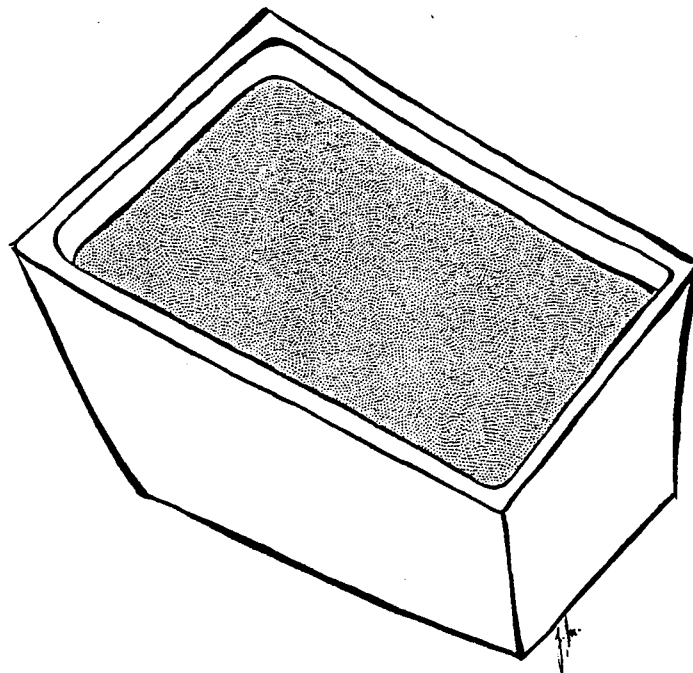


**ESTUDIO DE LOS PROCESOS  
DE COLONIZACION  
DE MEDIOS ARTIFICIALES POR  
INSECTOS ACUATICOS  
EN EL SURESTE IBERICO.**



Josefa Velasco García

UNIVERSIDAD DE MURCIA. 1989

Departamento de Biología Animal y Ecología.  
Facultad de Biología. Universidad de Murcia.

" ESTUDIO DE LOS PROCESOS DE COLONIZACION  
DE MEDIOS ARTIFICIALES POR INSECTOS  
ACUATICOS EN EL SURESTE IBERICO."

Memoria presentada por  
JOSEFA VELASCO GARCIA  
para optar al grado de  
Doctora en Biología.



Murcia, 1 de Septiembre de 1989.

AGUSTIN G. SOLER ANDRES, Catedrático de Biología Animal  
y LUIS RAMIREZ DIAZ, Catedrático de Ecología del  
Departamento de Biología Animal y Ecología, de la Universidad  
Murcia

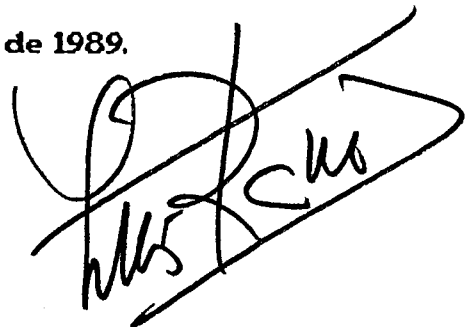
Certifican:

Que la memoria adjunta, titulada: "*Estudio de los procesos de colonización de medios artificiales por insectos acuáticos en el Sureste Ibérico*" que presenta JOSEFA VELASCO GARCIA para aspirar al grado de Doctora en Biología, ha sido realizada bajo nuestra dirección.

Murcia, 1 de Septiembre de 1989.



Fdo. Agustín G. Soler Andrés.



Fdo. Luis Ramírez Díaz.



Departamento de  
Biología Animal y Ecología  
Campus Universitario Espinardo  
UNIVERSIDAD DE MURCIA  
30100 MURCIA

**LUIS RAMIREZ DIAZ**, Catedrático de Ecología y Director del Departamento de Biología Animal y Ecología de la Facultad de Biología de la Universidad de Murcia

**Certifica**

que el trabajo contenido en la memoria titulada: "*Estudio de los procesos de colonización de medios artificiales por insectos acuáticos en el Sureste Ibérico*", que presenta la Licenciada Dña. JOSEFA VELASCO GARCIA para optar al grado de Doctora en Biología, se ha realizado íntegramente en este Departamento bajo la dirección del Dr. Agustín G. Soler Andrés y él mismo, y reúne los requisitos necesarios para ser sometida a su pública defensa.

Y para que así conste a los efectos oportunos, firmo la presente en Murcia a 1 de Septiembre de 1989.

Fdo: Luis Ramírez Díaz  
Director del Departamento.

A Laura

## AGRADECIMIENTOS

Muchas personas han colaborado en la realización de esta memoria, y a todas ellas quiero expresar mi más sincero agradecimiento.

En primer lugar, al Departamento de Biología Animal y Ecología de la Universidad de Murcia, que me facilitó el material y medios necesarios para la realización de este estudio.

A Luis Ramírez y Agustín Soler, directores del trabajo que me apoyaron y aconsejaron en todo momento.

A Carlos Montes, que me inició en este campo de investigación, y al que debo la idea original del presente estudio.

A M<sup>a</sup> Rosario Vidal-Abarca y M<sup>a</sup> Luisa Suárez, que siguieron el trabajo desde sus inicios, hasta sus etapas finales como compañeras y amigas.

A todos los especialistas que determinaron y confirmaron los distintos taxones, entre ellos, Oscar Soriano, M<sup>a</sup> Angeles Puig y Sebastián López.

A Jose Antonio Palazón y Jose Francisco Calvo por sus recomendaciones en el tratamiento estadístico de los datos.

A Rosa y Jesús, que me ayudaron en el diseño gráfico y elaboración de la mayoría de las figuras y me acompañaron y estimularon en los momentos difíciles.

En general, a mis amigos y compañeros de Departamento,

Manolo, Andrés Giménez, Jose Luis, Miguel Angel y Rosa, que hicieron que el ambiente de trabajo fuera muy agradable.

Y, especialmente a Andrés, compañero insustituible de trabajo y de la vida diaria, que me ofreció todo su conocimiento, ayuda y comprensión para la realización de este estudio.

## INDICE

1. <u>INTRODUCCION</u> .....	1
2. <u>MATERIAL Y METODOS</u> .	
2.1. LOS ESTANQUES: CONDICIONES DEL ESTUDIO.....	13
2.2. PROGRAMA DE MUESTREO.....	19
2.2.1. Periodo de estudio. Frecuencia en la toma de muestras.....	19
2.3.1. Parámetros ambientales medidos.....	20
2.3.2. Muestreo de la taxocenosis de insectos acuáticos.....	28
2.3. IDENTIFICACION DE LOS DIFERENTES TAXONES.....	30
2.4. ELABORACION Y ANALISIS DE LOS DATOS.....	38
3. <u>ESTUDIO DE LOS PRINCIPALES FACTORES CLIMATICOS</u> .	
3.1. INTRODUCCION.....	41
3.2. CARACTERISTICAS CLIMATICAS DEL AREA DE ESTUDIO.....	43
3.2.1. Régimen termo-pluviométrico.....	44
3.2.2. Variabilidad en la precipitación anual.....	55
3.3. CARACTERISTICAS CLIMATICAS DURANTE EL CICLO ANUAL DE ESTUDIO.....	56
3.3.1. Régimen térmico.....	59
3.3.2. Régimen pluviométrico.....	60
3.3.3. Régimen de insolación.....	65



3.3.4. Régimen de vientos.....	66
3.4. PERIODOS CLIMATICOS DURANTE EL CICLO	
ANUAL DE ESTUDIO.....	71
3.5. CARACTERISTICAS MICROCLIMATICAS.....	73
3.6. DISCUSION.....	81
4. <u>VARIACION Y CARACTERIZACION TEMPORAL DE LA</u>	
<u>LA COMPOSICION FISICO-QUIMICA DEL AGUA DE LOS</u>	
<u>ESTANQUES.</u>	
4.1. INTRODUCCION.....	83
4.2. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA COMPOSI-	
CION FISICO-QUIMICA DEL AGUA DE LOS	
ESTANQUES: VARIACION TEMPORAL.....	84
4.3. CARACTERIZACION TEMPORAL DE LA COMPOSI-	
CION FISICO-QUIMICA DEL AGUA DE LOS	
ESTANQUES: PRINCIPALES TENDENCIAS DE	
VARIACION.....	101
4.4. DISCUSION.....	114
5. <u>EL MEDIO BIOTICO: COMPOSICION Y ESTRUCTURA DE</u>	
<u>LAS COMUNIDADES DE INSECTOS ACUATICOS DE LOS</u>	
<u>ESTANQUES.</u>	
5.1. INTRODUCCION.....	117
5.2. METODOLOGIA.....	120
5.3. LISTA FAUNISTICA.....	122
5.4. REVISION BIBLIOGRAFICA SOBRE LA BIOLOGIA	
Y ECOLOGIA DE LAS ESPECIES.....	126

5.5. DESCRIPCION GLOBAL DE LAS COMUNIDADES DE	
INSECTOS ACUATICOS DE LOS ESTANQUES.....	163
5.5.1. Riqueza y composición específica.....	163
5.5.2. Frecuencia y dominancia.....	174
5.5.3. Diversidad y equitabilidad.....	192
5.6. VARIACION TEMPORAL DE LA ESTRUCTURA DE	
LAS COMUNIDADES DE INSECTOS ACUATICOS DE	
LOS ESTANQUES.....	195
5.6.1. Variación temporal de las poblaciones.	196
5.6.2. Secuencia de colonización: llegada y	
asentamiento de las poblaciones.....	321
5.6.3. Variación temporal del espectro de	
abundancias relativas.....	331
5.6.4. Variación temporal de los índices de	
diversidad y equitabilidad.....	354
5.7. ESTRUCTURA TROFICA DE LAS COMUNIDADES DE	
INSECTOS ACUATICOS DE LOS ESTANQUES.....	362
5.7.1. Recursos alimenticios.....	363
5.7.2. Riqueza trófica.....	367
5.7.3. Dominancia trófica.....	368
5.8. DISCUSION.....	382

6. ASPECTOS DE BIOGEOGRAFIA INSULAR: LOS ESTANQUES  
COMO ISLAS.

6.1. INTRODUCCION.....	391
6.2. METODOLOGIA.....	394
6.3. CURVAS DE COLONIZACION.....	395

6.4. CURVAS DE LAS TASAS DE INMIGRACION Y EXTINCIION.....	415
6.5. DISCUSION.....	431
7. <u>ANALISIS DE LOS FACTORES QUE AFECTAN LOS PROCESOS DE COLONIZACION Y EL ESTABLECIMIENTO DE LAS POBLACIONES DE INSECTOS ACUATICOS DE LOS ESTANQUES.</u>	
7.1. INTRODUCCION.....	435
7.2. FACTORES QUE CONTROLAN LOS PROCESOS DE COLONIZACION.....	436
7.3. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL ESTABLECIMIENTO DE LAS POBLACIONES DE INSECTOS ACUATICOS DE LOS ESTANQUES. TIPOS BIOLOGICOS.....	442
7.4. DISCUSION.....	452
8. <u>DISCUSION GENERAL Y CONCLUSIONES.</u> .....	455
9. <u>BIBLIOGRAFIA.</u> .....	479
10. <u>APENDICES.</u>	

# 1. INTRODUCCION.

## 1. INTRODUCCION.

Para los insectos acuáticos, el mundo es un mosaico de medios, que cambian, aparecen o desaparecen con diferente periodicidad y predicibilidad (SHELDON, 1984).

En medios acuáticos naturales de aguas templadas, se crean estacionalmente nuevos nichos, quedando otros vacíos debido a la emergencia de las especies que previamente los ocupaban. En los periodos de lluvia o de deshielo, se llenan charcas o cursos temporalmente secos, e incluso, si estos fenómenos son muy intensos, pueden ocasionar fuertes crecidas en ríos, que arrastran y destruyen las comunidades establecidas.

Otro elemento perturbador de los medios acuáticos es la especie humana, que ejerce una continua e intensa alteración a través de la regulación, explotación y contaminación de sus recursos, provocando un retroceso en la sucesión de estos ecosistemas, a la vez que, crea nuevos cuerpos de agua, con la construcción de embalses, lagunas, balsas de riego, salinas, etc.

En este contexto, se deduce la importancia y frecuencia de los procesos de colonización en los ecosistemas acuáticos, constituyendo una parte integral de la sucesión de estos medios (MARGALEF, 1983) y de los ciclos de vida de la mayoría de insectos acuáticos (SHELDON, 1984).

MAYR (1965), define la colonización como la invasión de especies en hábitats perturbados o de nueva creación, y SHELDON (1984), como la secuencia de sucesos que conducen al establecimiento de individuos, poblaciones, especies o grandes grupos, en lugares donde estaban ausentes, al menos

temporalmente. Esta última definición excluye la alternativa a la colonización, que es la persistencia en estado latente o como forma de resistencia de las especies, cuando las condiciones son adversas. Muchos insectos acuáticos, generalmente los habitantes de charcas temporales, usan ambas tácticas (WIGGINS et al., 1980).

Generalmente, sucesión y colonización se consideran equivalentes y difícilmente separables, aunque el término sucesión incluye la colonización y los cambios subsecuentes (FISHER, 1983).

La colonización con éxito de una especie, es el resultado final de una serie de etapas en el comportamiento de sus individuos (FERNANDO, 1958):

- 1) Dispersión, que proporciona la base para la colonización.
- 2) Localización del hábitat.
- 3) Selección del hábitat.

A menudo, dispersión y migración se emplean indistintamente para designar los desplazamientos de las especies (JOHNSON, 1969). Según BEGON et al. (1988), la dispersión es el proceso por el cual los individuos o sus propágulos, mediante movimientos activos (andar, nadar, volar) o pasivos (transporte por el agua, viento o foresia), se alejan de su medio natal; mientras que el término migración se utiliza para indicar movimientos direccionales en masa de individuos de una especie, de una localidad a otra.

La dispersión en si misma, tiende a ser arriesgada y existirá siempre un equilibrio entre la inseguridad de vivir más tiempo en un hábitat ya ocupado o exponer los recursos y retrasar la reproducción en el acto de la colonización.

SOUTHWOOD (1977), caracteriza estas opciones como "aquí frente a otra parte" y "ahora frente a después".

La mayoría de insectos acuáticos, en estado adulto, son capaces de volar y dispersarse a otros medios, siendo este comportamiento una parte de su ciclo de vida y una adaptación para la supervivencia, relacionada fundamentalmente, con la reproducción y la alimentación (JOHNSON, 1969).

El comportamiento colonizador, es sólo una, de un conjunto de adaptaciones, que aseguran el éxito de las especies (STEARNS, 1976; 1980). Pero, aunque parece ser adaptativo y explicable por selección natural, tiene un gran componente de azar (SHELDON, 1984).

Los factores que influyen en la colonización y sucesión pueden ser externos (abióticos) o internos (bióticos), pero la importancia de unos sobre otros no está clara (PECKARSKY, 1986).

La mayoría de las primeras observaciones sobre la colonización de insectos acuáticos, se realizaron en Inglaterra, en pequeños recipientes de agua, que eran colonizados por varias especies de Coleópteros a los pocos días de su llenado (GRENSTED, 1939; PEARCE, 1939).

MULLER (1954), propone el término de "ciclo de colonización", para designar la deriva de especies, aguas abajo, en medios lóticos, así como los vuelos compensatorios, río arriba, de hembras adultas para ovopositar. Posteriormente, el mismo autor en 1982, incluye además, con este término, los movimientos de las especies entre hábitats estacionalmente favorables para su alimentación o reproducción.

Coleópteros y Heterópteros acuáticos, han sido los grupos de insectos mejor estudiados y de los que se tiene una visión más completa de su comportamiento colonizador (MACAN, 1939; BROWN, 1951; KNOWLTON, 1951; POPHAN, 1953, 1964; FERNANDO, 1958, 1959, 1960; PAJUNEN & JANSSON, 1969; FERNANDO & GALBRAITH, 1973; LANDIN & VEPSÄLÄINEN, 1977; ZALOM et al., 1979, 1980; LANDIN, 1968, 1980; MONTES, 1980), ya que poseen estados adultos de vida relativamente larga, con gran capacidad de vuelo, por lo que son de los primeros colonizadores de medios temporales.

Otros trabajos, analizan la colonización pasiva de los organismos acuáticos, utilizando la vía aérea, bien transportados por corrientes de aire, o por animales (TALLING, 1951; MAGUIRE, 1963; RZOSKA, 1984).

Los procesos de colonización han sido estudiados fundamentalmente en medios lóticos. La mayoría, se centran en la colonización de sustratos desnudos naturales o artificiales, implantados en el lecho del río (DICKSON & CAIRNS, 1972; ULSTRAND et al., 1974; TOWNSEND & HILDREW, 1976; WILLIAMS & HYNES, 1976 a; KALAF & TACHET, 1977; SHELDON, 1977; TEVESZ, 1978; WISE & MOLLES, 1979; SAW & MINSHALL, 1980; WILLIAMS, 1980; ROSENBERG & RESH, 1982; PECKARSKY, 1983, 1986, 1987; DELUCCHI, 1989), y en la recolonización o establecimiento de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos después de una inundación (BRUNS & MINCKLEY, 1980; GRAY & FISHER et al., 1982; MINSHALL et al., 1983, etc.) o una sequía (HARRISON, 1966; WILLIAMS & HYNES, 1976 c; WILLIAMS, 1977; GRISWOLD et al., 1982, etc.)

En los sistemas fluviales, existen cuatro vías principales de entrada de macroinvertebrados bentónicos: deriva corriente abajo, movimientos río arriba dentro del agua, movimientos dentro del sustrato y la vía aérea, que se



produce fundamentalmente, por la ovoposición de adultos voladores (WILLIAMS & HYNES, 1976 a).

En ríos permanentes, la deriva y el vuelo son las fuentes de recolonización más importantes (WATERS, 1964; BISHOP & HYNES, 1969; WILLIAMS & HYNES, 1969 a y b; WILLIAMS, 1980; BIRD & HYNES, 1981 a y b), mientras que en ríos temporales, adquieren mayor importancia los movimientos verticales dentro del sustrato, donde permanecen huevos y larvas de gran número de especies durante el periodo de sequía hasta la vuelta del flujo de agua al cauce (WILLIAMS, 1977), aunque la entrada aérea de adultos acuáticos voladores o la ovoposición de especies con adultos no acuáticos, sigue jugando un papel muy importante (ABELL, 1956; GRAY & FISHER, 1981; FISHER et al., 1982).

También existen abundantes estudios sobre la colonización y sucesión en charcas temporales y las estrategias de vida de sus especies pobladoras (FERNANDO, 1958, 1959; HARLAND-ROWE, 1966; REISEN, 1972; FERNANDO & GALBRAITH, 1973; BISHOP, 1974; WILLIAMS, 1975, 1985; DIEMENTIMAN & MARGALIT, 1981; McLACHLAN & CANTREL, 1980; WIGGINS et al., 1980; McLACHLAN, 1981, 1988). En estos medios, al igual que en ríos temporales, la colonización aérea es una de las principales vías de restablecimiento de las comunidades acuáticas.

En los últimos años, han sido objeto de estudio, nuevos medios acuáticos construidos por el hombre, ligados, normalmente, a cursos de ríos de los que deriva parte de su fauna colonizadora, como canales de ríos (WILLIAMS & HYNES, 1977; GORE, 1979, 1982), embalses (PATERSON & FERNANDO, 1969 a y b, 1970; McLACHLAN, 1970; CANTRELL, 1975; ERTLOVA, 1980; BOLES, 1981; DANELL & SJOBERG, 1982; CASPER, 1983; VOSHELL & SIMMONS, 1984) y arrozales (CLEMENT et al., 1977; ZALON,

1979; FERNANDO & FURTADO, 1980; ZALON et al., 1980), donde la colonización vía aérea tiene una gran importancia.

En cambio, estudios sobre la colonización y sucesión en nuevos cuerpos de agua leníticos aislados, donde la llegada aérea de organismos es la única vía de poblamiento, son muy escasos. Cabe destacar los realizados por TITMUS (1978) y STREET & TITMUS (1979) con Quironómidos, en charcas formadas en hoyos procedentes de la extracción de grava, y los de BARNES (1983) y FRIDAY (1987) con macroinvertebrados y macrófitos, en charcas de extracción de arcilla de diferentes edades.

La mayor parte de los trabajos citados, se han desarrollado en áreas templadas de Europa y Norte de América, donde la colonización tiene un marcado carácter estacional, llevándose a cabo, rápidamente, en los meses más calurosos, cuando el crecimiento, reproducción y dispersión de la mayoría de insectos acuáticos son máximos (PATERSON, 1969; WILLIAMS, 1980; SHAW & MINSHALL, 1980; VOSHELL & SIMMONS, 1984).

En España, los estudios de colonización son muy escasos: MARGALEF (1946), estudia la colonización y ecología de *Aedes aegypti* en tanques experimentales; VALDECASAS et al. (1984), aplican el modelo de colonización de biogeografía insular (MACARTHUR & WILSON, 1967) a las poblaciones de ácaros en charcas del Sistema Central; GONZALEZ et al. (1985) y PRAT et al. (1986), analizan la dinámica de colonización de poblaciones de macroinvertebrados en un río mediterráneo, mediante sustratos artificiales; y ORTEGA (1988), estudia la recolonización de una rambla en el SE. español, tras una riada.

La región de Murcia, por su situación geográfica, presenta un clima semiárido con precipitaciones escasas e irregulares, que condicionan la formación y persistencia de los cuerpos de agua, que van desde ríos y arroyos permanentes con grandes fluctuaciones en el nivel de agua, hasta ramblas y charcas de lluvia de carácter temporal, que permanecen secas durante gran parte del año. Las lluvias torrenciales se presentan con cierta periodicidad, provocando fuertes alteraciones en los cauces.

Además, en esta región, a causa de la escasez de agua y la expansión de los cultivos de regadío, han proliferado en los últimos años, la construcción de numerosas balsas artificiales para el almacenamiento de agua de riego, las cuales sufren grandes fluctuaciones de volumen, debido a su utilización.

En esta gran diversidad de medios acuáticos, los procesos de colonización adquieren un papel muy importante, ya que constituyen la principal vía de poblamiento y restablecimiento de sus comunidades.

Los medios artificiales de nueva creación son excelentes ambientes para el estudio de los procesos de colonización y sucesión, al carecer de una historia previa.

El presente estudio, se enmarca dentro de las líneas de investigación que viene desarrollando, desde 1979, el equipo de Limnología del Departamento de Biología Animal y Ecología de la Universidad de Murcia, y cuyo fin primordial es el estudio y caracterización ambiental y biológica de los diferentes medios acuáticos de zonas semiáridas como las del Sureste ibérico.

