cc) por zona y por época (- ausencia * volumen no detectable)

ZONAS	E P O C A S								TOTALES
	I		II		III		IV		
	muestra		muestra		muestra		muestra		
	1	2	1	2	1	2	1	2	
A	-	-	-	+	-	-	+	-	0.00
B	-	-	-	-	+	-	-	0.05	0.05
C	0.10	+	0.11	+	+	-	+	+	0.21
D	-	-	+	-	-	-	-	-	0.00
E	-	-	+	-	+	+	+	-	0.00
F	-	-	+	-	+	-	-	-	0.00
G	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
H	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
I	+	-	-	-	-	-	-	-	0.00
J	-	+	-	-	-	-	-	-	0.00
TOTAL	0.10		0.11		0.00		0.05		0.26
\bar{x}									

Cuadro 6. Biomasa (cc) de Crustacea por zona y por época (- ausencia * volumen no detectable).

APENDICE II

Fotografías de las zonas estudiadas en la
época lluviosa y en la época seca

Fig. 1a. Zona "A". Epoca seca.

Fig. 1b. Zona "A". Epoca lluviosa



Fig. 2a. Zona "B". Epoca seca.

Fig. 2b. Zona "B". Epoca lluviosa



Fig. 3a. Zona "C". Epoca seca.

Fig. 3b. Zona "C". Epoca lluviosa



Fig. 4a. Zona "D". Epoca seca

Fig. 4b. Zona "D". Epoca lluviosa.



Fig. 5a. Zona "E". Epoca seca

Fig. 5b. Zona "E". Epoca lluviosa.



Fig. 6a. Zona "F". Epoca seca

Fig. 6b. Zona "F". Epoca lluviosa.



Fig. 7a. Zona "G". Epoca seca

Fig. 7b. Zona "G". Epoca lluviosa.



Fig. 8a. Zona "H". Epoca seca

Fig. 8b. Zona "H". Epoca lluviosa.



Fig. 9a. Zona "I". Epoca seca

Fig. 9b. Zona "I". Epoca lluviosa.



Fig. 10a. Zona "J". Epoca seca

Fig. 10b. Zona "J". Epoca lluviosa.



PLATE II.

Showing utilization of water by the animal



APENDICE III

Código utilizado para registrar algunos
datos correspondientes a los organis -
mos presentes en el estudio

CODIGO

EPOCAS

- I. Epoca seca
- II. Epoca de transición
- III. Epoca lluviosa
- IV. Epoca de transición

MUESTREO

- ' primero
- '' segimdp

GRUPOS

ESTADOS

1. Diptera

a. Chironomidae

b. Simuliidae

c. Tabanidae

d. Culicidae

e. Otros

h. Psychodidae

i. Stratiomyidae

l.- Larve

p.- pupa

Ad.- adulto

m.- mudas

n.- ninfas

en c.- en casas de
Chironomidae

2. Trichoptera

3. Plecoptera

4. Ephemeroptera

5. Coleoptera

6. Neuroptera

7. Crustácea

8. Mollusca

f. Gastrópoda

g. Pelecypoda

9. Tricladida

10. Hirudinea

11. Oligochaeta

12. Hemiptera

j. Belostomatidae

13. Odonata

APENDICE IV

Formulario para registro de colecta.

APENDICE V

Lista de las especies botánicas
mencionadas en el trabajo

LISTA DE LAS ESPECIES VEGETALES

MENCIONADAS EN EL TRABAJO

- Acalypha L.
Bambusa vulgaris Schrad.
Cecropia obtusifolia Bertoloni
Cestrum L.
Citharexylum Donnell-Smithii Greenm.
Coffea arabica L.
Coix Lacryma-Jobi L.
Conostegia xalapensis (Bonpl.) D. Don.
Cordia glabra L.
Costus L.
Croton L.
Croton gossypiifolius Vahl.
Dupania glabra Swartz.
Datura arborea L.
Erythrina Poeppigiana (Walp.) Kook.
Eugenia jambos L.
Ficus costaricana (Liebm) Miq.
Ficus padifolia HBK.
Hamelia patens Jacq.
Hedychium coronarium Koenig
Impatiens wallerana Hook. f.
Inga vera Will ssp. spuria (Willd) J. León
Licaria limbosa (Ruiz & Pavón) Kostermans.
Lippia Torresii Standl.

Miconia Ruiz et Pavón

Montanoa Hibiscifolia Benth.

Orepanax xalapense (HBH.) Dcne. & Planch.

Pennisetum purpureum Schumacher

Persea caerulea (Ruiz & Pavón) Mez.

Phoebe mexicana Meisn.

Piper L.

Polygonum L.

Pouteria mammosa (L.) Cronq. APPENDICE VI

Psidium guajava L.

Quamoclit Tourn. ex Moench

Solanum L. Los principios con los cuales se realizó el estudio

Stemmadenia glabra Benth. En tanto el cual se realizaron los

Tabebuia rosea (Bertol.) DC. la información existente

Trema micrantha (L.) Blume.

Trichilia glabra L.

Turpinia occidentalis (Swartz) Don.

Vernonia. Schreb.

Lista de los organismos con los cuales se realizó el estudio indicando el taxón hasta el cual se pudieron clasificar con la información existente

I N V E R T E B R A D O S

<u>GRUPO</u>	<u>FAMILIA</u>	<u>GENERO</u>	<u>ESPECIE</u>
OLIGOCHAETA			
HIRUDINEA	Glossiphonidae		
	Piscicolidae		
TRICLADIDA	Planariidae		
ACARINA			
AMPHIPODA	Talitridae	Hyaella	azteca
COLLEMBOLA			
EPHEMEROPTERA	Baetidae		
ODONATA	Agrionidae	Agrion	sp.
	Coeagrionidae		
TRICOPTERA	Hydropsichidae	Smicridae	sp.
HEMIPTERA	Belostomatidae	Abedus	sp.
COLEOPTERA	Dytiscidae	Rhantus	sp.
	Elmidae		
DIPTERA	Chironomidae	Tipo N°1	
		Tipo N°2	
		Tipo N°3	
		Tipo N°4	
		Tipo N°5	
	Psychodidae		
	Culicidae	Culex	sp.
	Ceratopogonidae		
	Tipulidae		
	Empididae		
	Simuliidae	Simulium	sp.
	Stratiomyiidae		

<u>GRUPO</u>	<u>FAMILIA</u>	<u>GENERO</u>	<u>ESPECIE</u>
	Tabanidae		
	Syrphidae	Erystalis	sp.
GASTROPODA	Physidae	Physa	sp.
	Ancylidae	Ferrisia	sp.
	Planorbidae		
PELECYPODA	Sphaeridae	Pisidium	sp.