La disponibilidad, en la antigua Facultad de Biología de la Universidad de Murcia, de 10 estanques con idénticas dimensiones, ha permitido crear una heterogeneidad de medios acuáticos nuevos, en base al régimen hídrico, periodo de llenado, y a una serie de características microambientales, como el tipo de sustrato, presencia y tipo de vegetación acuática, grado de insolación, contenido en nutrientes y salinidad del agua, con el fin de detectar su efecto en los procesos de colonización y sucesión en este tipo de medios durante el primer año de su llenado.

Dichos estanques están situados en la terraza superior ( $\approx 12\text{m}$  de altura), del mencionado edificio, en el Campus Universitario de Espinardo, perteneciente al término municipal de Murcia.

La zona de estudio, se encuentra a 150m de altitud y sus coordenadas UTM son 30SXH630079.

La exposición directa de los estanques a la interperie y la proximidad de gran cantidad de medios acuáticos, que constituyen las posibles fuentes de colonización (río Segura, charcas temporales, balsas de riego, ramblas, salinas interiores, etc.), facilitan el poblamiento de estos medios.

En la figura 1.1, se representa la localización geográfica de la zona de estudio y un esquema de la situación de los medios estudiados y las fuentes de colonizadores más próximas.

Los primeros resultados del seguimiento de los estanques (variación temporal de la composición fisico-química del agua y de la estructura cualitativa de las comunidades de insectos acuáticos de cada uno de los estanques) fueron presentados en

la memoria de la Tesis de Licenciatura de la autora (VELASCO, 1986).

Los objetivos básicos del presente estudio han sido los siguientes:

- Determinar las especies de insectos acuáticos colonizadoras y las estrategias de vida que les permiten colonizar y establecerse en estos medios.

- Establecer la secuencia de colonización.

- Estudiar, cualitativa y cuantitativamente, la estructura y organización de la taxocenosis de insectos acuáticos en dichos medios.

- Probar la validez del modelo de colonización de biogeografía insular de MACARTHUR & WILSON (1967) en este tipo de medios.

- Determinar los factores ambientales y/o bióticos que controlan la colonización y organización de las comunidades de insectos acuáticos y el establecimiento de las especies.

- Sentar las bases metodológicas y marcar las posibles líneas de investigación a seguir, para estudios futuros de colonización de medios acuáticos en regiones semiáridas.

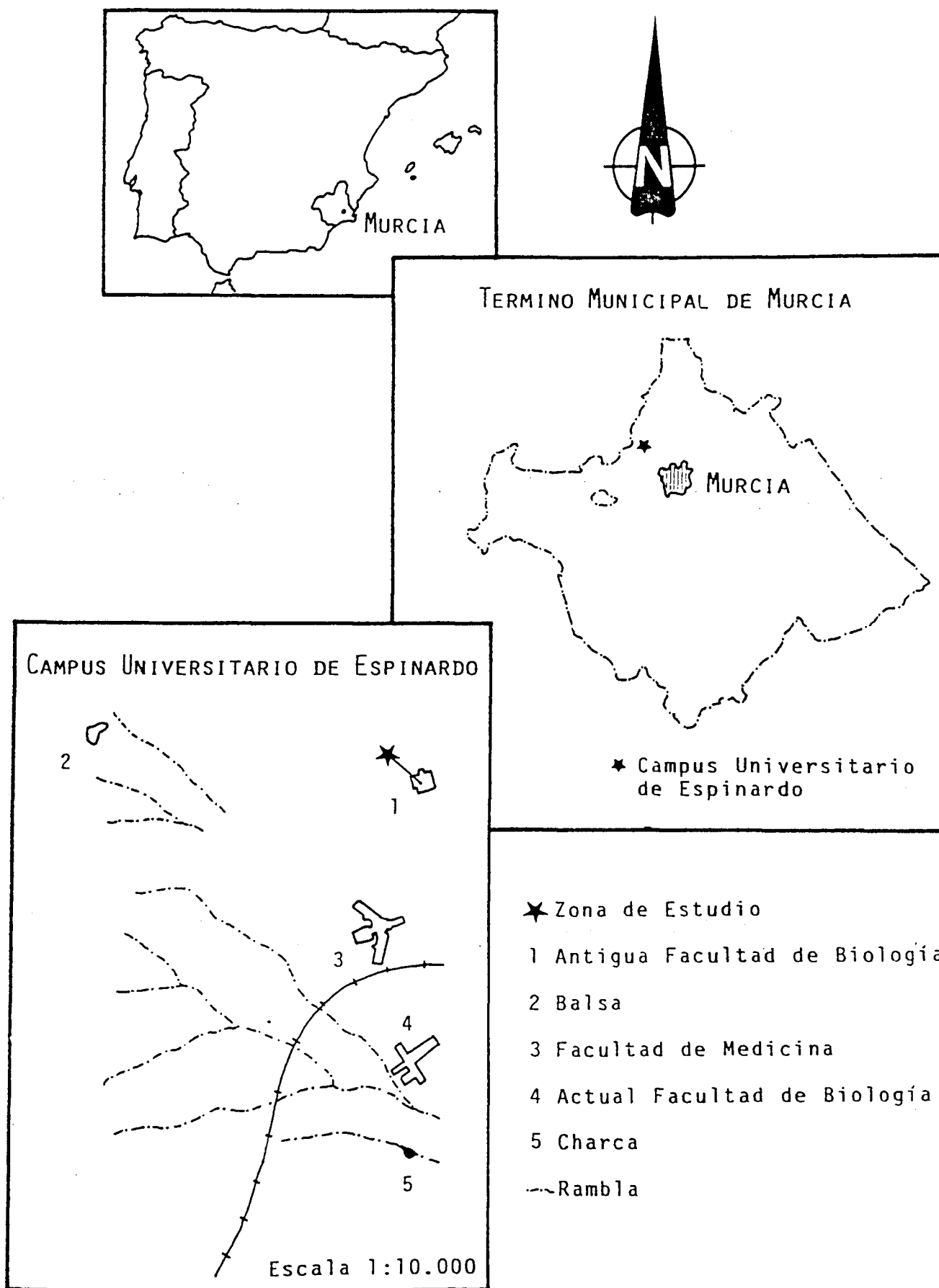


Figura 1.1: Localización geográfica de la zona de estudio.

## **2. MATERIAL Y METODOS.**





## 2. MATERIAL Y METODOS.

### 2.1. LOS ESTANQUES: CONDICIONES DEL ESTUDIO.

Los estanques, objeto del estudio, son pequeñas cubetas rectangulares de cemento, de 178.5cm de largo, 63.5cm de ancho y 34.5cm de profundidad, con una capacidad de 390 l. Están expuestos a la interperie y dispuestos, uno a continuación del otro, en línea recta, orientados en dirección SW-NE. y numerados en orden creciente del I al X. En la figura 2.1, aparece representado el esquema de un estanque tipo, con sus dimensiones, el nivel máximo de agua fijado (31cm) y sus sistemas de llenado y desagüe.

La disposición de estas 10 cubetas de igual tamaño, ha permitido caracterizar inicialmente cada una de ellas en función de una serie de variables ambientales (grado de insolación, sustrato, presencia y tipo de vegetación, concentración de nutrientes, salinidad, régimen hídrico y época de llenado) con el fin de analizar su efecto en los procesos de colonización.

La situación y caracterización inicial de cada estanque, se representa gráficamente en la figura 2.2.

Con respecto al número de horas de sol que reciben, hay una gradación de menor a mayor, desde el estanque I al X, determinada por la presencia de una pared vertical de 3m de altura, al lado del primer estanque, que le da sombra y le resta visibilidad.

A todos los estanques, excepto al VI y VII, se les añadió una capa uniforme de 2mm de sedimento, constituido por

una mezcla de arena fina y arcilla en igual proporción, antes de que se llenaran con agua.

En cambio, al estanque VII se le incorporó una capa de grava de 1cm de altura, mientras que en el estanque VI quedó el cemento del fondo, como único sustrato.

Como estos nuevos medios carecen, inicialmente, de recursos alimenticios, se adicionó a cada uno de ellos 50 gramos de tierra de jardín, rica en materia orgánica, con el fin de estimular la llegada de las primeras especies colonizadoras.

Los estanques se llenaron hasta su nivel máximo (31cm), el 10 de Noviembre de 1983. Los nueve primeros con agua potable de suministro público, previamente depurada con un filtro de carbón activo para eliminar el cloro presente (CATALAN, 1981). El estanque X, en cambio, se llenó con dos tercios de agua hipersalina (75g/l), procedente de la rambla salada de Fortuna (Murcia) y filtrada con un colador de 250 $\mu$  de luz de malla (con el fin de evitar la entrada de cualquier organismo acuático), y un tercio de agua potable depurada.

Todos los estanques, excepto el VIII, se mantuvieron en un régimen permanente de agua durante el periodo de estudio, rellenándolos con agua potable hasta el nivel máximo fijado, tras cada muestreo.

El estanque VIII, por el contrario, después de llenarse inicialmente, no se volvió a rellenar de agua, dejando que se secase completamente. Posteriormente, en una segunda fase, se llenó completamente, el 3 de Agosto de 1984, sometiéndolo al mismo régimen de llenado que el resto de estanques hasta el final del periodo de estudio.

# ESTANQUE TIPO

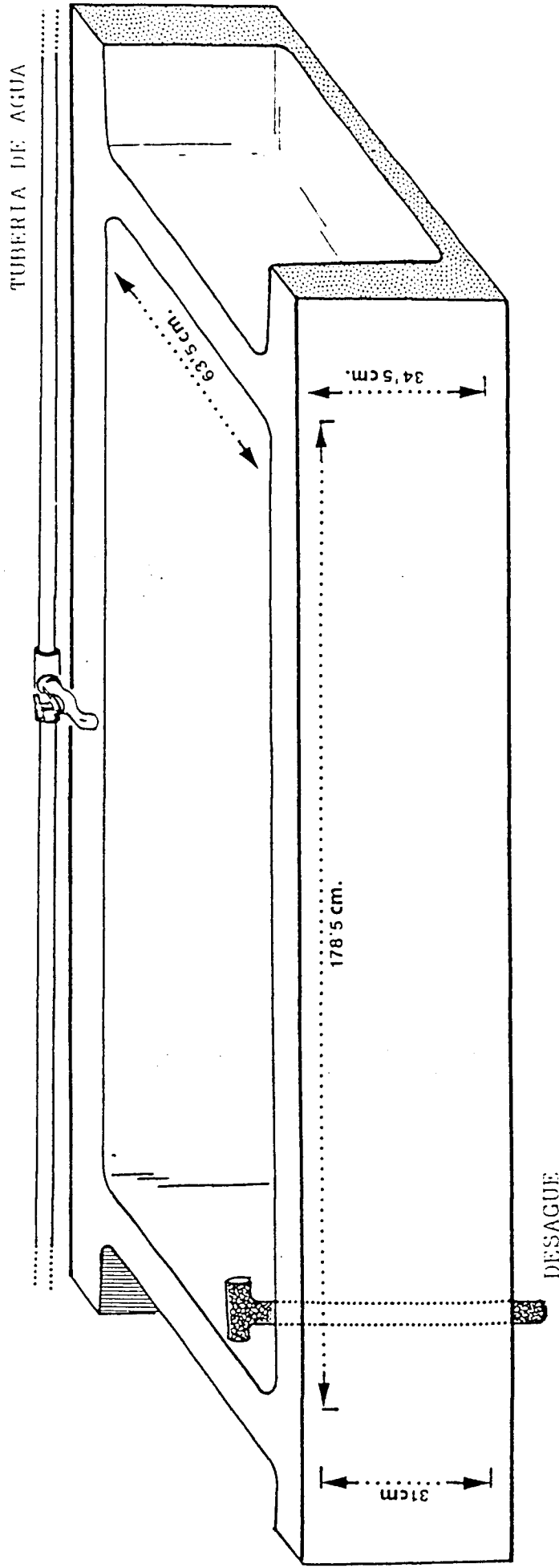


Figura 2.1: Esquema de un estanque tipo. Se indican sus medidas, nivel máximo de agua y sus sistemas de llenado y desague.

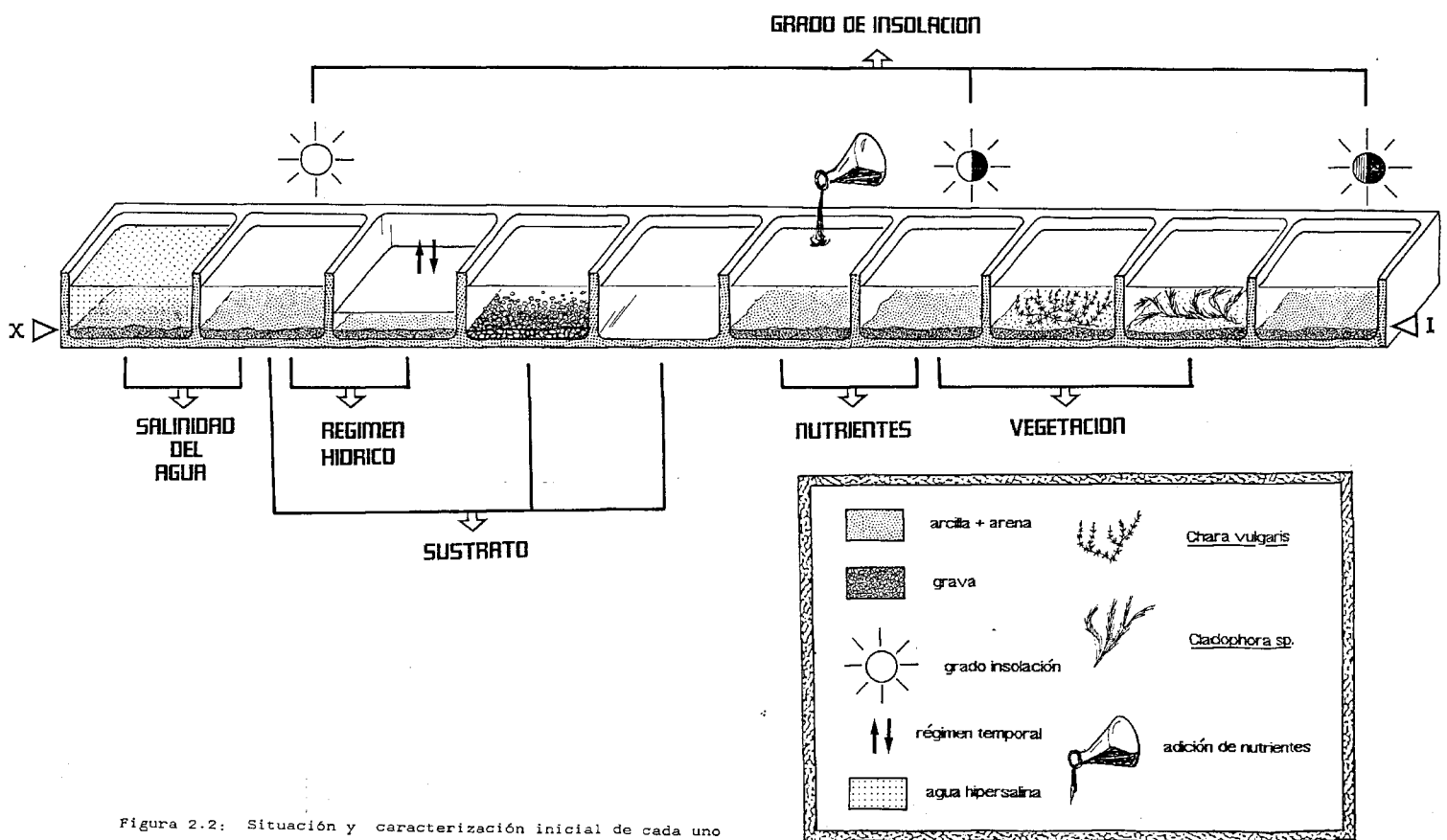


Figura 2.2: Situación y caracterización inicial de cada uno de los estanques.



Una vez llenos, al estanque II se le añadieron filamentos de Cladophora sp. y al III, varias plántulas de Chara vulgaris. Estos macrófitos, procedentes de medios acuáticos cercanos, se lavaron e inspeccionaron bajo la lupa binocular, antes de ser introducidos, eliminando las puestas, larvas y adultos de organismos acuáticos adosados a ellos.

El estanque V, se enriqueció artificialmente de nutrientes, mediante la adición de 500ml de medio WOY, 2500ml de solución patrón de boro y 200ml TRIS para tamponar el medio (ROS, 1979).

De esta forma se obtuvieron varios grupos de estanques (tabla 2.1), cada uno de ellos con una idénticas características salvo para una de las variables consideradas, lo que permite comparar entre sí los estanques pertenecientes a un mismo grupo, para analizar el efecto de la variable en cuestión.

## 2.2. PROGRAMA DE MUESTREO.

### 2.2.1. PERIODO DE ESTUDIO. FRECUENCIA EN LA TOMA DE MUESTRAS.

Para caracterizar los procesos de colonización en los medios citados, se ha llevado a cabo un programa de muestreo intensivo durante un ciclo anual (Noviembre-83, Diciembre-84), con una periodicidad variable en la toma de muestras, pero siempre inferior a un mes. En los meses de primavera y verano, cuando los se producen los mayores cambios en las comunidades, la frecuencia de muestreo fue mayor. De esta manera, a lo largo del ciclo de estudio, se realizaron un mínimo de dos muestreos por mes en cada uno de los estanques.

En total, se hicieron 34 muestreos, que abarcan el periodo comprendido entre la fecha inicial de llenado, 10 de Noviembre de 1983, y el 7 de Diciembre de 1984.

#### 2.2.2. PARAMETROS AMBIENTALES MEDIDOS.

Se han medido un total de 28 parámetros ambientales, de los cuales, dos son climáticos ( $T^{\circ}$  máxima y mínima del aire) y 26 hacen referencia a la composición fisico-química y biológica del agua de cada estanque.

El registro de las temperaturas máxima y mínima del aire se realizó mediante un termómetro de mercurio con rango de  $-5$  a  $50^{\circ}\text{C}$ , colocado en la pared vertical contigua al estanque I, a una altura de 1.20m del suelo, con el fin de evitar su exposición directa al sol, según las recomendaciones de ALBA (1981).

Sobre otros factores climáticos, como el grado de insolación, la precipitación y el viento dominante, aunque no fueron medidos "in situ", se hicieron observaciones que luego pudieran corroborar los datos de las estaciones meteorológicas.

Los parámetros fisico-químicos y biológicos medidos, se especifican en la tabla 2.2, junto a su unidad de medida, periodicidad en su registro, procedimiento seguido para su determinación y la referencia bibliográfica de los mismos.

Las medidas del nivel de agua, temperaturas puntual, máxima y mínima, transparencia, conductividad, salinidad y pH, se realizaron "in situ".

<p>1. GRADO DE INSOLACION:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estanque I: bajo.</li> <li>- Estanque IV: medio.</li> <li>- Estanque IX: alto.</li> </ul>
<p>2. SUSTRATO:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estanque VI: cemento.</li> <li>- Estanque VII: grava.</li> <li>- Estanque IX: arena+arcilla.</li> </ul>
<p>3. PRESENCIA Y TIPO DE VEGETACION:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estanque II: <u>Cladophora</u> sp.</li> <li>- Estanque III: <u>Chara vulgaris</u>.</li> <li>- Estanque IV: sin macrófitos</li> </ul>
<p>4. NUTRIENTES:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estanque IV: sin adición de nutrientes.</li> <li>- Estanque V: adición artificial de nutrientes.</li> </ul>
<p>5. SALINIDAD DEL AGUA:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estanque IX: agua dulce.</li> <li>- Estanque X: agua hipersalina.</li> </ul>
<p>6. REGIMEN HIDRICO:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estanque VIII( 1<sup>er</sup> periodo): régimen temporal.</li> <li>- Estanque IX: régimen permanente.</li> </ul>
<p>7. EPOCA DE LLENADO:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estanque VIII(2<sup>o</sup> periodo): verano (3-IV-84).</li> <li>- Estanque IX: otoño (10-XI-83).</li> </ul>

Tabla 2.1: Grupos de estanques en función de las variables consideradas.





Tabla 2.2: Relación de parámetros fisico-químicos y biológicos medidos. Se indica su unidad de medida, periodicidad en su registro, método empleado y referencia bibliográfica del mismo.



PARAMETROS	UNIDAD	PERIODICIDAD	METODO	REFERENCIA BIBLIOGRAFICA
T* del agua	°C	Semanal o quincenal	Termómetro de mercurio	MORTIMER (1953)
T* máxima del agua	°C	Semanal o quincenal	Termómetro de mercurio	MORTIMER (1953)
T* mínima del agua	°C	Semanal o quincenal	Termómetro de mercurio	MORTIMER (1953)
Volúmen de agua	l.	Semanal o quincenal	Metro rígido	MONTEITH (1973)
Volúmen de sedimento	l.	Semanal o quincenal	Metro rígido	-
Sólidos en suspensión	mg/l	Semanal o quincenal	Filtración	CATALAN (1969)
Transparencia	%	Semanal o quincenal	Disco de Secchi	VOLLENWEIDER (1974)
Evaporación	l/día	Semanal o quincenal	Indirecto	-
pH	Unidades de pH	quincenal	pH - metro	-
Conductividad	µmhos/cm	quincenal	Conductímetro-Spectromic-20	-
Salinidad	g/l	quincenal	Conductímetro-Spectronic-20	-
Alcalinidad	meq/l	quincenal	Volumétrico	GOLTERMAN et al. (1978)
Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /l	quincenal	Volumétrico	WINKLER (1888)
Saturación de oxígeno	%	quincenal	Indirecto	TOURENOQ (1975)
Nitratos	µg.at N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l	quincenal	Colorimétrico	MORRIS & RILEY (1963)
Nitritos	µg.at N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /l	quincenal	Colorimétrico	STRICKLAND & PARSON (1968)
Amonio	umol. NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l	quincenal	Colorimétrico	RODIER (1981)
Silicatos	µg.at Si/l	quincenal	Colorimétrico	MULLIN & RILEY (1963)
Fosfatos	µg.at P-PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> /l	quincenal o mensual	Colorimétrico	MURPHY & RILEY (1962)
Sulfatos	µg.at S-SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> /l	mensual	Colorimétrico	KATO et al. (1955)
Cloruros	mg/l	mensual	Volumétrico	APHA (1980)
Dureza total	°F	mensual	Volumétrico (EDTA)	APHA (1980)
Cálcio	mg/l	mensual	Volumétrico (EDTA)	GOLTERMAN (1978)
Magnesio	mg/l	mensual	Volumétrico (EDTA)	GOLTERMAN (1978)
Clorofila "a"	mg/l	quincenal	Extracción metanólica- colorimétrica	TALLIN & DRIVER (1963)
D430/D665	-	quincenal	Indirecto	MARGALEF (1960)



Para la determinación del oxígeno disuelto en el agua, según el método WINKLER, se llenaba de cada estanque, una botella de vidrio de 250ml con tapón esmerilado, a la que se añadía inmediatamente IK y  $\text{SO}_4\text{Mn}$ .

Para el análisis del resto de parámetros, se tomaron dos litros de agua de cada estanque en una botella de polietileno (MACKARET et al., 1978) a la que se le añadían unas gotas de cloroformo (GOLTERMAN et al., 1978).

Seguidamente, en el laboratorio se llevaba a cabo la medición de los parámetros susceptibles de rápida variación, como la alcalinidad, oxígeno disuelto, etc. y se filtraban las muestras de agua para las medidas de pigmentos y sólidos en suspensión.

Las medidas de nitratos, nitritos, amonio y fosfatos no excedieron en 48h, desde la toma de muestras; y de 24h para la extracción de pigmentos.

Para el resto de parámetros, excepto los silicatos, las muestras de agua se conservaron en el congelador, a temperaturas entre  $-10$  y  $-15^\circ\text{C}$  (PHILBERT, 1973), hasta el momento de su análisis.

La toma de muestras de agua y medidas de parámetros "in situ" siempre se realizaron antes de los muestreos biológicos, con el fin de no perturbar las condiciones del medio.

Una información más detallada de todas las técnicas utilizadas de recogida, conservación y análisis de las muestras de agua pueden ser consultadas en SUAREZ (1986).

### 2.2.3. MUESTREO DE LA TAXOCENOSIS DE INSECTOS ACUATICOS.

En base a la metodología general para el muestreo cuantitativo de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos, (WELCH, 1948; SCHWOERBEL, 1975; ELLIOT, 1977; ELLIOT & TULLET, 1978; SOUTHWOOD, 1978; RESH, 1979) y las características de estos medios (hábitats homogéneos de pequeñas dimensiones y escaso sedimento), se diseñó una unidad de muestreo (modificación del muestreador Gerking), tipo cajón cuadrado, de metacrilato transparente, sellado con silicona, de 35cm de lado y 40cm de altura, siendo su área la doceava parte de la superficie total de un estanque. A 5cm de su base, en uno de los lados, tiene una ranura de 0.5cm de ancho, por donde se introduce una lámina rígida de aluminio, del mismo grosor, con el fin de separar los organismos bentónicos que viven el sustrato, de los nectónicos, que viven en la columna de agua.

Otra lámina, al introducirla en una segunda ranura, situada en su extremo inferior, permite aislar el compartimento del bentos y evitar la pérdida de material al sacar la unidad de muestreo del agua.

Dicha unidad de muestreo, presenta unos filtros de desagüe de 0.1mm de luz de malla, en la parte basal de los lados del compartimento superior, con el fin de evacuar el agua.

Una vez fuera del estanque, se procedía a verter el contenido del primer compartimento, en una manga entomológica cuadrada de 20cm de lado y 0.1mm de luz de malla, reteniendo todos los organismos nectónicos contenidos en él. De la misma manera se procedía con el segundo compartimento, quitando previamente la lámina intermedia de separación. El agua y

materiales, no utilizables, extraídos con la muestra eran devueltos al medio tras la separación de los organismos. Posteriormente las muestras eran guardadas, por separado, en botes herméticos, y conservadas con alcohol etílico al 70%, debidamente etiquetadas.

En la figura 2.3, se presenta un esquema de la unidad de muestreo y los pasos seguidos en su utilización.

La eficacia de esta unidad de muestreo se probó en otros medios de semejantes características, calculando que el tamaño de la muestra en relación a la superficie de los estanques, era de una unidad de muestreo para los organismos del bentos y de dos unidades para los del necton, obteniendo de esta forma, una buena estima absoluta de las densidades de los diferentes estados de desarrollo de las poblaciones de los estanques.

Con el fin de evitar el efecto de la extracción de la muestra del bentos sobre los muestreos posteriores, la colocación de la primera unidad dentro de cada estanque, no se mantuvo fija a lo largo del estudio, variando en sentido rotativo de una fecha de muestreo a otra, mientras que la segunda unidad siempre se realizó en el centro del estanque.

Para obtener una visión más completa de los procesos de colonización y de la estructura de la taxocenosis de insectos acuáticos de cada estanque, previamente a la toma de muestras, se recogía con la manga entomológica citada, todas las exuvias y adultos aéreos emergidos o caídos a la superficie del agua, y se anotaban las observaciones sobre la presencia y número de individuos de las especies de gran tamaño detectadas.



### 2.3. IDENTIFICACION DE LOS DIFERENTES TAXONES.

Las muestras biológicas obtenidas para cada uno de los estanques eran examinadas posteriormente en el laboratorio.

Las muestras del bentos, con abundantes sedimentos, se lavaron previamente bajo una fina lluvia de agua, sobre una columna de tamices de diferente luz de malla, para separar los organismos según su tamaño. El contenido de cada tamiz se revisaba en una batea situada sobre una mesa de luz de transparencia y donde se procedía, con la ayuda auxiliar de un foco de luz externo, a la separación de los organismos por grupos taxonómicos (SOLER et al., 1984).

Las obras generales y trabajos sobre sistemática, utilizados para la identificación de las especies de cada grupo taxonómico fueron las siguientes:

EPHEMEROPTERA: GRANDI (1960), KIMMINS (1972), MACAN (1979) y BELFIORE (1983).

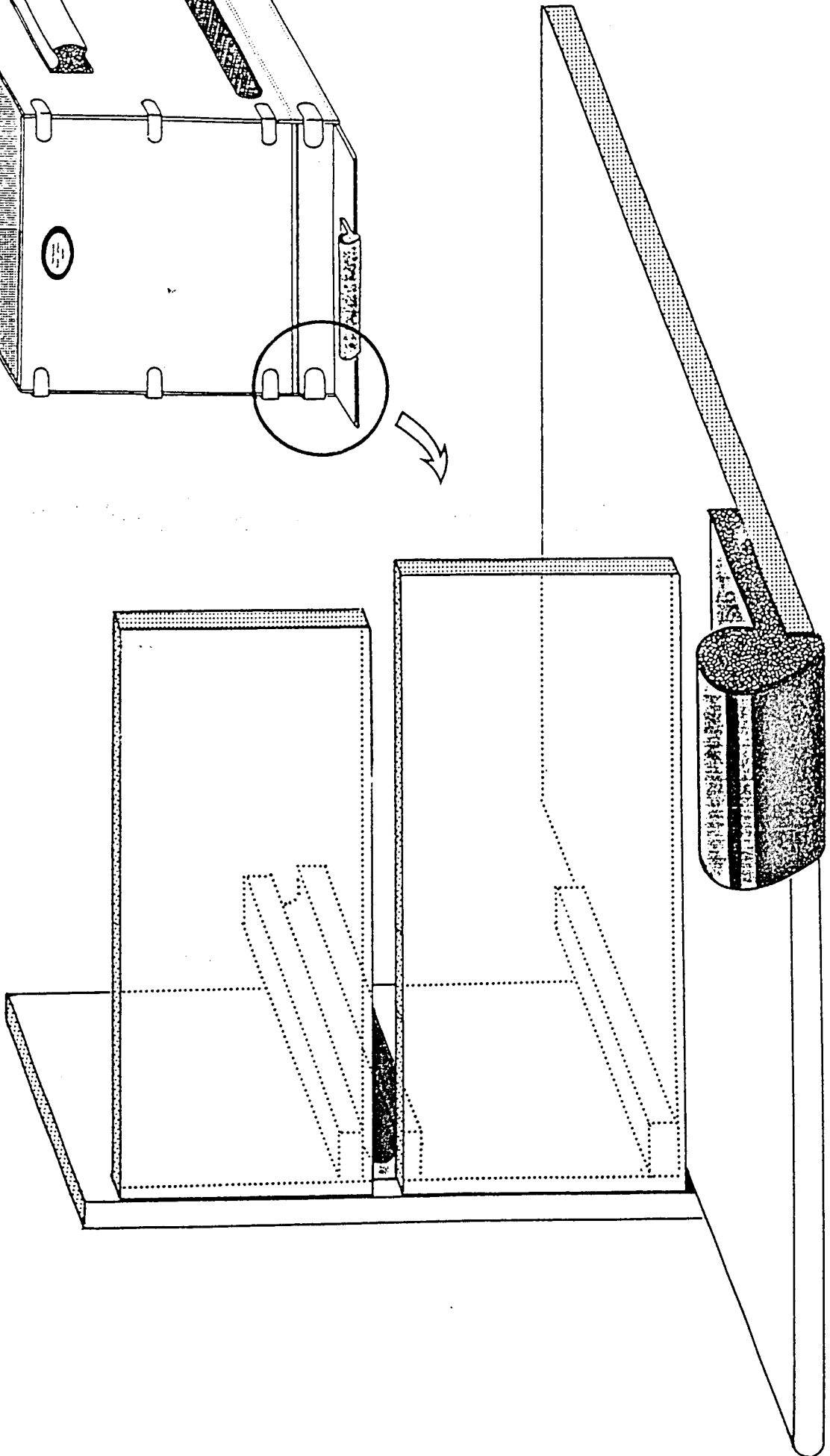
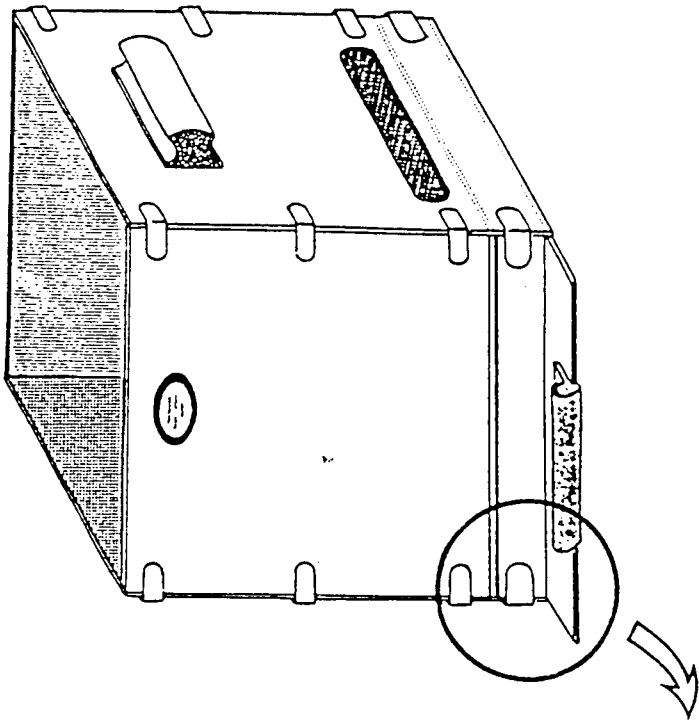
ODONATA: CONCI & NIELSEN (1956), AGUESSE (1968), FRES (1983) y CONESA (1983,1985).

HETEROPTERA: POISSON (1957), MACAN (1976), TAMANINI (1979), NIESER (1982), DETHIER (1985), JANSSON (1986) y MILLAN et al. (1987).

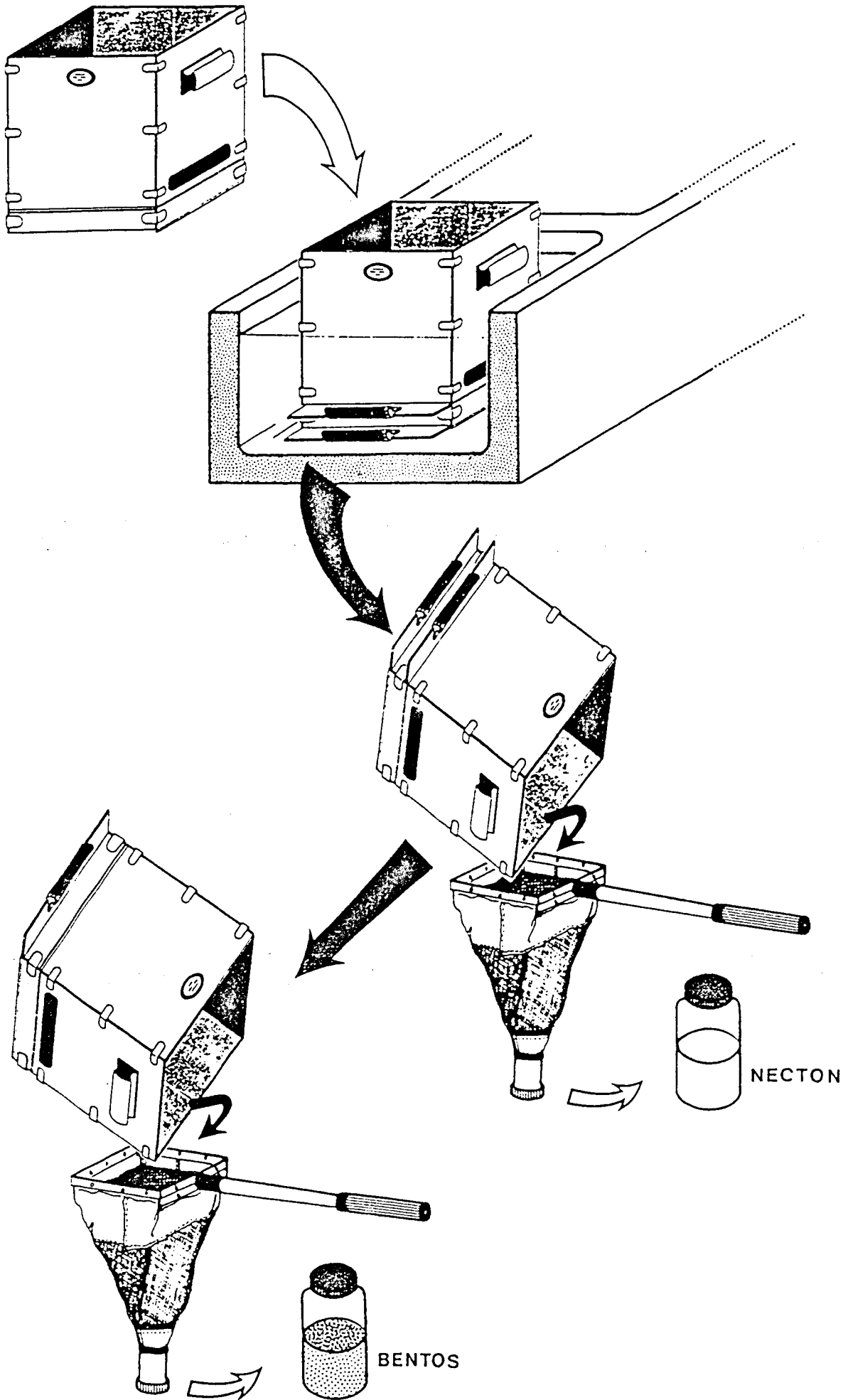
COLEOPTERA: BERTRAND (1928, 1972), GUIGNOT (1931-33, 1947, 1959), FRANCISCOLO (1979), PIRISINU (1981) y RICHOUX (1982).

**Figura 2.3: Esquema de la unidad de muestreo y los pasos seguidos en su utilización.**











DIPTERA:

- Familia Culicidae: RIOUX (1958) y SINEGRE et al. (1979). ENCINAS (1982).

- Familia Chironomidae: PINDER (1978, 1983 a y b), FERRARESE & ROSSARO (1981), ROSSARO (1982, 1985), CRANSTON & REISS (1983), CRANSTON et al. (1983), FITTKAU & ROBACK (1983), PINDER & REISS (1983) y LANGTON (1984).

Y en general, para todos los taxones estudiados BERTRAND (1954) y TACHET et al. (1980).

La mayoría de los insectos se han podido determinar hasta el nivel de especie, observando su morfología externa bajo el binocular. En otros casos, fundamentalmente en Dípteros, Coleópteros y Heterópteros, se hizo imprescindible el montaje de preparaciones microscópicas de distintas estructuras.

Hay que destacar los problemas encontrados en la determinación de ejemplares pertenecientes a las familias de Dípteros, Chironomidae, Tipulidae, Ephydriidae y Ceratopogonidae, debido, en gran parte, a la falta de claves específicas y a la ausencia, en algunos casos, del estado imaginal, por lo que varios de ellos han quedado a nivel de género.

Otros taxones, sólo se han recogido en estado larvario, como es el caso del Coleóptero Agabus sp., por lo que tampoco se ha podido determinar a nivel de especie.

Distintos especialistas, para cada grupo taxonómico, confirmaron las determinaciones realizadas:



EPHEMEROPTERA: Dra. M<sup>a</sup> Angeles Puig. Departamento de Biología Animal y Ecología, Facultad de Biología, Universidad de Murcia.

ODONATA: Dra. M<sup>a</sup> Luisa Suárez Alonso. Departamento de Biología Animal y Ecología, Facultad de Biología, Universidad de Murcia.

HETEROPTERA Y COLEOPTERA: D. Andrés Millán Sánchez. Departamento de Biología Animal y Ecología, Facultad de Biología, Universidad de Murcia.

DIPTERA:

- Familia Culicidae: D. Sebastián López. Servicio de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. Sevilla.

- Familia Chironomidae: D. Oscar Soriano. Museo Nacional de Ciencias Naturales. Madrid.

Todo el material recolectado, debidamente etiquetado y conservado, se encuentra depositado en la colección entomológica del Departamento de Biología Animal y Ecología de la Facultad de Biología de la Universidad de Murcia.

#### 2.4. ELABORACION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS.

A partir de los datos obtenidos se han elaborado dos tipos de matrices para cada estanque:

- 1) Matriz de parámetros ambientales/fechas de muestreo.
- 2) Matriz de especies/fechas de muestreo.

Los datos biológicos, obtenidos a partir de las estimas absolutas y de las observaciones realizadas, están expresados en número de individuos totales, para los distintos estados de desarrollo de cada especie.

El tratamiento y los análisis realizados sobre los datos de cada tipo de matriz elaborada, se especifican en los apartados de metodolgia correspondientes a cada capítulo.

### **3. ESTUDIO DE LOS PRINCIPALES FACTORES CLIMATICOS.**

### 3. ESTUDIO DE LOS PRINCIPALES FACTORES CLIMATICOS.

#### 3.1. INTRODUCCION.

El clima, en general, juega un destacado papel en los procesos de colonización y por tanto en la llegada por vuelo de insectos adultos a nuevos cuerpos de agua.

La distribución y abundancia de las especies de insectos acuáticos está fuertemente limitada por factores abióticos, principalmente climáticos, como la temperatura y otros fenómenos relacionados, como el hielo, las inundaciones y la sequía (BRITAIN, 1982).

La temperatura es uno de los principales parámetros climáticos que influye en la historia del ciclo de vida de los insectos, ya que afecta a la fecundidad, ovoposición, maduración de los huevos, desarrollo larvario, crecimiento, emergencia, así como en la dispersión y supervivencia de las especies (SWEENEY, 1984).

La predecibilidad del clima de un área en concreto, es decir la estabilidad o inestabilidad del régimen climático a lo largo del tiempo, es uno de los factores más importantes que va a determinar las estrategias de colonización seguidas por las especies (WILLIAMS, 1985). Dicha estabilidad se ve reflejada fundamentalmente por la variabilidad en la precipitación, entendida ésta como el grado en que la precipitación total de un año concreto difiere de la media calculada sobre un periodo de muchos años (STRAHLER, 1982) y va a definir el carácter más o menos inestable de las aguas continentales de cada región (MARGALEF, 1983).

Las precipitaciones conllevan la aparición de nuevos medios acuáticos, que parecen estimular el vuelo de las especies más oportunistas, en busca de hábitats favorables para su alimentación o reproducción.

El viento ejerce un papel fundamental en la colonización de aquellas especies de insectos que son incapaces de recorrer largas distancias por su corta vida o su frágil vuelo (Efémeras, Quironómidos), constituyendo para ellas un medio de transporte (BARNES, 1983).

La insolación y el albedo, también parece influir favorablemente en la selección de los medios acuáticos. Algunos Coleópteros y fundamentalmente Heterópteros, son capaces de seleccionar el medio desde el aire, dependiendo de su reflejo y color, que les proporcionan información sobre su tamaño y disponibilidad (FERNANDO, 1959; GOLINI & DAVIS, 1975; WILLIAMS & HYNES, 1976 b; SPENCE, 1981).

Por el importante papel que ejercen estos factores climáticos, ha llevado a la autora a considerarlos en este estudio, cuyos objetivos son:

- 1) Caracterizar el clima durante el periodo de estudio con respecto al régimen climático general de la zona.
- 2) Determinar el grado de variabilidad en la precipitación interanual, así como los meses del año más inestables con respecto a la precipitación, temperaturas e insolación.
- 3) Establecer los periodos climáticos en el ciclo anual estudiado.

4) Detectar las características microclimáticas de la zona de estudio con respecto a las estaciones meteorológicas consideradas.

Para ello, se han utilizado los datos meteorológicos de las tres estaciones más cercanas a la zona de estudio: Murcia-Vistabella, Murcia-Guadalupe y Espinardo, cedidos por el Centro Meteorológico Zonal de Murcia y cuya localización geográfica aparece en la figura 3.1. Las dos primeras estaciones son completas, mientras que la última es solamente pluviométrica. En la tabla 3.1, se relacionan para cada estación meteorológica los parámetros estudiados, así como el periodo de tiempo considerado.

Además, se han utilizado los datos de temperatura máxima y mínima del aire, registradas en la misma zona de estudio, durante el periodo de muestreo.

### 3.2. CARACTERISTICAS CLIMATICAS DEL AREA DE ESTUDIO.

La región de Murcia pertenece al dominio climático templado-cálido o mediterráneo (Subtropical), cuyo rasgo más característico y específicamente mediterráneo es la aridez estival; y a la variedad o matiz climático mediterráneo-subdesértico (CAPEL, 1981).

En particular, la cuenca del río Segura se presenta como la región más árida de la Península Ibérica (VILA VALLENTI, 1961 a y b) y posiblemente de toda Europa (GEIGER, 1973). Muchos autores (CAPEL, 1981; FONT, 1983; VIDAL-ABARCA et al., 1987) ponen de manifiesto cómo la intensidad de determinados

rasgos climáticos, típicamente mediterráneos, proporcionan a esta zona una peculiaridad climática única.

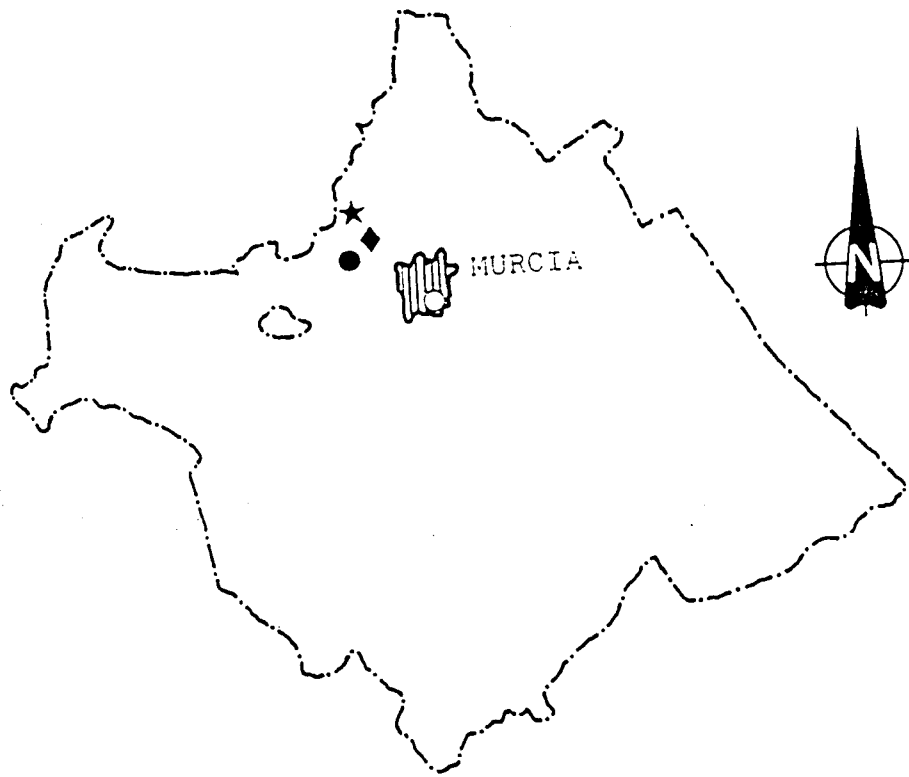
LOPEZ BERMUDEZ (1973), incluye la zona de estudio en el sector árido de la cuenca del río Segura, caracterizado fundamentalmente por las escasísimas precipitaciones (Pm anual  $\approx 300\text{mm}$ ); MARTIN DE AGAR (1983), la caracteriza por unos valores elevados de temperatura mínima y precipitación en primavera, y VIDAL-ABARCA et al. (1987), en un análisis climático global de la cuenca del río Segura, enmarcan la zona de estudio dentro del sector seco y cálido, caracterizado fundamentalmente por el gran número de meses secos al año (8-9) y por el máximo pluviométrico de Octubre, claramente influenciado por los vientos lluviosos del Mediterráneo Occidental. La cercanía al mar y la baja altitud media del sector hacen que las temperaturas medias superen los  $17^{\circ}\text{C}$ .

Todos estos autores ponen de manifiesto que la aridez es la característica más relevante que define el clima de la zona.

### 3.2.1. REGIMEN TERMO-PLUVIOMETRICO.

Se ha estudiado la tendencia media anual del régimen termopluviométrico de la zona de estudio mediante el Climodiagrama de Walter-Lieth con los datos de la estación meteorológica Murcia-Vistabella para el periodo 1968-1983 (figura 3.2), la cual registraba el mayor número de datos.

Los estadísticos más importantes (media, desviación típica, coeficiente de variación y rango de variación) de las temperaturas máxima y mínima, precipitación e insolación para ese mismo periodo de tiempo aparecen en la tabla 3.2.



- ★ Zona de estudio
- ◆ Estación pluviométrica de Espinardo
- Estación Meteorológica de Guadalupe
- Estación Meteorológica de Vistabella
- Término Municipal de Murcia

Figura 3.1: Localización geográfica de las estaciones meteorológicas consideradas.





ESTACION METEOROLOGICA	PERIODO DE ESTUDIO	PARAMETROS CLIMATICOS ANALIZADOS
- Murcia-Vistabella	1968-1983	<ul style="list-style-type: none"> <li>Temperaturas media mensual, máxima y mínima (°C).</li> <li>Precipitación total mensual (mm).</li> <li>Insolación media anual (%).</li> <li>Frecuencia mensual de los vientos (%).</li> <li>Velocidad media mensual de los vientos (km/h).</li> </ul>
	Noviembre-83 hasta Marzo-84.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Temperaturas máxima y mínima diaria (°C).</li> <li>Precipitación diaria (mm).</li> <li>Insolación diaria (%).</li> <li>Frecuencia mensual de los vientos (%).</li> <li>Velocidad de la racha máxima diaria de viento (km/h).</li> </ul>
- Murcia-Guadalupe	Abril-84 hasta Noviembre-84.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Temperaturas máxima y mínima diaria (°C).</li> <li>Precipitación diaria (mm).</li> <li>Insolación diaria (%).</li> <li>Frecuencia mensual de los vientos (%).</li> <li>Velocidad de la racha máxima diaria de viento (km/h).</li> </ul>
- Espinardo	Noviembre-83 hasta Noviembre-84.	Precipitación diaria (mm).
- Zona de estudio	Noviembre-83 hasta Noviembre-84.	Temperaturas máxima y mínima (°C).

Tabla 3.1: Relación de los parámetros climáticos y periodo de tiempo analizado de cada estación meteorológica y de la zona de estudio.



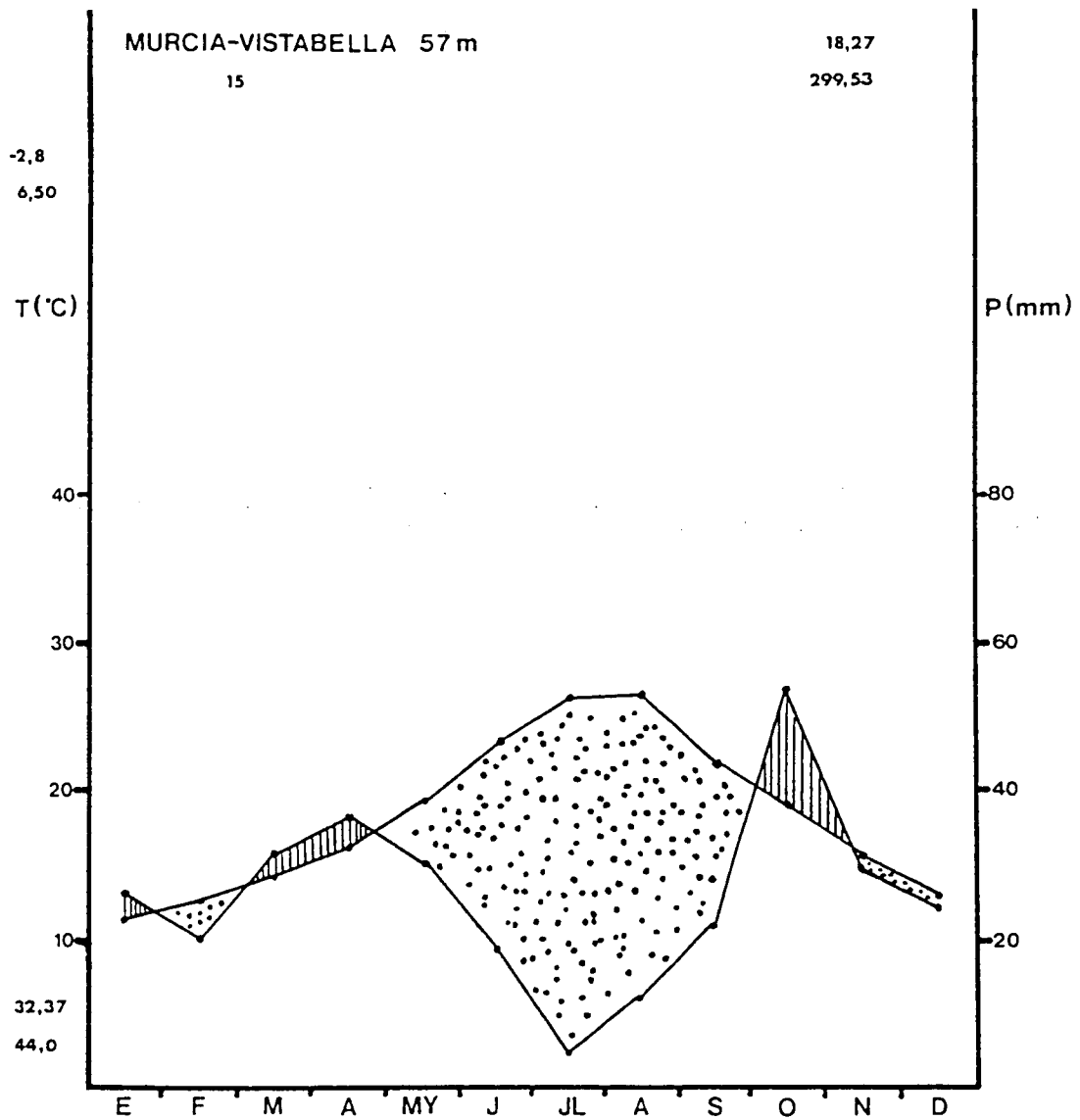


Figura 3.2: Climodiagrama de Walter-Lieth para la estación meteorológica Murcia-Vistabella, realizado sobre el periodo 1968-1983.



Tabla 3.2: Estadísticos más importantes (media, desviación típica, coeficiente de variación y valores máximos y mínimos de Temperatura máxima (a), Temperatura mínima (b), Precipitación (c) y Insolación (d), para la estación meteorológica de Murcia-Vistabella durante el periodo 1968-1983. Se indica entre paréntesis el año donde se registran los valores máximos y mínimos.

a) Temperatura máxima (°C)

Meses	$\bar{X}$	S	C.V.(%)	Valor máximo	Valor mínimo
E	16.82	1.07	6.38	18.90(1974)	14.90(1982)
F	18.14	1.46	8.04	20.90(1978)	15.10(1969)
M	19.82	1.91	9.66	23.90(1981)	16.40(1971)
A	21.97	1.28	5.86	24.30(1983)	19.70(1974)
My	25.22	1.10	4.37	26.90(1979)	23.30(1975)
J	29.15	0.89	3.05	32.20(1982)	27.80(1972)
Jl	32.37	0.82	2.56	34.50(varias)	31.00(1977)
Ag	32.50	1.00	3.07	34.20(1980)	30.03(1972)
S	29.83	1.50	5.02	33.00(1983)	26.30(1972)
O	24.72	1.64	6.66	27.90(1968)	22.20(1972)
N	20.12	1.31	6.54	22.40(1980)	17.20(1971)
D	16.78	1.90	11.32	20.80(1980)	14.70(1970)

b) Temperatura mínima (°C)

Meses	$\bar{X}$	S	C.V.(%)	Valor máximo	Valor mínimo
E	6.50	1.30	20.00	9.30(1979)	4.20(1976)
F	7.25	1.14	15.77	9.30(1977)	5.30(1983)
M	8.50	1.23	14.58	11.10(1981)	6.30(1971)
A	10.41	0.79	7.68	11.40(varias)	8.60(1973)
My	13.47	0.74	5.56	14.80(1969)	12.10(1975)
J	17.39	0.71	4.13	19.90(1982)	16.50(1971)
Jl	20.01	0.70	3.52	22.30(1982)	19.00(1981)
Ag	20.74	0.91	4.40	22.40(1971)	18.50(1977)
S	18.03	1.03	5.73	20.10(1982)	15.90(1972)
O	13.93	1.13	8.12	15.70(1982)	11.40(1971)
N	9.76	1.14	11.75	12.50(1982)	7.40(1976)
D	7.15	1.44	20.21	9.30(1977)	3.80(1970)

c) Precipitación (mm)

Meses	$\bar{X}$	S	C.V.(%)	Valor máximo	Valor mínimo
E	26.51	34.42	129.83	126.10(1980)	1.30(1981)
F	20.85	22.40	107.43	85.50(1980)	0.40(1970)
M	32.05	23.95	74.72	88.60(1971)	2.00(1976)
A	36.11	24.88	68.90	73.30(1974)	2.10(1973)
My	30.84	30.70	99.54	112.90(1976)	1.40(varias)
J	19.97	15.01	75.16	54.80(1969)	2.20(1980)
Jl	5.13	10.60	206.62	41.60(1980)	0.00(varias)
Ag	12.69	19.62	154.60	69.10(1974)	0.00(varias)
S	22.13	25.67	115.99	73.90(1973)	0.00(1983)
O	54.49	60.23	110.53	197.40(1972)	0.00(1968)
N	29.33	27.57	93.99	90.00(1972)	0.00(1981)
D	26.80	26.25	97.94	79.40(1971)	0.00(1974)

d) Insolación (%)

Meses	$\bar{X}$	S	C.V.(%)	Valor máximo	Valor mínimo
E	57.35	12.40	21.62	78.00(1976)	34.00(1977)
F	58.07	9.80	16.87	81.00(1970)	38.00(1982)
M	55.00	6.79	12.35	67.00(1977)	44.00(1972)
A	59.57	9.02	15.14	74.00(1973)	40.00(1981)
My	66.92	6.85	10.23	79.00(1979)	53.00(1982)
J	71.85	4.53	6.30	81.00(1971)	51.00(1983)
Jl	78.92	3.84	4.87	84.00(1978)	66.00(1983)
Ag	73.00	5.46	7.48	80.00(1979)	62.00(varias)
S	65.28	4.46	6.81	72.00(1978)	52.00(1977)
O	59.21	7.09	11.97	73.00(1979)	47.00(1979)
N	60.00	9.01	15.02	76.00(1979)	44.00(1982)
D	55.78	9.65	17.30	76.00(1974)	39.00(1975)





De la observación directa del climodiagrama se pueden establecer a lo largo del año dos periodos climáticos:

**Periodo seco:** abarca la mayor parte del año (7-8 meses) con un verano extraordinariamente árido, donde las lluvias son muy escasas e irregulares.

**Periodo húmedo:** incluye algunos meses de primavera y otoño, produciéndose el máximo de lluvias generalmente en otoño, seguido de un máximo secundario en primavera.

La precipitación media anual es ligeramente inferior a los 300mm, oscilando el número de días de lluvia con precipitación superior o igual a 1.0mm de 25-50 días al año. Esta escasez en las precipitación anual ha sido considerada a nivel mundial, como la variable climática que define las regiones de clima mediterráneo (CAPEL, 1981).

Los días de heladas al igual que de nevadas, son escasísimos, observándose en una ocasión, durante el periodo considerado, una nevada (13 de Febrero de 1983).

Las temperaturas, en general, son bastante altas en todo el año, siendo la media anual de 18.27°C, la temperatura media de las máximas de 32.37°C y la temperatura media de las mínimas de 6.5°C. El mes más caluroso oscila entre Julio y Agosto, con temperaturas máximas extremas que pueden llegar a los 44°C. Febrero es el mes más frío, con temperaturas mínimas extremas de hasta -2.8°C.

### 3.2.2. VARIABILIDAD EN LA PRECIPITACION ANUAL.

Como se observa en la figura 3.3, que representa la precipitación total anual para el periodo considerado

(1968-1983), la precipitación varía considerablemente de un año a otro, registrándose el máximo valor en 1972 (546.0mm), mientras que el valor mínimo corresponde a 1970 con 144.7mm, casi un cuarto de la máxima precipitación.

Parece existir un "pattern" regular en la variabilidad interanual que va de un año con escasas precipitaciones seguido por otro con precipitaciones más abundantes, mientras que en algunos desiertos como el Sahara, ese ritmo puede llegar a ser de hasta una década (RASSOL, 1984).

El grado de variabilidad en la precipitación calculado para ese mismo periodo de tiempo, es muy alto, 40.38% de desviación media de la precipitación anual en tanto por ciento de la pluviosidad anual media, valor considerablemente mayor que el obtenido por BIEL (citado en: MARGALEF, 1983) para el SE. de España (20-25%), lo que demuestra la alta aridez del área de estudio dentro de esa zona geográfica.

### 3.3. CARACTERISTICAS CLIMATICAS DURANTE EL CICLO ANUAL DE ESTUDIO.

Para el estudio de la variación climática temporal durante el ciclo anual de estudio, se han analizado los datos de temperaturas máximas y mínimas, precipitación, insolación, frecuencia y velocidad de los vientos, registrados por la estación metereológica Murcia-Vistabella durante el subperiodo Noviembre 1983-Marzo 1984 y de la estación Murcia-Guadalupe para el resto (Abril 1984-Noviembre 1984), no encontrándose la serie completa de datos para una misma estación, debido a que cuando se instaló el Centro

PRECIPITACION TOTAL ANUAL

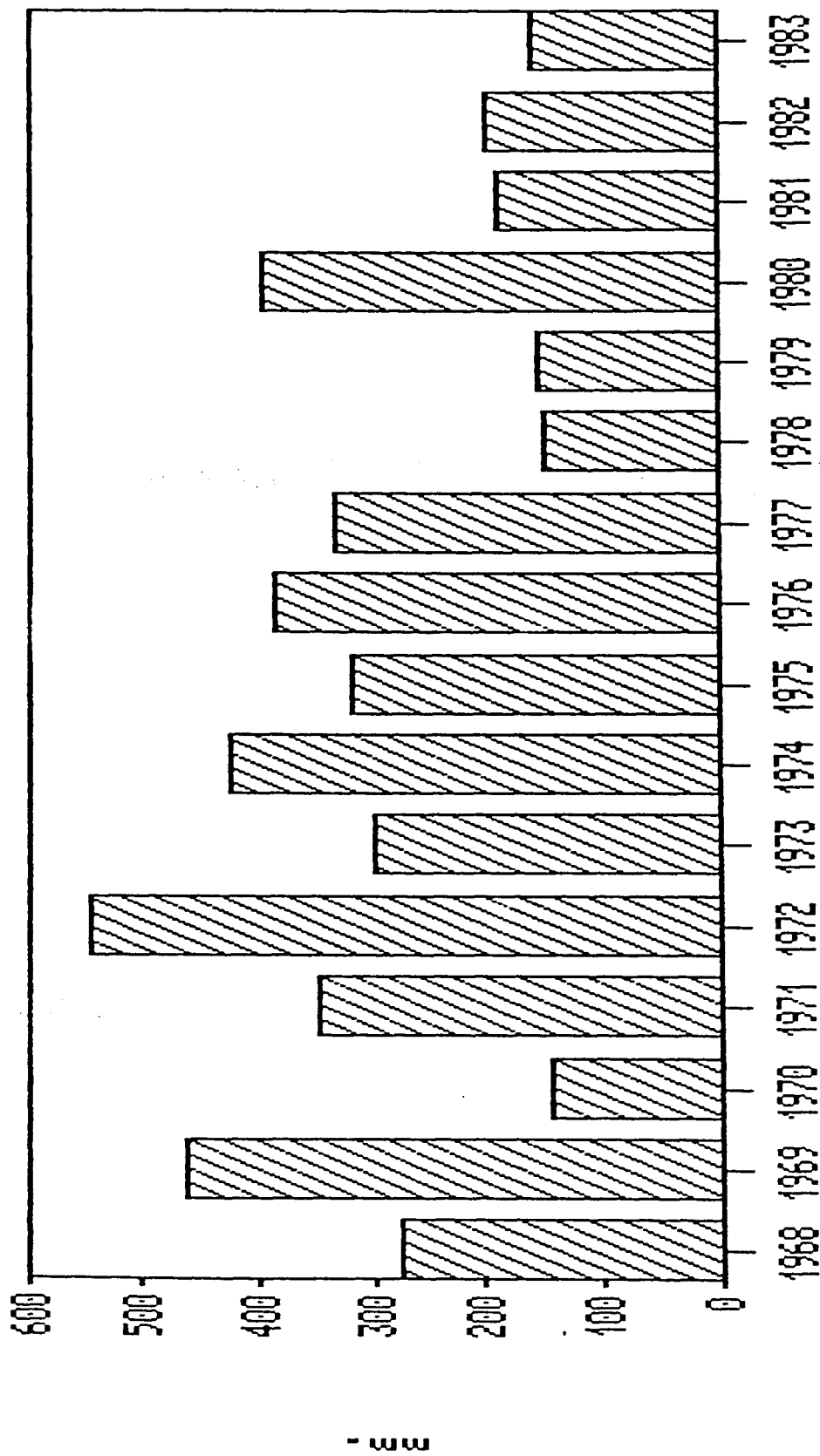


Figura 3.3: Precipitación total anual registrada en la estación meteorológica Murcia-Vistabella durante el periodo (1968-1983).



Metereológico Zonal de Murcia en Guadalupe, la primera estación mencionada dejó de funcionar.

### 3.3.1. REGIMEN TERMICO.

Durante el ciclo anual de estudio, las temperaturas del aire han sido generalmente altas en verano, primavera y otoño, y suaves en invierno.

Las temperaturas medias máximas y mínimas han oscilado siguiendo la pauta térmica general de la zona, aunque se registran temperaturas máximas ligeramente más altas y temperaturas mínimas más bajas, con valores medios comprendidos entre los 34.2°C alcanzados en Julio y los 6.6°C en Enero (figura 3.4).

La temperatura máxima absoluta (43.6°C) fué registrada el 24 de Julio y la temperatura mínima absoluta (-0.5°C) el 11 de Enero.

La variación anual de temperatura (media del mes más caluroso menos la media del mes más frío) es pequeña (13.75°C) si se la compara con la de los desiertos que oscila entre 17-22°C (STRAHLER, 1982).

En zonas áridas, como la del estudio, la variación diaria de las temperaturas tiene un interés biológico más importante que la variación anual. La media de variación diaria calculada durante el ciclo de estudio es de 13.54°C, dándose la máxima variación en los meses de verano (16.6°C en Julio), donde se alcanzan temperaturas muy altas en las horas del mediodía, en contraste con las de las primeras horas de la mañana o la noche.

Los coeficientes de variación mensuales de las temperaturas máximas y mínimas, calculados para el periodo 1968-1983 (tabla 3.2, a y b) son, en general, bajos, lo que demuestra la constancia de las temperaturas mensuales de un año a otro como se observa en la figura 3.4.

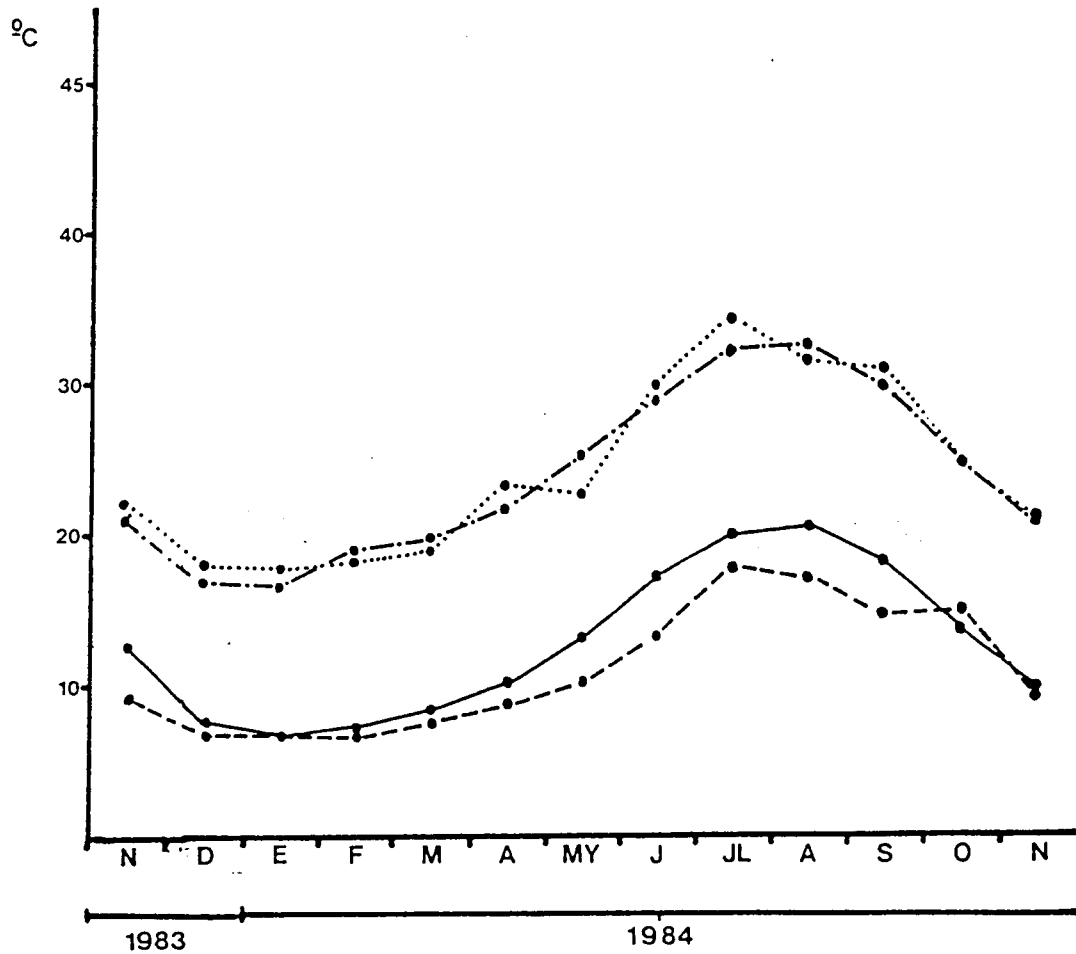
Los meses de invierno, fundamentalmente Diciembre y Enero, son los que presentan los coeficientes de variación más altos para las temperaturas mínimas; y los meses de Diciembre y Marzo para las temperaturas máximas. Las variaciones más pequeñas se dan durante el verano.

### 3.3.2. REGIMEN PLUVIOMETRICO.

La precipitación mensual a lo largo del ciclo ha oscilado fuertemente, desde valores nulos o inapreciables en los meses de Julio, Agosto y Septiembre hasta los 77.9mm registrados en Noviembre de 1983, alcanzandose un total de 259.5mm, que con respecto a los 299.53mm de precipitación media anual de la zona, demuestra la variabilidad en la precipitación estudiada anteriormente.

En la figura 3.5, donde aparecen representados los valores de precipitación total mensual comparados con los valores medios mensuales para el periodo 1968-1983, se observa que el máximo de precipitación se produce en Noviembre de 1983, seguido por un segundo máximo de primavera y otro en otoño.

El número de días con lluvia durante todo el periodo de estudio ha sido de tan solo 63 días. La precipitación recogida en estos días fué considerablemente baja; tan solo

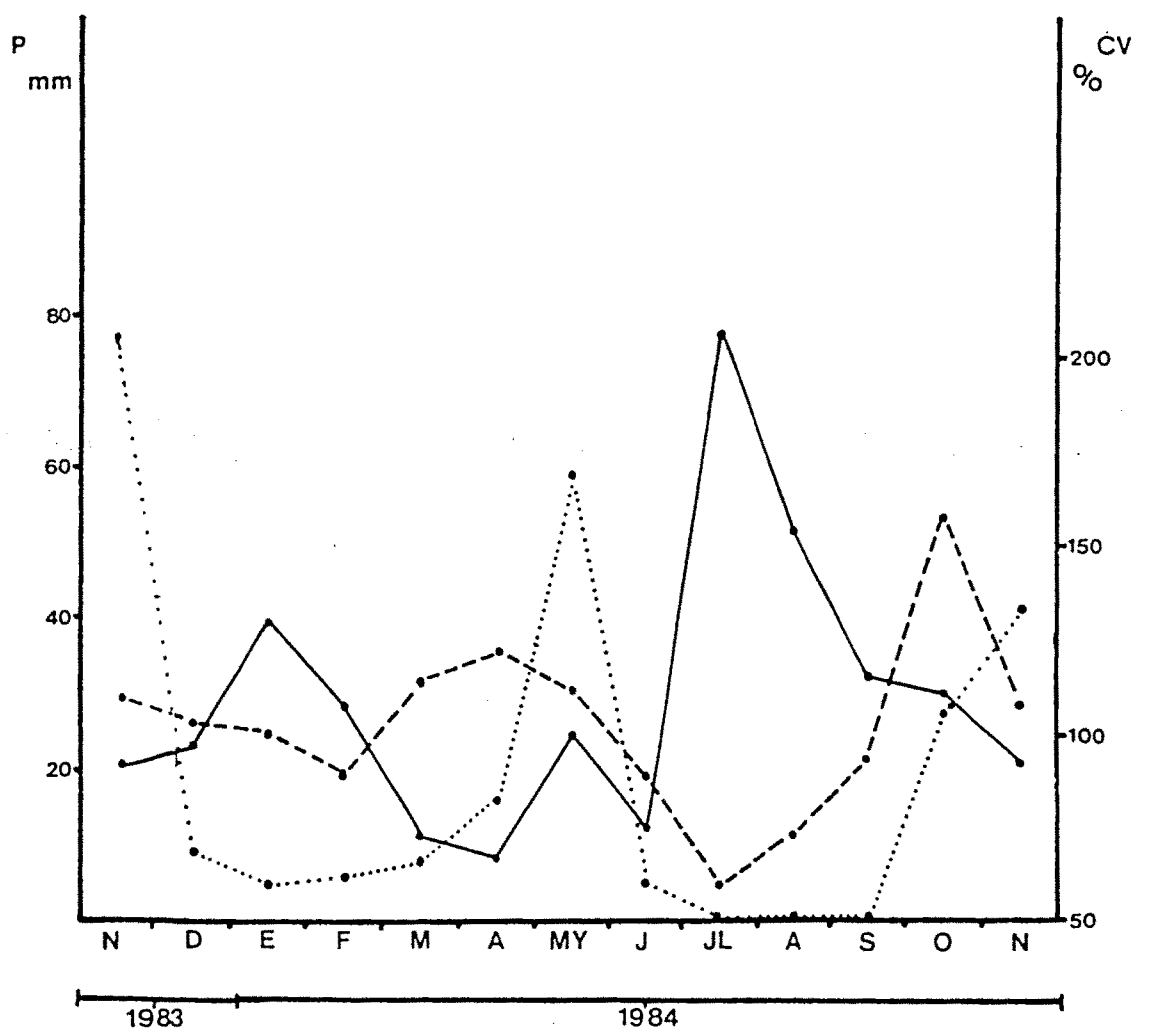


- T<sup>a</sup> media de las mínimas
- Periodo 1968-1983
- - -●- - - Periodo Nov.1983-Nov.1984
- .....●..... T<sup>a</sup> media de las máximas
- .....●..... Periodo 1968-1983
- .....●..... Periodo Nov.1983-Nov.1984

Figura 3.4: Evolución temporal de las temperaturas medias máximas y mínimas mensuales durante el ciclo anual de estudio (Noviembre-1983/Noviembre-1984) comparada con la del periodo 1968-1983.







- Coeficiente de Variación (C.V.)
- - - - - Precipitación media mensual (1968-1983)
- ..... Precipitación total mensual (Nov. 1983-Nov. 1984)

Figura 3.5: Evolución temporal de la precipitación total mensual durante el ciclo anual de estudio (Noviembre-1983/Noviembre-1984) comparada con la del periodo 1968-1983. Se representa también el coeficiente de variación mensual (%) calculado para el periodo 1968-1983.



un día del ciclo superó los 30mm, 2 días los 20mm, 3 días los 10mm y 13 días los 5mm. El resto no alcanzó los 5mm de precipitación.

Todos los meses registran al menos un día de lluvia, excepto Julio. Los meses con mayor frecuencia de lluvias fueron Noviembre de 1983 y Mayo (10 días), seguidos por Noviembre de 1984 (9 días).

Los coeficientes de variación mensuales de la precipitación total mensual (tabla 3.2 c) son enormemente altos (>70 %), fundamentalmente en verano, lo que indica la gran impredecibilidad de las precipitaciones en esta época del año.

Los meses del año más variables en cuanto a la frecuencia e intensidad de las lluvias son Julio (206.62%) y Agosto (154.60%) seguidos del mes de Enero (129.83%). Las estaciones del año con coeficientes más bajos son primavera y otoño, donde regularmente tienen lugar los máximos de precipitación.

### 3.3.3. REGIMEN DE INSOLACION.

La insolación durante el periodo de estudio ha sido muy elevada, aunque ligeramente inferior a la observada en otros años (2868.65 horas medias anuales de sol), con un total de 2759.9 horas de sol y un porcentaje medio de horas de sol con respecto a la duración del día total, del 57.53% (figura 3.6).

El máximo de insolación se registró en Julio (69%) y el mínimo en Mayo (43%), siendo este último causa de la inestabilidad atmosférica y las frecuentes precipitaciones.

Secundariamente aparecen los esperados mínimos de insolación en Noviembre, causados por la menor duración del día y la alta nubosidad.

Los coeficientes de variación mensual de la insolación total calculados para la serie de datos (tabla 3.2 d) son bastante bajos (<25%), fundamentalmente en los meses de verano, lo que demuestra la constancia interanual de este factor ambiental en la zona de estudio.

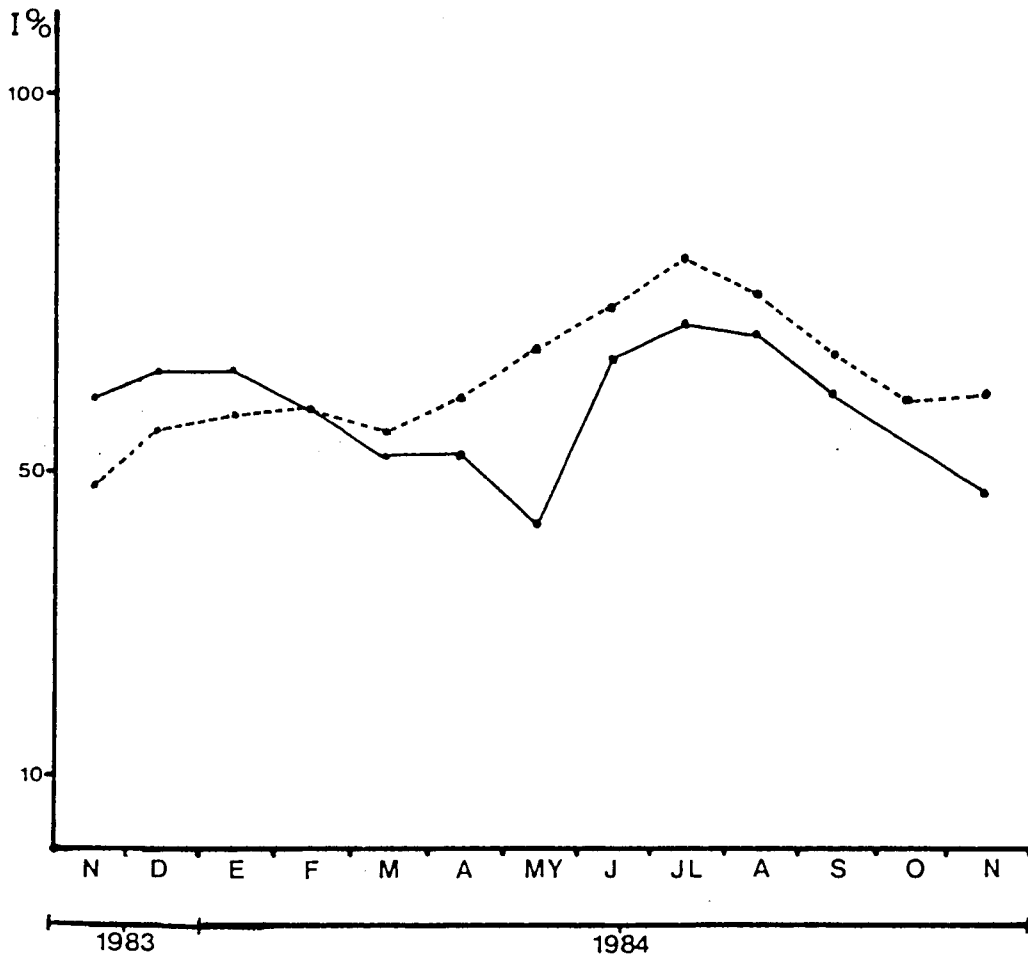
El mes con mayor coeficiente de variación corresponde a Enero (21.62%) estando en relación con la alta variabilidad en la precipitación observada anteriormente en este mes.

#### 3.3.4. REGIMEN DE VIENTOS.

El conocimiento de las variaciones que experimenta el viento tanto en la velocidad como en dirección es importante en los procesos de colonización, ya que como se ha indicado anteriormente, determinados grupos de insectos utilizan el viento como medio de transporte, y por tanto puede indicar los periodos y direcciones más favorables para su dispersión.

En la figura 3.7 se representan las rosas de los vientos anual y para cada mes del ciclo, considerando las ocho direcciones principales del viento, con sus frecuencias medias (%) e intensidades (Km/h).

En general, a lo largo del ciclo, los vientos dominantes son los de dirección E (15.66%), y los de mayor intensidad los de dirección NW, con 12.16km/h de velocidad media.



—●— Periodo Nov.1983-Nov.1984

- - -●- - - Periodo 1968-1983

Figura 3.6: Evolución temporal de la insolación media mensual durante el ciclo anual de estudio (Noviembre-83/Noviembre-84) comparada a la del periodo 1968-1983.



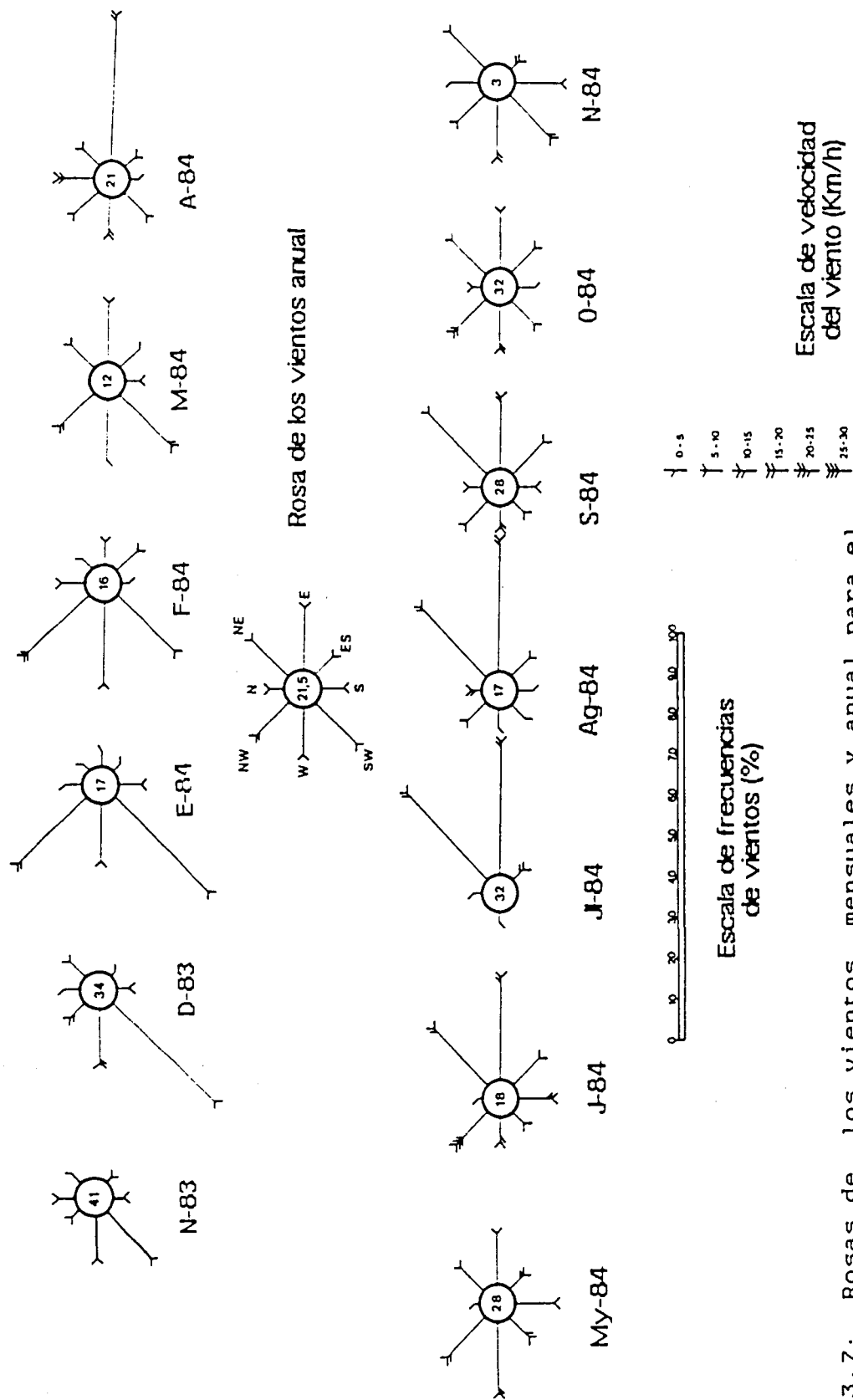


Figura 3.7: Rosas de los vientos mensuales y anual para el ciclo de estudio (Noviembre-83/Noviembre-84). Se indican, mediante escalas semicuantitativas, los valores de frecuencia (%) e intensidad (Km/h) de las ocho direcciones principales del viento.





La velocidad media de los vientos es relativamente baja (8.44Km/h), siendo el porcentaje medio de días con calma del 21.5%.

Los vientos más frecuentes han sido los de componente E en verano y los de componente W en invierno.

La racha máxima de viento se produjo el día 1 de Abril, con una dirección W-NW y una velocidad de 70 Km/h.

#### 3.4. PERIODOS CLIMATICOS DURANTE EL CICLO ANUAL DE ESTUDIO.

Atendiendo a los parámetros climáticos estudiados anteriormente y a su evolución a lo largo del ciclo anual, se pueden establecer a modo de síntesis, cinco periodos climáticos o estacionales en el area de estudio.

**Invierno templado:** Incluye los meses de Diciembre, Enero y Febrero. Está caracterizado por temperaturas bastante variables, aunque las temperaturas medias máximas no superan los 19°C y las temperaturas medias mínimas los 7°C.

La precipitación tiene una marcada variabilidad tanto en su frecuencia como abundancia, estando la media mensual entre los 5-10mm.

El grado de insolación es alto (50-65%) y bastante variable en estrecha relación con la irregularidad de las precipitaciones. Los vientos predominantes son los de componente SW.

**Primavera temprana:** Las características climáticas de este periodo son típicas del mes de Marzo, donde las temperaturas aumentan ligeramente, aproximadamente 1-2°C respecto a los meses anteriores.

La temperatura media de las máximas no supera los 20°C y la temperatura media de las mínimas está por debajo de los 8°C. La precipitación total mensual es de 8.2mm y el grado de insolación es superior al 50%. Los vientos predominantes siguen siendo de componente W.

**Primavera lluviosa:** Incluye Abril y Mayo, meses tradicionalmente cálidos y lluviosos. La temperatura media de las máximas supera los 22°C y la temperatura media de las mínimas varía entre 8.5 y 10.5°C.

Es uno de los periodos más lluviosos del año, con precipitaciones totales mensuales que oscilan entre los 16 y 60mm. En relación con esto, el grado de insolación disminuye durante estos dos meses (40-55%).

El régimen de vientos cambia considerablemente, predominando los vientos lluviosos de componente E.

**Verano:** Es el periodo climático más largo del año. Incluye los meses de Junio, Julio, Agosto y Septiembre. Las temperaturas son bastante elevadas, con valores de las temperaturas medias máximas superiores a los 30°C, llegando a alcanzar los 40°C. La temperatura media de las mínimas en Junio y Septiembre no sobrepasa los 15°C, mientras que en Julio y Agosto lo supera.

La precipitación presenta, en estos meses, el mayor grado de variabilidad, siendo la precipitación total mensual insignificante (1mm) o nula, aunque en algunos años, durante

este periodo se pueden dar las llamadas "tormentas de verano" que aportan considerables cantidades de agua en muy corto espacio de tiempo (minutos a horas).

La insolación es la más alta del año, oscilando entre el 60 y 70%. Los vientos dominantes siguen siendo los de componente E.

**Otoño lluvioso:** Comprende los meses de Octubre y Noviembre. La temperatura media de las máximas sigue siendo alta, superando los 20°C, mientras que la temperatura mínima baja considerablemente, estando la media por debajo de los 10°C.

La característica más importante de este periodo climático es la frecuencia y abundancia de las precipitaciones, siendo un periodo húmedo por excelencia. La precipitación total mensual es bastante "alta" (28-77mm) y el grado de insolación disminuye (<60%). No hay vientos predominantes, siendo todas las direcciones del viento casi equifrecuentes.

### 3.5. CARACTERISTICAS MICROCLIMATICAS.

Para detectar las características microclimáticas de la zona de estudio, con respecto a las estaciones meteorológicas consideradas, se han realizado diagramas de dispersión y se han calculado las rectas de regresión lineal para las medias mensuales de las temperaturas máximas y mínimas de las estaciones Murcia-Vistabella y Murcia-Guadalupe y las registradas por la autora en la misma zona de estudio (figuras 3.8 a y b). De igual forma, se ha hecho con la precipitación total mensual, pero considerando los datos

registrados por la estación pluviométrica de Espinardo (a 1Km de la zona de estudio) por carecer de datos propios (figura 3.8 c). Los datos utilizados aparecen en la tabla 3.3.

La observación directa de los datos muestra la existencia de un microclima en la zona de estudio, registrándose temperaturas del aire ligeramente más elevadas en los meses de verano y otoño, y más frías en invierno y principios de primavera, debidas a la ubicación de los estanques en una terraza totalmente desprotegida, que hace que las temperaturas sean más extremas y la acción del viento más intensa.

Sin embargo, los coeficientes de correlación calculados para las temperaturas máximas y mínimas son muy altos ( $r=0.979$ ,  $p<0.01$  y  $r=0.957$ ,  $p<0.01$ , respectivamente), lo que indica que las diferencias térmicas observadas entre la zona de estudio y las estaciones metereológicas consideradas no son significativas.

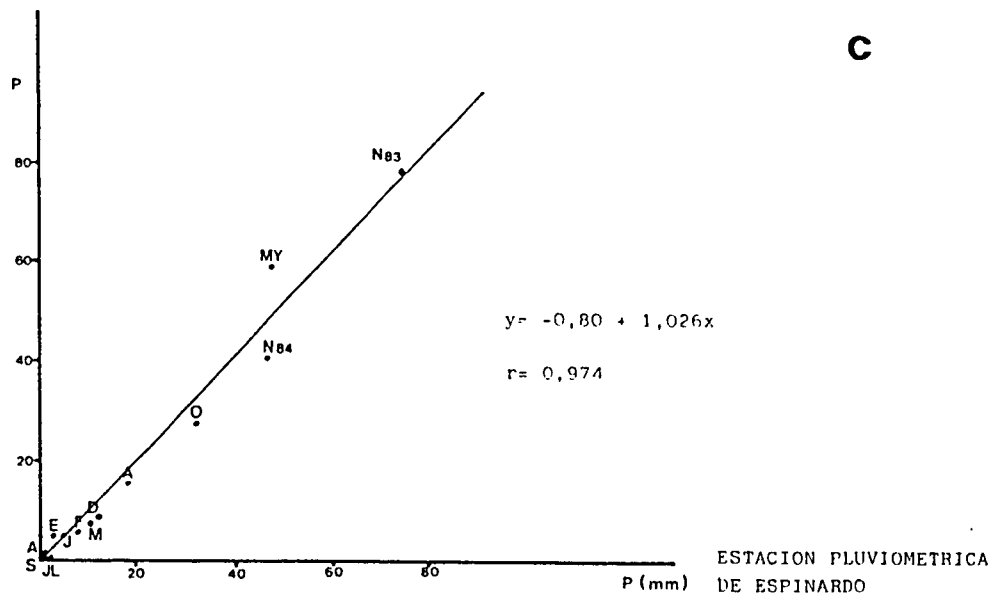
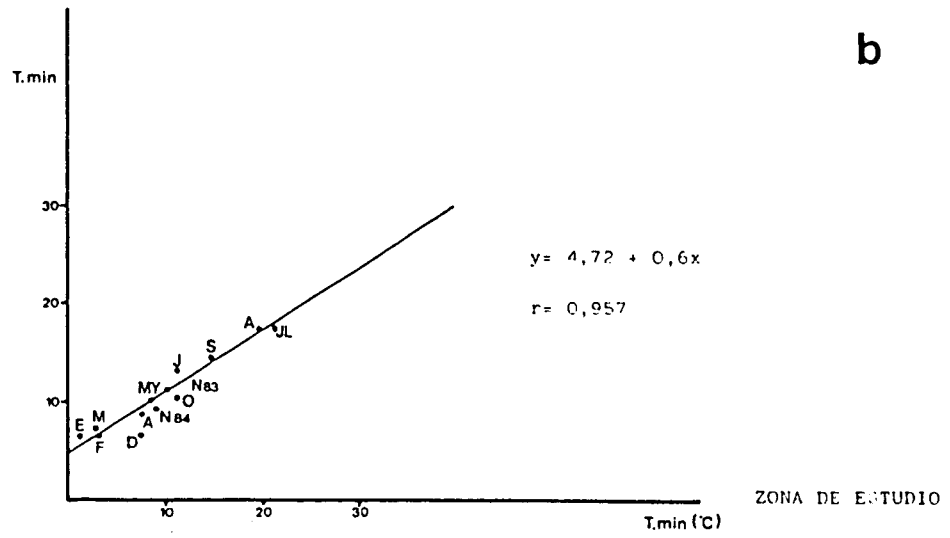
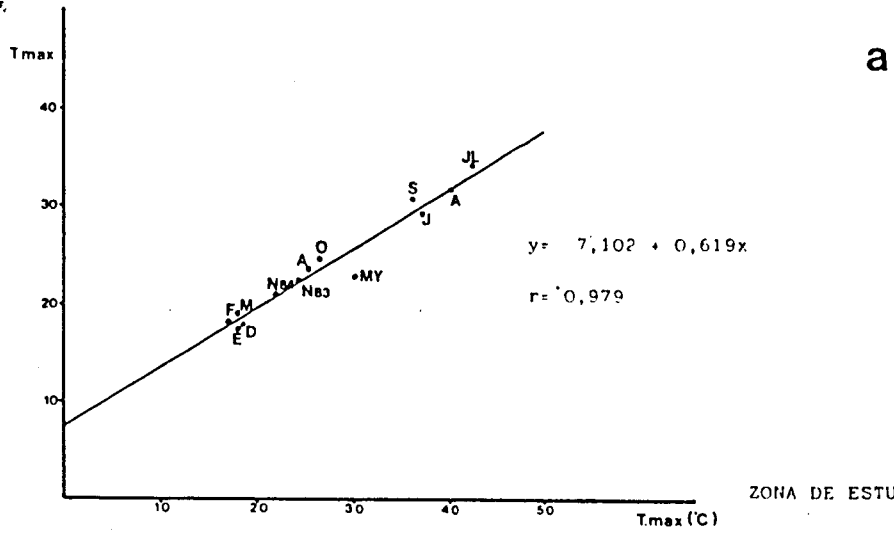
En cuanto a la precipitación, las lluvias registradas en la zona de estudio son ligeramente inferiores a las de las estaciones consideradas, aunque estas diferencias tampoco son significativas, ya que el coeficiente de correlación está muy próximo a 1 ( $r=0.974$ ,  $p<0.01$ ).

En resumen, se puede afirmar que a pesar de que existan pequeñas diferencias térmicas y pluviométricas entre la zona de estudio y las estaciones metereológicas estudiadas, las temperaturas máxima y mínima y la precipitación durante el periodo de estudio, están bien caracterizadas por éstas.

Figura 3.8: Diagramas de dispersión y rectas de regresión lineal para las temperaturas medias máximas mensuales, medias mínimas mensuales y precipitación total mensual, registradas durante el ciclo anual de estudio en la estación meteorológica Murcia-Vistabella & Murcia-Guadalupe y en la zona de estudio. Por carecer de datos propios de precipitación, se han considerado los de la estación pluviométrica de Espinardo.



ESTACION  
BURCIA-VISTABELLA &  
BURCIA-GUADALUPE







Mes y año	Media de las T <sup>o</sup> máxima (°C).		Media de las T <sup>o</sup> mínimas (°C).		Precipitación mensual (mm).	
	MURCIA-VISTABELLA MURCIA-GUADALUPE	ZONA DE ESTUDIO	MURCIA-VISTABELLA MURCIA-GUADALUPE	ZONA DE ESTUDIO	MURCIA-VISTABELLA MURCIA-GUADALUPE	ESPINARDO
N-83	22.00	22.00	12.50	11.00	77.90	73.60
D-83	18.00	18.50	6.80	7.50	9.70	12.00
E-84	17.70	18.33	6.60	1.33	5.30	3.40
F-84	18.10	18.33	6.70	3.33	6.30	8.30
M-84	19.00	18.00	7.50	3.30	8.20	11.10
A-84	23.70	25.50	8.90	7.50	16.60	18.50
My-84	23.00	30.50	10.20	8.50	59.30	48.50
J-84	29.50	37.33	13.20	11.33	5.40	5.20
Jl-84	34.20	42.66	17.60	21.33	0.00	0.00
Ag-84	31.70	40.25	17.10	19.75	0.80	0.00
S-84	31.00	36.33	14.80	14.83	0.40	0.00
O-84	24.90	26.66	10.50	11.33	28.60	32.30
Nv-84	21.00	22.00	9.10	9.00	41.00	47.00

Tabla 3.3: Valores medios mensuales de las temperaturas máxima y mínima y valores totales mensuales de precipitación registrados en la zona de estudio y en las estaciones meteorológicas de Murcia-Vistabella & Murcia-Guadalupe y Espinardo durante el ciclo anual Noviembre-83/Noviembre-84.



### 3.6. DISCUSION.

Las escasas e irregulares precipitaciones y las altas temperaturas son las características más relevantes del clima de la zona de estudio, y la definen como una de las áreas geográficas más áridas de España y de Europa.

La gran variabilidad en las precipitaciones anuales (40.38 %) implica un cierto grado de imprevisibilidad en el clima, y va a determinar el carácter más o menos temporal de las aguas continentales de este área, así como la estrategia que adoptan los organismos acuáticos para colonizar estos medios.

El ritmo creciente-decreciente, de un año a otro, de las precipitaciones totales anuales, indica que como mínimo un medio acuático temporal contiene agua al menos una vez cada dos años y fundamentalmente en las estaciones de otoño y/o primavera.

La colonización en este área debe tener un marcado carácter estacional, realizándose fundamentalmente, durante el periodo húmedo del ciclo anual (primavera y otoño), aunque en medios permanentes, como los estanques objeto de este estudio, que están sometidos a un llenado periódico de agua, debe de continuar el proceso de llegada de nuevas especies durante el periodo seco (verano e invierno) procedentes de cuerpos de agua temporales que se secan en éstas épocas del año. Al controlar el régimen hídrico de los estanques durante todo el ciclo anual de estudio, el efecto directo de la precipitación sobre los procesos de colonización de estos medios, se anula.

Debido al elevado régimen anual de temperaturas, los procesos de colonización no deben de estar limitados por este factor, sino que probablemente estén acelerados con respecto a otras áreas geográficas templadas.

Las rachas máximas de viento, por una parte, y la alta insolación por otra, deben favorecer estos procesos, ya que aumentan la capacidad de dispersión de las especies y la visibilidad de estos medios, respectivamente.

Dado que los organismos que van colonizar este tipo de medios son fundamentalmente, especies oportunistas, con gran capacidad para tolerar un amplio rango de condiciones ambientales, rápido desarrollo, marcada estacionalidad en sus ciclos de vida y efectivos mecanismos de dispersión (WILLIAMS, 1985), cabe esperar que los procesos de colonización en la zona de estudio estén controlados en gran parte por la temporalidad de los cuerpos de agua y por la variabilidad de las condiciones climáticas.

**4. VARIACION Y  
CARACTERIZACION TEMPORAL  
DE LA  
COMPOSICION FISICO-QUIMICA  
DEL AGUA  
DE LOS ESTANQUES.**



#### 4. VARIACION Y CARACTERIZACION TEMPORAL DE LA COMPOSICION FISICO-QUIMICA DEL AGUA DE LOS ESTANQUES.

##### 4.1. INTRODUCCION

La composición fisico-química del agua es uno de los factores que influyen en el establecimiento y persistencia de las especies colonizadoras (FRIDAY, 1987), y por tanto, constituye un aspecto determinante del componente biótico de los ecosistemas acuáticos (MONTES, 1980).

La mayoría de las propiedades del agua son función de la temperatura, presión y sustancias disueltas, y las diferencias espaciales y temporales tienen gran importancia para dar cuenta de la distribución y actividades de los organismos (MARGALEF, 1977).

Los elementos químicos de proporcionalidad constante o conservativos, como el cloro, magnesio, calcio, etc., tienen una considerable relevancia ecológica, no por que sean indispensables para la vida, pues de ordinario están en exceso y no son limitantes, sino por su influencia sobre la presión osmótica y los equilibrios iónicos. Esto tiene gran interés para explicar adaptaciones generalizadas en los organismos, como la capacidad de regulación osmótica (MARGALEF, 1977).

Los elementos químicos de proporcionalidad variable, cuyas concentraciones, en las aguas naturales, cambian espacial y temporalmente, en parte por la acción de los organismos, tienen una importancia básica en la vida de los seres acuáticos. El conocimiento de su concentración sirve para explicar la distribución de los organismos y sus ciclos anuales. A este grupo pertenecen elementos como el carbono



inorgánico, fósforo y nitrógeno, cuyo estudio temporal no se puede realizar sin tener en cuenta las actividades de los organismos.

Por tanto, los estanques deben considerarse como sistemas dinámicos, en los cuales, los organismos, no sólo se ven afectados por las condiciones fisico-químicas, sino que también sus comunidades pueden afectar profundamente la calidad de sus aguas.

Los objetivos de este capítulo son:

- Caracterizar el ambiente fisico-químico y la variación temporal del agua de los estanques, donde van a establecerse las poblaciones de insectos.

- Determinar la similitud o diferencia respecto al cuadro fisico-químico entre los estanques.

- Detectar las tendencias de variación conjunta de aquellos parámetros fisico-químicos del agua que pueden afectar los procesos de colonización.

#### **4.2. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA COMPOSICION FISICO-QUIMICA DEL AGUA DE LOS ESTANQUES: VARIACION TEMPORAL.**

Durante el ciclo anual de estudio se han analizado un total de 26 parámetros, de los cuales 8 son físicos (volumen de agua, evaporación, temperatura puntual, máxima y mínima del agua, volumen de sedimento, sólidos en suspensión y transparencia del agua), 16 químicos (salinidad, conductividad, cloruros, dureza, calcio, magnesio, pH, alcalinidad, oxígeno disuelto, saturación de oxígeno, nitratos, nitritos, amonio, fosfatos, silicatos y sulfatos) y 2 biológicos (clorofila "a" e índice de pigmentos), cuyo

método de análisis y periodicidad en la toma de muestras aparece en la tabla 2.1 del capítulo de material y métodos.

En el apéndice I se presentan los resultados originales de las medidas de los parámetros físico-químicos y biológicos realizadas durante el estudio, incluidos en 10 matrices, una para cada estanque.

El análisis detallado de la variación temporal de los parámetros analizados en cada uno de los estanques, no se incluyen en este capítulo, ya que fueron objeto de estudio en la Tesis de Licenciatura de la autora (VELASCO, 1986), donde pueden ser consultados. En la tabla 4.1 se presentan los estadísticos más importantes (media, desviación típica y rango de variación) de las medidas de los parámetros analizados para los diez estanques, durante el ciclo anual de estudio. A continuación, se hace una síntesis de los resultados.

La composición físico-química del agua de los estanques, está determinada, fundamentalmente, por los factores climáticos, la calidad y cantidad del agua de entrada, del manejo humano y de los componentes bióticos del sistema.

En estos medios, caracterizados principalmente por su escasa profundidad (31cm) y pequeño tamaño (ver figura 2.1), existe una interacción permanente e intensa entre los distintos parámetros físico-químicos y los cambios climáticos y de volumen de agua, debidos, estos últimos, al efecto de llenado continuo al que han sido sometidos durante el periodo de estudio.

Como consecuencia de su escasa profundidad y la acción de los organismos del bentos, existe una intensa relación entre las fase agua-sedimento, teniendo lugar en esta última, la mayor parte de las reacciones bioquímicas.

#### A. NIVEL DE AGUA.

En general, los medios estudiados se han caracterizado por presentar un pequeño volumen de agua ( $\approx 350l$ ) más o menos constante a lo largo del ciclo, debido al relleno periódico al que han sido sometidos (excepto el estanque VIII en la primera etapa). Sus fluctuaciones dependen fundamentalmente, de las tasas de pérdida por evaporación y de entradas por precipitación y relleno periódico.

La tasa media de evaporación es alta (3.66l/día estanque VIII y 5.68l/día estanque II) y está en relación con las elevadas temperaturas del aire y grado de insolación, observándose dos periodos en los cuales la evaporación es máxima: uno, muy corto, en la primera mitad de Abril, y otro, en los meses de verano de Julio y Agosto.

#### B. TEMPERATURA DEL AGUA

Los valores de temperatura del agua, a lo largo del ciclo, fueron elevados, en consonancia con la temperatura del aire, debido a la escasa profundidad de estos medios. Los valores medios de las temperaturas máximas varían desde  $22.88^{\circ}C$  (estanque I) hasta  $30.02^{\circ}C$  (estanque X) y los de las temperaturas mínimas están comprendidos entre  $10.56^{\circ}C$  (estanque VIII) y  $15.50^{\circ}C$  (estanque X).

En función de las temperaturas registradas se diferencian tres periodos térmicos:

Tabla 4.1: Estadísticos más importantes (media, desviación típica y rango de variación) de las medidas de los parámetros analizados durante el periodo de estudio en cada uno de los estanques.



PARAMETROS	ESTANQUE I				ESTANQUE II			
	X	S	RANGO		X	S	RANGO	
			max.	min.			max.	min.
1 Volumen de agua (l)	308.57	31.60	366.77	- 229.23	304.29	35.65	367.85	- 217.05
2 Evaporación (l/día)	5.31	2.54	11.21	- 1.68	5.68	3.04	11.42	- 0.66
3 Temperatura puntual (C)	17.06	6.20	29.00	- 7.00	17.64	6.44	29.00	- 6.50
4 Temperatura máxima (C)	22.88	7.17	34.00	- 11.00	22.85	7.17	34.00	- 11.00
5 Temperatura mínima (C)	12.72	6.35	23.00	- 4.00	12.72	6.38	23.00	- 4.00
6 Volumen de sedimento (l)	7.44	3.26	13.75	- 2.29	10.01	6.35	22.84	- 2.28
7 Sólidos en suspensión (mg/l)	63.24	50.47	240.66	- 0.00	49.42	32.62	126.66	- 1.33
8 Transparencia (%)	80.88	24.66	100.00	- 40.00	80.00	23.66	100.00	- 40.00
9 Salinidad (g/l)	1.88	0.69	3.50	- 0.80	1.98	0.79	3.80	- 0.80
10 Conductividad (µmhos/cm)	2288.82	1082.64	4500.00	- 130.00	2568.23	1353.04	6400.00	- 870.00
11 Cloruros (mg/l)	550.41	288.72	1005.88	- 150.40	538.62	229.64	1062.20	- 136.30
12 Dureza (F)	130.49	50.89	211.00	- 59.00	117.76	46.83	192.80	- 70.00
13 Calcio (mg/l)	141.45	102.56	332.00	- 61.60	170.61	78.34	296.00	- 68.00
14 Magnesio (mg/l)	203.87	96.10	370.00	- 102.06	181.85	76.91	359.15	- 106.00
15 pH	8.03	0.65	8.87	- 6.50	7.91	0.60	9.65	- 6.73
16 Alcalinidad (meq/l)	1.67	0.60	3.00	- 0.15	1.44	0.64	2.44	- 0.34
17 Oxígeno disuelto (mg/l)	6.60	2.16	11.56	- 3.24	6.26	1.93	10.12	- 2.59
18 Saturación de Oxígeno (%)	68.48	17.56	105.86	- 37.98	65.10	17.20	102.71	- 32.49
19 Nitratos (µgat.N-NO /l)	21.50	25.47	98.98	- 0.00	12.55	15.26	61.26	- 0.00
20 Nitritos (µgat.N-NO /l)	1.10	1.22	4.99	- 0.00	1.22	1.80	6.33	- 0.00
21 Amonio (µmol.NH /l)	4.00	4.12	13.75	- 0.00	0.39	0.61	2.00	- 0.00
22 Fosfatos (µgat.P-PO /l)	0.84	1.34	3.42	- 0.00	0.62	1.06	3.42	- 0.00
23 Silicatos (µgat.Si-SiO /l)	107.82	52.63	187.50	- 10.22	95.20	45.35	193.18	- 5.09
24 Sulfatos (µgat.S-SO /l)	2425.57	700.68	3754.66	- 1535.90	2317.91	841.15	3754.66	- 1774.90
25 Clorofila a (mg/l)	14.56	12.27	43.36	- 0.60	25.21	22.41	87.57	- 3.78
26 Índice pigmentos (D430/D665)	9.97	19.67	88.80	- 0.80	6.12	3.83	18.83	- 3.50

PARAMETROS	ESTANQUE III				ESTANQUE IV			
	X	S	RANGO		X	S	RANGO	
			max.	min.			max.	min.
1 Volumen de agua (l)	294.56	76.88	378.59	- 223.45	291.21	57.44	364.25	- 203.99
2 Evaporación (l/día)	5.33	3.06	12.19	- 0.54	5.42	2.71	12.82	- 1.79
3 Temperatura puntual (C)	17.65	6.63	31.80	- 6.00	18.05	6.92	31.50	- 7.00
4 Temperatura máxima (C)	25.52	7.19	36.00	- 14.00	25.52	7.19	36.00	- 14.00
5 Temperatura mínima (C)	12.67	6.10	23.00	- 4.00	12.67	6.10	23.00	- 4.00
6 Volumen de sedimento (l)	8.69	5.33	21.99	- 2.31	8.34	4.05	16.81	- 2.24
7 Sólidos en suspensión (mg/l)	52.52	34.76	130.00	- 0.00	54.42	39.09	177.33	- 0.00
8 Transparencia (%)	88.57	17.84	100.00	- 50.00	90.57	13.49	100.00	- 60.00
9 Salinidad (g/l)	2.04	0.84	3.90	- 0.80	2.02	0.67	3.20	- 0.90
10 Conductividad (µmhos/cm)	2631.17	1349.84	6500.00	- 900.00	2592.94	1015.92	4490.00	- 1000.00
11 Cloruros (mg/l)	583.17	318.99	1034.00	- 128.78	500.64	207.40	834.72	- 256.98
12 Dureza (F)	123.76	53.23	190.40	- 52.00	114.09	38.41	171.00	- 60.00
13 Calcio (mg/l)	158.72	82.78	284.00	- 53.20	177.74	65.14	300.00	- 84.40
14 Magnesio (mg/l)	200.97	83.56	312.98	- 89.91	107.07	65.47	314.19	- 94.52
15 pH	8.22	0.43	8.93	- 7.28	8.29	0.51	9.19	- 7.06
16 Alcalinidad (meq/l)	1.62	0.61	2.78	- 0.49	1.23	0.40	2.18	- 0.52
17 Oxígeno disuelto (mg/l)	6.44	1.56	9.99	- 3.50	6.43	1.78	9.23	- 3.37
18 Saturación de Oxígeno (%)	68.09	12.98	93.62	- 46.48	68.05	15.50	95.36	- 42.17
19 Nitratos (µgat.N-NO /l)	14.51	22.63	93.84	- 0.00	17.34	18.85	65.01	- 0.00
20 Nitritos (µgat.N-NO /l)	2.36	3.50	16.33	- 0.31	3.55	5.21	23.33	- 0.00
21 Amonio (µmol.NH /l)	0.61	1.00	4.00	- 0.00	0.62	1.23	5.00	- 0.00
22 Fosfatos (µgat.P-PO /l)	1.24	2.25	9.00	- 0.00	0.89	1.13	3.42	- 0.00
23 Silicatos (µgat.Si-SiO /l)	59.01	50.79	145.45	- 0.00	108.58	40.79	188.46	- 46.87
24 Sulfatos (µgat.S-SO /l)	2416.05	680.32	3413.33	- 1843.20	2596.98	717.71	3754.66	- 1911.46
25 Clorofila a (mg/l)	15.04	12.97	45.36	- 1.20	13.47	12.50	46.98	- 1.14
26 Índice pigmentos (D430/D665)	15.20	28.86	133.00	- 4.75	10.94	10.02	38.00	- 2.50



PARAMETROS	ESTANQUE V				ESTANQUE VI			
	X	S	RANGO		X	S	RANGO	
			max.	min.			max.	min.
1 Volumen de agua (l)	310.60	33.40	375.93	- 221.00	309.39	32.23	371.28	- 218.19
2 Evaporación (l/día)	4.85	2.49	10.20	- 1.87	5.02	2.41	10.06	- 1.11
3 Temperatura puntual (C)	18.04	7.20	31.50	- 7.00	18.04	6.73	31.50	- 7.00
4 Temperatura máxima (C)	24.91	7.03	35.00	- 14.00	25.05	6.89	35.00	- 14.00
5 Temperatura mínima (C)	12.08	6.20	22.00	- 2.00	12.08	6.20	22.00	- 2.00
6 Volumen de sedimento (l)	8.63	4.93	20.50	- 2.27	4.36	3.46	11.42	- 0.00
7 Sólidos en suspensión (mg/l)	107.60	86.36	343.33	- 10.00	61.43	38.20	134.00	- 3.66
8 Transparencia (%)	72.94	33.62	100.00	- 30.00	88.23	13.36	100.00	- 70.00
9 Salinidad (g/l)	2.14	0.78	3.60	- 0.90	2.14	0.81	3.90	- 0.80
10 Conductividad (µhos/cm)	2700.58	1045.62	4700.00	- 1000.00	2780.58	1320.06	6500.00	- 1110.00
11 Cloruros (mg/l)	610.78	258.58	1049.04	- 169.20	569.55	286.28	1039.46	- 146.64
12 Dureza (F)	123.38	51.88	197.20	- 34.60	123.84	56.26	196.00	- 33.80
13 Calcio (mg/l)	183.83	78.36	280.00	- 68.00	161.60	90.20	296.00	- 40.40
14 Magnesio (mg/l)	207.92	139.79	592.80	- 42.70	225.77	94.31	308.05	- 97.70
15 pH	8.70	0.69	10.02	- 7.30	8.37	0.47	9.17	- 7.25
16 Alcalinidad (meq/l)	1.82	0.61	2.82	- 0.86	1.80	0.87	3.27	- 0.86
17 Oxígeno disuelto (mg/l)	7.26	2.26	14.38	- 3.24	6.57	1.81	10.12	- 3.24
18 Saturación de Oxígeno (%)	75.92	21.36	131.68	- 43.02	68.74	16.68	98.61	- 43.02
19 Nitratos (µgat.N-NO /l)	13.76	19.41	61.42	- 0.00	15.27	23.18	90.22	- 0.00
20 Nitritos (µgat.N-NO /l)	12.81	20.02	88.00	- 0.00	3.66	5.13	33.33	- 0.33
21 Amonio (µmol.NH /l)	0.60	1.00	3.50	- 0.00	0.78	1.38	5.55	- 0.00
22 Fosfatos (µgat.P-PO /l)	1.36	2.32	9.00	- 0.00	1.69	2.96	9.00	- 0.00
23 Silicatos (µgat.Si-SiO /l)	86.21	58.21	238.46	- 9.47	119.21	51.82	288.41	- 53.84
24 Sulfatos (µgat.S-SO /l)	2183.21	855.24	3754.66	- 1792.00	2515.19	745.70	3754.66	- 1706.66
25 Clorofila a (mg/l)	43.26	59.51	205.58	- 0.00	10.80	8.36	35.38	- 0.00
26 Índice pigmentos (D430/D665)	11.17	18.27	76.00	- 0.00	8.10	10.15	48.00	- 0.00

PARAMETROS	ESTANQUE VII				ESTANQUE VIII			
	X	S	RANGO		X	S	RANGO	
			max.	min.			max.	min.
1 Volumen de agua (l)	278.87	85.61	365.47	- 210.29	235.42	108.30	369.60	- 33.90
2 Evaporación (l/día)	5.37	2.54	10.43	- 0.88	3.66	1.68	8.09	- 1.01
3 Temperatura puntual (C)	18.12	6.81	31.50	- 7.50	16.07	6.26	27.80	- 7.00
4 Temperatura máxima (C)	25.51	6.78	36.00	- 14.00	23.43	6.07	34.00	- 16.00
5 Temperatura mínima (C)	12.20	6.27	22.00	- 3.00	10.56	6.46	22.00	- 3.00
6 Volumen de sedimento (l)	4.50	4.10	19.23	- 0.00	3.19	1.65	5.65	- 1.13
7 Sólidos en suspensión (mg/l)	57.38	37.44	122.66	- 1.00	48.97	36.63	124.00	- 0.00
8 Transparencia (%)	94.70	9.91	100.00	- 70.00	95.65	5.89	100.00	- 80.00
9 Salinidad (g/l)	2.32	0.77	3.90	- 1.00	2.01	1.77	7.20	- 0.80
10 Conductividad (µhos/cm)	3058.82	1364.09	6800.00	- 1400.00	2589.09	2832.33	11000.00	- 900.00
11 Cloruros (mg/l)	581.48	286.13	1079.12	- 216.20	369.01	214.48	863.86	- 148.52
12 Dureza (F)	118.14	48.90	187.60	- 50.00	85.91	40.26	178.00	- 38.40
13 Calcio (mg/l)	157.23	86.41	312.00	- 52.00	112.34	63.83	232.00	- 19.20
14 Magnesio (mg/l)	187.93	77.20	270.21	- 38.88	154.49	103.60	219.60	- 61.72
15 pH	8.28	0.42	8.89	- 7.30	8.20	0.52	8.86	- 7.00
16 Alcalinidad (meq/l)	1.98	0.70	3.57	- 0.95	1.49	0.56	2.65	- 0.94
17 Oxígeno disuelto (mg/l)	6.40	1.85	8.69	- 2.33	6.49	1.27	8.95	- 4.28
18 Saturación de Oxígeno (%)	67.96	17.43	97.11	- 29.16	66.44	10.17	85.81	- 49.30
19 Nitratos (µgat.N-NO /l)	14.65	19.39	60.01	- 0.00	16.47	19.70	58.01	- 0.00
20 Nitritos (µgat.N-NO /l)	3.16	5.13	23.60	- 0.00	1.75	1.60	6.66	- 0.32
21 Amonio (µmol.NH /l)	1.07	1.91	7.55	- 0.00	1.00	1.98	7.00	- 0.00
22 Fosfatos (µgat.P-PO /l)	3.53	8.72	36.00	- 0.00	1.50	3.32	10.71	- 0.00
23 Silicatos (µgat.Si-SiO /l)	100.97	53.97	199.99	- 4.21	117.56	30.42	177.27	- 84.61
24 Sulfatos (µgat.S-SO /l)	2466.83	614.84	3413.33	- 1911.46	2564.87	725.32	3754.66	- 1877.33
25 Clorofila a (mg/l)	11.96	7.33	29.67	- 0.00	15.11	10.98	35.02	- 3.05
26 Índice pigmentos (D430/D665)	6.54	2.34	10.00	- 0.00	5.37	2.21	10.00	- 1.91





PARAMETROS	ESTANQUE IX				ESTANQUE X			
	X	S	RANGO		X	S	RANGO	
			max.	min.			max.	min.
1 Volumen de agua (l)	300.44	30.88	366.94	- 220.16	302.71	32.32	366.50-	219.90
2 Evaporación (l/día)	4.96	2.43	10.68	- 0.00	4.75	1.94	8.80-	1.92
3 Temperatura puntual ( C)	18.87	6.94	33.00	- 7.50	18.87	6.70	34.00-	9.00
4 Temperatura máxima ( C)	26.36	6.76	37.00	- 16.00	30.02	7.39	43.00-	19.00
5 Temperatura mínima ( C)	12.52	6.10	22.00	- 3.00	15.50	5.54	26.00-	4.00
6 Volumen de sedimento (l)	6.93	3.13	12.23	- 2.22	9.01	4.31	18.04-	4.00
7 Sólidos en suspensión (mg/l)	61.23	38.22	132.66	- 2.66	169.80	70.93	358.00-	82.66
8 Transparencia (%)	89.70	13.81	100.00	- 60.00	97.64	4.30	100.00-	90.00
9 Salinidad (g/l)	2.36	0.96	4.80	- 0.70	55.65	12.47	78.00-	19.00
10 Conductividad (µmhos/cm)	3158.23	1697.04	8000.00	- 1300.00	53076.00	25385.83	120000.00-	25600.00
11 Cloruros (mg/l)	624.84	306.46	1212.60	- 186.12	37161.58	21999.16	37161.58-	21999.00
12 Dureza (F)	118.25	49.77	184.00	- 36.40	432.14	115.11	661.00-	256.80
13 Calcio (mg/l)	187.81	85.66	336.00	- 56.00	762.03	275.06	1468.00-	384.00
14 Magnesio (mg/l)	173.25	86.83	359.15	- 54.43	587.44	150.84	996.30-	390.74
15 pH	8.43	0.64	9.95	- 7.17	8.11	0.46	8.71-	7.00
16 Alcalinidad (meq/l)	1.52	0.44	2.25	- 0.60	1.68	0.49	3.38-	0.45
17 Oxígeno disuelto (mg/l)	6.38	2.06	9.73	- 2.33	5.73	3.79	20.77-	1.81
18 Saturación de Oxígeno (%)	67.49	18.26	97.11	- 29.16	63.17	35.11	299.13-	23.02
19 Nitratos (µgat.N-NO /l)	9.00	16.03	63.67	- 0.00	7.28	9.41	31.01-	0.00
20 Nitritos (µgat.N-NO /l)	1.33	0.99	3.33	- 0.00	4.23	6.04	21.33-	0.00
21 Amonio (µmol.NH /l)	2.31	6.16	27.00	- 0.00	3.21	10.15	45.75-	0.00
22 Fosfatos (µgat.P-PO /l)	1.38	2.30	7.71	- 0.00	2.08	2.67	8.00-	0.00
23 Silicatos (µgat.Si-SiO /l)	98.84	55.44	288.46	- 16.84	64.35	64.35	204.54-	2.10
24 Sulfatos (µgat.S-SO /l)	2602.46	815.88	3754.66	- 1877.33	2521.56	642.77	3754.66-	2043.99
25 Clorofila a (mg/l)	8.32	8.96	34.25	- 0.00	8.03	6.5	20.10-	0.00
26 Índice pigmentos (D430/D665)	5.12	2.64	10.00	- 0.00	6.14	2.77	12.00-	0.00



- Periodo frio: desde la segunda mitad de Octubre hasta mediados de Marzo, con rangos de temperatura entre 4-28°C.
- Periodo templado: desde Abril hasta principios de Junio, con rangos de temperaturas entre 11-35°C.
- Periodo cálido: desde la segunda mitad de Junio hasta principios de Octubre, con rango de temperaturas de 16-43°C.

El aumento de temperatura del agua en primavera, se produce de una forma brusca, mientras que en otoño, el descenso se realiza de manera gradual.

#### C. SEDIMENTO.

Las condiciones iniciales de sedimento (2mm) son idénticas para todos los estanques excepto para el VI que carece de éste, y para el VII, que en lugar de la mezcla de arena y arcilla, contiene grava.

El volumen de sedimento, aumenta progresivamente en todos los estanques, a lo largo del ciclo. Este incremento es considerablemente mayor a partir del mes de Mayo, coincidiendo con el aumento general de las temperaturas que aceleran los procesos de degradación y mineralización de la materia alóctona, arrastrada por el viento a los estanques, y autóctona, procedente de las comunidades acuáticas.

#### D. SOLIDOS EN SUSPENSION.

Los valores medios de sólidos en suspensión varían de 48.97mg/l (estanque VIII) hasta 107.60mg/l (estanque V), y dependen del aporte de partículas no sedimentables transportadas por el viento, del agua de lluvia o de riego y de la propia comunidad del medio. Los máximos valores se corresponden con las mayores concentraciones de clorofila "a".

#### E. TRANSPARENCIA.

La transparencia del agua depende de los sólidos en suspensión y del desarrollo de las comunidades fitoplanctónicas. A lo largo del ciclo, este factor no llega a limitar la producción primaria, salvo en el estanque V (enriquecido artificialmente), donde durante su periodo de máxima producción primaria (mediados de Noviembre de 1983 hasta Abril de 1984), las altas densidades de fitoplancton reducen progresivamente la penetración de la luz.

#### F. SALINIDAD Y CONDUCTIVIDAD.

La salinidad y, en general, la mineralización de las aguas de los estanques, son relativamente elevadas. Están en función de la fuente de alimentación y de las temperaturas del agua.

Los nueve primeros estanques, llenados con agua potable de suministro público, presentan una salinidad media de 2g/l y una conductividad media superior a 2000 $\mu$ mhos/cm, valores muy indicativos del alto contenido en sales de las aguas de la cuenca del río Segura (VIDAL-ABARCA, 1985), de la cual deriva la red de suministro público.

En cambio, el estanque X, llenado inicialmente en sus dos terceras partes con agua hipersalina (75g/l) y el resto con agua del suministro público, presenta unos valores medios de 55.65g/l de salinidad.

En los meses de Julio y Septiembre, se alcanzan los máximos valores de salinidad, debido a que las altas temperaturas, aparte de influir en un efecto de concentración por la evaporación del agua, facilitan la solubilidad de las sales. Sin embargo, el aporte de agua a los estanques, por

efecto del rellenado a que fueron sometidos o por la precipitación, provoca un efecto de dilución del medio, fundamentalmente en el estanque X.

Salinidad y conductividad evolucionan de manera similar a lo largo del ciclo, ya que en aguas bicarbonatadas, la conductividad guarda una gran proporcionalidad con las concentraciones de los principales iones (WETZEL, 1981).

#### G. IONES MAYORITARIOS.

Los iones más importantes de las aguas de los estanques son el  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  y  $\text{CO}_3^{2-}$ , reflejo del sustrato calizo sobre el que discurren los cauces del río Segura (VIDAL-ABARCA, 1985). En el estanque X, el cloro es el ión mayoritario, con una concentración media anual de 3761.58mg/l.

#### H. ALCALINIDAD Y pH.

La capacidad tamponadora de las aguas, es en general alta, con unos valores medios de alcalinidad superiores a 1meq/l, por lo que las variaciones de pH a lo largo del ciclo son de 2 o 3 unidades como máximo. Los valores medios de pH son cercanos a 8 unidades. Los máximos se dan durante los meses de Abril o Mayo, cuando el desarrollo fitoplanctónico es muy elevado, mientras que los mínimos se alcanzan en verano, cuando la actividad respiratoria de los organismos es máxima, la capacidad tamponadora disminuye por la precipitación de carbonato cálcico y los procesos de descomposición detritica aumentan.

## I. OXIGENO DISUELTO.

Las variaciones del contenido de oxígeno disuelto en las aguas de los estanques depende, fundamentalmente, de la actividad fotosintética de los productores primarios y de la temperatura del agua. Las máximas concentraciones (de 20.77mg/l en el estanque X a 8.69mg/l en el estanque VII) se presentan en los meses más fríos, cuando la solubilidad del oxígeno es mayor, o bien en los meses de primavera, al aumentar la producción de oxígeno debido al gran desarrollo del fitoplancton. En cambio, en verano, cuando su solubilidad disminuye por efecto de las altas temperaturas y el contenido en sales, a la vez que aumenta su consumo por parte de los organismos, se presentan las concentraciones mínimas (de 3.37mg/l en el estanque IV a 1.81mg/l en el estanque X).

El estanque V es el que tiene los valores medios de oxígeno disuelto más altos, como consecuencia del gran desarrollo del fitoplancton, oscilando su rango de variación entre 14.38mg/l en Diciembre y 3.24mg/l en Agosto.

Los valores medios de saturación de oxígeno, durante casi todo el ciclo anual, no superan el 75%, alcanzando cotas superiores o de sobresaturación únicamente cuando la actividad fotosintética es intensa.

## J. NUTRIENTES.

Entre los nutrientes del agua de los estanques, el nitrógeno, el fósforo inorgánico y la sílice son los elementos principales que limitan el desarrollo de los productores primarios. Sus variaciones a lo largo del ciclo se encuentran muy ligadas al desarrollo de las comunidades fitoplanctónicas, los procesos de descomposición de la

materia orgánica en los sedimentos y los ciclos de vida de las especies presentes.

La forma de nitrógeno inorgánico más importante en las aguas de los estanques son los nitratos, que presentan sus concentraciones más altas (de  $98.98\mu\text{g-at.}$  en el estanque I a  $31.01\mu\text{g-at.}$  en el estanque X) en invierno y principios de primavera, cuando su consumo por parte del fitoplancton es bajo y el contenido de oxígeno disuelto es alto.

Conforme la densidad de productores primarios aumenta y las comunidades animales se hacen más complejas, los niveles de nitratos disminuyen mediante procesos de reducción. Sus concentraciones llegan a ser nulas o inapreciables en los meses de verano, cuando se intensifican los procesos de excreción y descomposición debido al incremento de las temperaturas. Es entonces, cuando se observan los máximos puntuales de amonio (de  $45.75\mu\text{mol}$  en el estanque X a  $2.00\mu\text{mol}$  en el estanque II).

Las concentraciones de fosfatos en las aguas de los estanques son relativamente bajas, oscilando sus valores medios desde  $0.62\mu\text{g-at.P-PO}_4^{3-}$  (estanque II) hasta  $3.53\mu\text{g-at.P-PO}_4^{3-}$  (estanque VII). Estos bajos valores son debidos, en gran medida, al escaso aporte de fósforo a estos sistemas. Su concentración depende, fundamentalmente, del aporte con el agua de precipitación y de relleno, al arrastre de materiales por el viento y a los procesos biológicos que tienen lugar dentro del sistema.

Los pequeños niveles de fosfatos existentes al principio del llenado de los estanques, sirven de estímulo para el desarrollo de las primeras poblaciones fitoplanctónicas. Rápidamente, el fósforo es asimilado por las algas e incorporado a sus tejidos, provocando la desaparición de este



compuesto en el agua, y limitando el crecimiento de las poblaciones existentes y la presencia de otras. A su vez, gran parte del fósforo es inmovilizado en los sedimentos, principalmente en forma de fosfato cálcico.

La muerte y descomposición de las poblaciones planctónicas y bentónicas, en verano, libera fósforo al agua, observándose las máximas concentraciones de fosfatos durante esta época (de  $36.00\mu\text{g-at.}$  en el estanque VII a  $3.42\mu\text{g-at.}$  en los estanques I, II y IV).

Los valores medios de silicatos oscilan desde  $59.01\mu\text{g-at.Si-SiO}_3^{2-}$  (estanque VII) hasta  $119.21\mu\text{g.at}$  (estanque VI) y su evolución temporal está estrechamente ligada al ciclo de las diatomeas, ya que asimilan grandes cantidades de sílice para la formación de sus frústulos.

#### K. CLOROFILA "a" E INDICE DE PIGMENTOS.

Es en primavera, cuando se observan las mayores concentraciones de clorofila "a" en los estanques, como resultado de un gran desarrollo de algas planctónicas. El incremento de las horas de luz y las temperaturas, así como la disponibilidad de nutrientes, son los principales factores que desencadenan este "bloom" de algas, inicialmente diatomeas.

Este máximo primaveral disminuye rápidamente cuando las concentraciones de sílice, nitrógeno y fósforo se reducen, provocando un descenso brusco en la concentración de clorofila "a". Es entonces, cuando el índice de pigmentos alcanza sus máximos valores. Las concentraciones de clorofila "a" aumentan ligeramente a finales de verano o a principios de otoño.

Los valores medios de clorofila "a" varían desde 8.03mg/l (estanque X) hasta 43.26mg/l (estanque V).

En el estanque V, al contrario que en el resto, el máximo desarrollo fitoplanctónico tiene lugar en invierno, inmediatamente después de haber eutrofizado sus aguas. Como resultado de esta perturbación, se acelera e intensifica la productividad del sistema.

Sin embargo, el estanque X presenta los mínimos valores, debido a la limitación que ejerce la alta salinidad de sus aguas en el desarrollo de las comunidades de algas.

#### **4.3. CARACTERIZACION TEMPORAL DE LA COMPOSICION FISICO-QUIMICA DEL AGUA DE LOS ESTANQUES: PRINCIPALES TENDENCIAS DE VARIACION.**

Para llevar a cabo los objetivos propuestos en este capítulo, se han aplicado técnicas estadísticas de ordenación que van a permitir:

- Detectar las tendencias de variación conjunta entre las variables asociadas por el análisis y de esta forma caracterizar los grupos de variables con mayor incidencia en la composición físico-química del agua de los estanques.
- Estudiar el comportamiento de las muestras a lo largo del tiempo, respecto al grupo de variables que caracterizan cada componente, con el fin de definir las fases de distribución temporal o ritmos estacionales en los estanques.
- Poner de manifiesto las afinidades o diferencias respecto al medio físico-químico entre los diez medios estudiados.

La matriz de datos procesada (19 factores x 117 muestras) se elaboró a partir de la unión de la matriz de datos de cada estanque, confeccionada, seleccionando de las matrices originales (Apéndice I), las muestras correspondientes a cada uno de los meses del periodo de estudio, que contenían las medidas de todos los parámetros físico-químicos. Se han eliminado aquellos parámetros que presentan unos coeficientes de correlación altamente significativos con la mayoría de los parámetros analizados, como la temperatura del agua puntual, máxima y mínima, volumen de agua; así como otros que aportan información redundante, como oxígeno disuelto y conductividad. El índice de pigmentos tampoco se ha incluido por presentar una variación temporal de difícil interpretación.

Todos los datos fueron transformados mediante el cálculo de la expresión  $\log(x+1)$  (WINSON & CLARKE, 1940), con el fin de mejorar sus relaciones estadísticas.

Se ha empleado, como análisis multifactorial de ordenación el "Factor Analysis", mediante el programa BMDP4M (DICKSON & BROWN, 1982).

El análisis efectuado sobre la matriz de datos global, absorbió para los tres primeros componentes el 55.77% del total de la varianza y separa claramente, como cabía esperar, las muestras del estanque X de las del resto, en función del grado de mineralización explicado por el primer componente.

La composición físico-química del estanque X está caracterizada por la alta salinidad de sus aguas, cuya evolución a lo largo del periodo de estudio, varía en función de las perturbaciones ocasionadas por la dilución del agua hipersalina de origen tras la adición de agua potable de relleno.

Su caracter hipersalino, durante todo el periodo de estudio, confiere a sus aguas una serie de características que lo diferencian del resto de los estanques:

1) Aumenta la capacidad calorífica del agua, el punto de ebullición y el de fusión, por lo que registra las temperaturas del agua más altas y una menor tasa de evaporación que el resto de los estanque.

2) Aumenta la densidad del agua, lo que dificulta la sedimentación de partículas y hace que los valores de sólidos en suspensión sean más altos.

3) Disminuye la solubilidad del oxígeno, presentando las concentraciones más bajas de oxígeno disuelto de todos los estanques.

4) Limita el desarrollo de las comunidades fitoplanctónicas, observándose los valores medios de clorofila "a" más bajos.

Con el fin de detectar mayores diferencias en cuanto a la composición físico-química del agua en el resto de los estanques, se procedió a un segundo análisis eliminando, de la matriz de datos global, las muestras correspondientes al estanque X, resultando una matriz de datos de 19 variables por 105 muestras.

El análisis efectuado sobre esta nueva matriz, absorbió para los tres primeros componentes, un 55.77% del total de la varianza. En la tabla 4.2, se presentan los factores de carga rotados para los tres primeros componentes y el porcentaje de varianza absorbido por cada uno de ellos. Los valores menores de 0.25, en terminos absolutos, se consideran nulos.

El primer componente, que absorbe el 34.54% del total de la varianza, está definido en su extremo positivo por la dureza, calcio, magnesio, salinidad y volumen de sedimentos; y en el negativo por los nitratos. Por lo tanto, este primer componente, recoge nuevamente el caracter de mineralización de las aguas.

El segundo componente (11.99% de la varianza absorbida), al quedar caracterizado positivamente por la transparencia y la concentración de silicatos, y de forma negativa, por la clorofila "a", manifiesta el grado de desarrollo de las comunidades fitoplanctónicas.

El tercer componente, que absorbe el 10.60% de la varianza, representa la intensidad de los procesos de reducción y descomposición de la materia orgánica, al estar definido, positivamente, por la evaporación, los sólidos en suspensión y el amonio.

En la figura 4.1 a, se presenta la ordenación de las muestras en el espacio definido por los tres primeros componentes. En sus extremos se sitúan aquellas variables que mejor los definen. Con el fin de ofrecer un visión más clara de los resultados del análisis, se ha definido el espacio ocupado por aquellas muestras que aparecen agrupadas, mediante la representación gráfica del valor medio y desviación típica de sus respectivas coordenadas en los tres primeros componentes. Se representan aisladamente las muestras que se desvían de la tendencia general detectada.

En la figura 4.1 b, se representa la interpretación de los componentes y la tendencia de variación temporal de la composición fisico-química de las aguas de los nueve primeros estanques, durante el periodo de estudio.

PARAMETROS	I	II	III
Dureza	0.920	0.000	0.000
Cloruros	0.906	0.000	0.000
Magnesio	0.826	0.000	0.000
Salinidad	0.820	0.000	0.000
Vol. sedimentos	0.784	0.000	0.000
Calcio	0.768	0.000	0.000
Nitratos	-0.540	0.000	0.380
Transparencia	0.000	0.730	0.000
Clorofila "a"	-0.308	-0.704	0.000
Silicatos	0.000	0.695	0.000
Evaporación	0.325	0.000	0.730
Sól. suspensión	0.000	-0.508	0.640
Amonio	0.000	0.000	0.510
Fosfatos	0.000	0.000	0.280
Sulfatos	-0.303	-0.333	0.000
Alcalinidad	-0.309	0.000	0.000
Sat. oxígeno	-0.355	-0.425	-0.300
Nitritos	-0.350	-0.474	-0.477
pH	-0.353	-0.288	-0.318
Varianza absorbida(%)	34.54	11.99	10.60

Tabla 4.2: Factores de carga rotados de los parámetros físico-químicos y biológicos analizados para los tres primeros componentes del análisis factorial. Se indica el porcentaje de varianza total absorbida por cada componente.

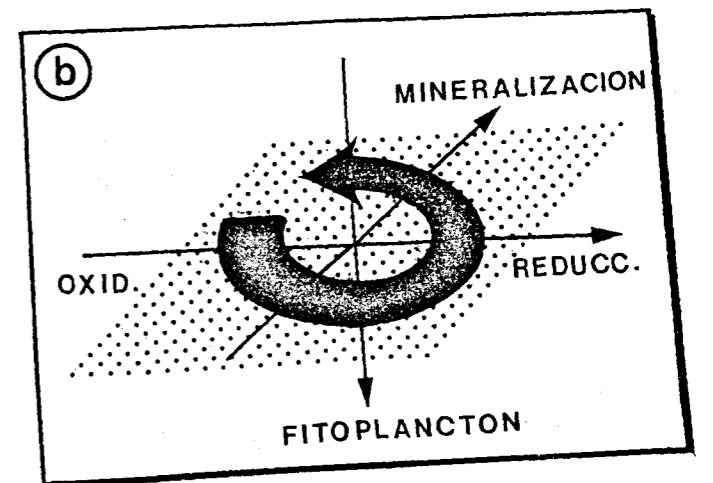
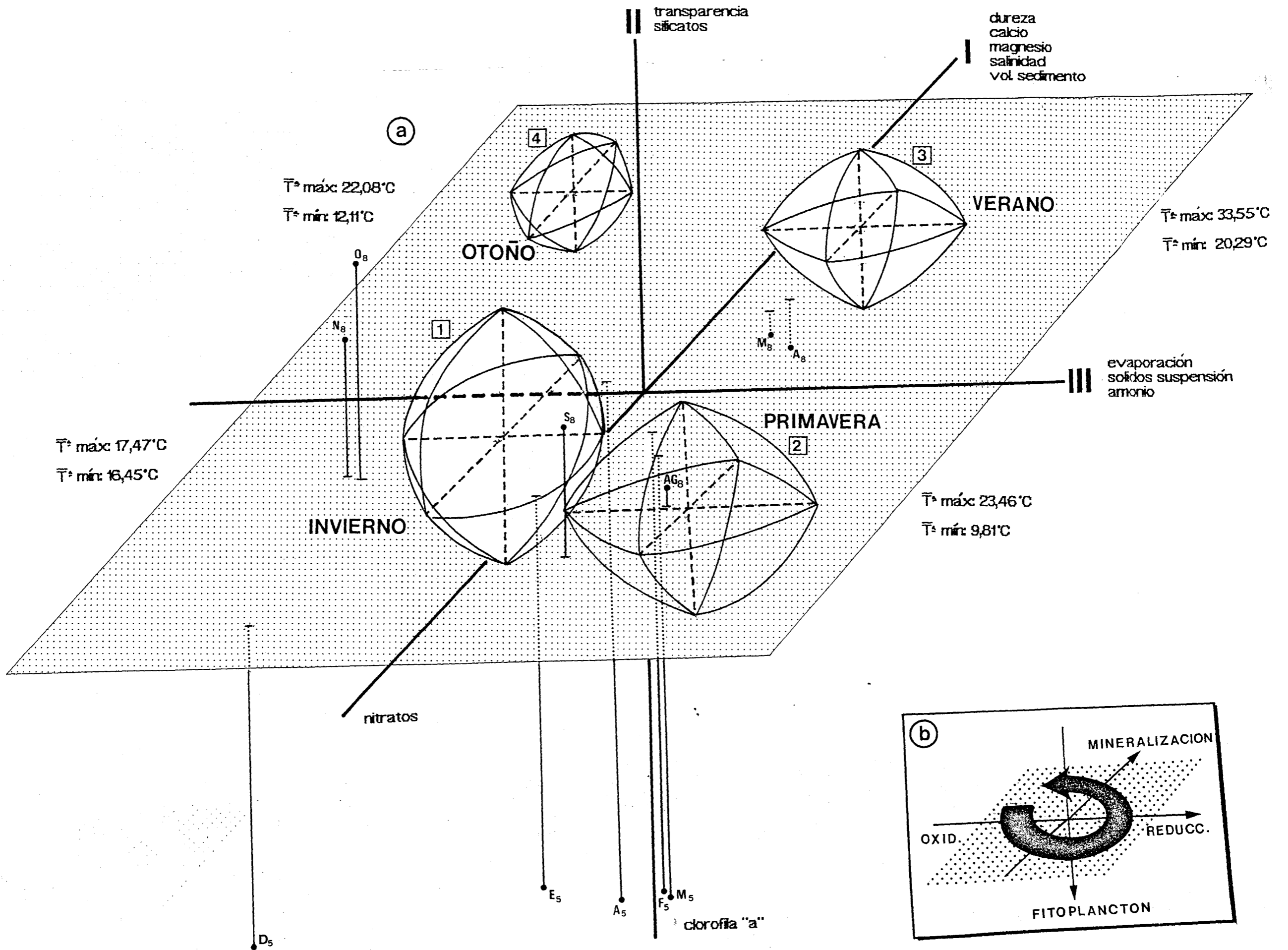


Figura 4.1: Representación gráfica del análisis factorial efectuado sobre la matriz de datos fisico-químicos y biológicos de los nueve primeros estanques.

a.- Ordenación de las muestras en el espacio definido por los tres primeros componentes.

b.- Interpretación de los componentes y tendencia de variación temporal de la composición fisico-química del agua durante el periodo de estudio.





Como se puede observar en la primera figura (4.1 a), salvo algunas muestras de los estanques V y VIII, que se comentarán más adelante, la variación de la composición físico-química en todos los estanques, tiene un marcado carácter estacional, apareciendo cuatro grupos de muestras, bien diferenciados, que se corresponden con los distintos periodos climáticos.

El primer grupo, incluye las muestras de los meses de Diciembre, Enero y Febrero, caracterizadas por presentar las temperaturas del agua muy bajas ( $T^*$  media máxima:  $17.47^{\circ}\text{C}$ ;  $T^*$  media mínima:  $6.45^{\circ}\text{C}$ ), una alta transparencia, así como contenido en silicatos y nitratos, y una baja concentración en sales.

El segundo grupo, corresponde a las muestras de los meses de primavera, donde tiene lugar el máximo desarrollo de las comunidades fitoplanctónicas, con el aumento de las temperaturas ( $T^*$  media máxima:  $23.46^{\circ}\text{C}$ ;  $T^*$  media mínima:  $9.81^{\circ}\text{C}$ ), que se manifiesta en altas concentraciones de clorofila "a" y bajas de silicatos, a la vez que la transparencia de las aguas disminuye y el grado de mineralización aumenta.

Las muestras de los meses de Julio, Agosto y Septiembre forman el tercer grupo, caracterizado fundamentalmente, por la fuerte mineralización de las aguas, como consecuencia de la elevada tasa de evaporación y los intensos procesos de descomposición de la materia orgánica, debido a las altas temperaturas registradas en este periodo ( $T^*$  media máxima:  $33.54^{\circ}\text{C}$ ;  $T^*$  media mínima:  $20.29^{\circ}\text{C}$ ). La actividad fotosintética, durante estas fechas, es insignificante.

El cuarto grupo, incluye las muestras de los meses de Octubre y Noviembre, caracterizadas por una elevada

concentración de silicatos como resultado de la liberación de sílice, tras la descomposición de los frústulos de diatomeas, en verano. El contenido en sales de las aguas disminuye, por el efecto de dilución que provocan las precipitaciones caídas durante esta época del año, así como la menor tasa de evaporación, como consecuencia de la disminución de las temperaturas ( $T^a$  media máxima:  $22.08^{\circ}\text{C}$ ;  $T^a$  media mínima:  $12.11^{\circ}\text{C}$ ).

En el estanque V, las muestras de Diciembre, Enero y Febrero, se apartan de las características del grupo de invierno, ya que al ser forzado este medio con la adición artificial de nutrientes, se acelera e intensifica la productividad del sistema, presentado estos meses los máximos valores de clorofila "a", debido al gran desarrollo del fitoplancton. Las muestras de Marzo y Abril, a pesar de estar en una posición próxima al grupo de primavera, también presentan concentraciones de clorofila "a" muy elevadas, con respecto a las muestras de estas mismas fechas en el resto de los estanques. A partir de Mayo, sigue la misma tendencia de variación que el resto de los estanques.

En el estanque VIII, las muestras de Marzo y Abril, que corresponden al final del primer periodo de llenado, se sitúan en una posición próxima al grupo de verano, ya que aumenta considerablemente el grado de mineralización, como consecuencia de la disminución progresiva del volumen de agua.

En el segundo periodo de llenado, la evolución de su composición fisico-química varía considerablemente con respecto al resto de los estanques. Durante el mes de Agosto, recién llenado el estanque, el agua presenta las características fisico-químicas de los meses de primavera,

aunque sin desarrollo de fitoplancton, tendiendo, en los meses siguientes, hacia las características de invierno.

En general, se puede afirmar, que la temperatura es el principal factor desencadenante de la evolución fisico-química de las aguas de los estanques, salvo en los estanques V y VIII, donde la adición de nutrientes en el primero, y el régimen temporal y época de llenado, en el segundo, adquieren también un papel determinante.

La presencia de vegetación acuática, en los estanques II y III, no parece influir en la evolución de la composición fisico-química de estos medios.

La tendencia general en la variación de la composición fisico-química del agua de los estanques presenta un carácter cíclico (figura 4.1b) que puede resumirse de la forma siguiente: el grado de mineralización de las aguas aumenta progresivamente, desde el llenado de los estanques, en Noviembre de 1983, hasta el verano, donde alcanza sus máximos valores; tendiendo a disminuir en otoño, hacia las condiciones reinantes en invierno.

La misma tendencia siguen los procesos redox, predominando los de oxidación, en los meses de invierno y otoño, donde las bajas temperaturas aumentan la solubilidad del oxígeno; y los de reducción a finales de primavera, y sobre todo, en verano, como consecuencia de la disminución del contenido de oxígeno disuelto, por su menor solubilidad a elevadas temperaturas y concentraciones de sales del agua, y al aumento de la actividad respiratoria de los organismos.

En cambio, la producción primaria, debida al fitoplancton, sólo adquiere gran importancia en primavera,

cuando la disponibilidad de nutrientes y el aumento de las temperaturas favorecen su desarrollo.

#### 4.4. DISCUSION.

En general, el agua de todos los estanques, excepto en el caso del X, presenta una composición fisico-química muy similar, no siendo las variaciones de los parámetros analizados significativas para marcar diferencias entre ellos, aunque hay que señalar que las elevadas concentraciones de clorofila "a", registradas en el estanque V, le confieren a éste un claro carácter eutrófico.

Los rangos de variación temporal de los parámetros analizados en los nueve primeros estanques, están dentro de los límites de tolerancia de los organismos que pueden colonizar estos medios (especies típicas estrategas de la "r", adaptadas a vivir en un amplio rango de condiciones ambientales). Así, por ejemplo, aunque las temperaturas máximas, registradas en los meses de verano, son muy altas ( $>40^{\circ}\text{C}$ ), no llegan a resultar letales.

Igual sucede con la concentración de oxígeno disuelto. Debido a la escasa profundidad de estos medios, con la difusión del oxígeno de la atmósfera es suficiente para mantener valores por encima de los niveles de estrés ( $< 1\text{mg/l}$ ).

El pH, que es considerado como uno de los factores determinantes de la distribución de los organismos (BARNES, 1983; FRIDAY, 1987), tampoco ejerce ninguna limitación a los procesos de colonización de los estanques, ya que presenta valores de carácter básico durante todo el periodo de estudio, con muy pequeñas fluctuaciones.

**5. EL MEDIO BIOTICO:  
COMPOSICION Y ESTRUCTURA  
DE LAS COMUNIDADES  
DE INSECTOS ACUATICOS  
DE LOS ESTANQUES.**

Por el contrario, en el estanque X, la alta salinidad del agua va a ser el factor determinante de los procesos de colonización. A pesar de que una gran variedad de grupos animales toleran considerables concentraciones de sales disueltas en agua, generalmente entre 3 y 10 g/l (BAGLY, 1967), la capacidad para vivir a mayor salinidad está limitada a muy pocos organismos (WILLIAMS, 1985). Además, cambios significativos en las proporciones iónicas, como resultado de la adición, de forma periódica, de agua potable a este medio, pueden aumentar el estrés ejercido por la salinidad.

En cuanto a la estructura temporal de la composición fisico-química, sigue una misma pauta de variación, regulada, fundamentalmente, por la temperatura, y caracterizada por elevadas concentraciones de silicatos y nitratos en invierno, un gran desarrollo de la comunidad fitoplanctónica en primavera, un alto grado de mineralización del agua e intensos procesos de reducción y descomposición de la materia orgánica en verano y una tendencia a la vuelta de las condiciones originales de invierno, en otoño.

Perturbaciones en el medio, como la adición de nutrientes, en el estanque V; régimen de temporalidad y fecha de llenado, en el estanque VIII, y la alta salinidad, en el estanque X, producen desviaciones de esta tendencia general.

Por el contrario, el sustrato y la vegetación, no parecen modificar la pauta de variación fisico-química.

Estas perturbaciones ¿se manifiestan también en diferencias en la composición y estructura biótica de estos medios?.

El alto grado de desarrollo de fitoplancton en el estanque V, al inicio del estudio, provocado por el enriquecimiento artificial, probablemente favorezca y acelere los procesos de colonización de este medio y le permita mantener una comunidad animal más rica y compleja.

La duración del periodo de llenado y la alta salinidad del agua, van a ser los principales factores ambientales estresantes, dado que producen un efecto desfavorable en los organismos que inducen a la adaptación (WILLIAMS, 1985), por lo que es de esperar, que este efecto negativo se traduzca en una limitación para la colonización de estos medios, de aquellas especies que no estén particularmente adaptadas a sobrevivir en tales condiciones.



## 5. EL MEDIO BIOTICO: COMPOSICION Y ESTRUCTURA DE LAS COMUNIDADES DE INSECTOS ACUATICOS DE LOS ESTANQUES.

### 5.1. INTRODUCCION.

La comunidad, entendida como el conjunto de todos los seres vivos que la componen (BLONDEL, 1985), posee propiedades distintas de aquellas que la forman, en razón de procesos de integración que se traducen en la aparición de nuevas funciones a medida que aumenta su complejidad (ODUM, 1972). Pero, aunque es una realidad indiscutible, desgraciadamente, no tiene una utilidad, debido, principalmente, a que el número y diversidad de taxones implicados son tales, que no pueden abarcarse todos en una misma problemática y en una misma metodología. Por ello, su estudio global es irrealizable (MARGALEF, 1977).

En el presente capítulo, se ha abordado el estudio de la taxocenosis de insectos acuáticos: especies taxonómicamente relacionadas, con algunas propiedades en común y el mismo género de "problemas" que resolver para sobrevivir.

Por comodidad, se ha utilizado en el texto, indistintamente, los términos de "comunidad o taxocenosis de insectos acuáticos", para hacer referencia al conjunto de sus poblaciones, que constituyen una parte de la comunidad global de cada estanque.

Los insectos ocupan prácticamente todos los sistemas acuáticos conocidos, ya que presentan una gran variedad de

adaptaciones morfológicas y fisiológicas para vivir en ellos, siendo un componente básico de sus comunidades (HYNES, 1984).

Poseen estados adultos generalmente terrestres, con capacidad de dispersión activa mediante el vuelo. Incluso muchos de los que presentan adultos acuáticos son capaces de dejar el agua y volar a nuevos hábitats.

La colonización aérea, tanto por la entrada activa de adultos, como por ovoposición, es una de las principales vías de poblamiento de ríos (WILLIAMS & HYNES, 1976 a; WILLIAMS, 1980; BIRD & HYNES, 1981 a; MULLER, 1982), medios acuáticos temporales (WILLIAMS, 1977, WIGGINS et al.; 1980, McLACHLAN & CANTRELL, 1980; GRAY & FISHER, 1981; FISHER et al., 1982; WILLIAMS, 1985; WILLIAMS, 1987), embalses (PATERSON & FERNANDO, 1969a) y la única que opera en cuerpos de agua aislados de nueva creación (BARNES, 1983), como los estanques objeto de este estudio.

La sucesión primaria, entendida como los procesos de colonización y los subsecuentes cambios en la estructura y organización de las comunidades en medios nuevos que no han sufrido anteriormente la influencia de una comunidad (BEGON et al., 1988), ha sido muy poco estudiada en cuerpos acuáticos aislados de pequeño tamaño. Destacan los estudios realizados con Quironómidos, en charcas formadas en hoyos procedentes de extracción de grava (TITMUS, 1978; STREET & TITMUS, 1979), y con macroinvertebrados y macrófitos, en charcas de extracción de arcilla (BARNES, 1983; FRIDAY, 1987).

Aunque la capacidad para albergar potenciales colonizadores de un medio nuevo es grande, las restricciones impuestas por el comportamiento de los adultos (capacidad de dispersión, selección de los lugares de ovoposición, etc.),

así como por los requerimientos de las larvas, reducen en gran medida el número de colonizadores con éxito.

El asentamiento de las especies va a depender de las condiciones ambientales del medio, de la disponibilidad de alimento y de las interacciones entre los distintos componentes de la comunidad.

Los principales objetivos de este capítulo son:

- Determinar las especies de insectos acuáticos que colonizan cada uno de los estanques y sus estrategias de vida.

- Establecer la secuencia de colonización durante el periodo de estudio.

- Conocer la estructura global y temporal de la taxocenosis de insectos acuáticos de los estanques.

Para conseguir estos objetivos, primero se ha recopilado toda la información bibliográfica disponible sobre la biología y ecología de las especies, necesaria para interpretar los procesos de colonización. En segundo lugar, se describe la composición y estructura global de la comunidad de insectos acuáticos de cada estanque, mediante índices descriptivos como la riqueza de especies, frecuencia, abundancia relativa, diversidad y equitabilidad.

En posteriores etapas, se analiza, cualitativa y cuantitativamente, la variación temporal, de la taxocenosis de insectos acuáticos y poblaciones que las componen, con el fin de establecer la secuencia de colonización y caracterizar las estrategias de vida de cada una de las especies, así como

determinar las posibles interacciones que se producen entre ellas.

Por último, se describe la estructura trófica a nivel global y temporal de cada estanque, como resultado de la disponibilidad de alimento en el medio.

## 5.2. METODOLOGIA.

Para la descripción de la estructura y organización de las comunidades de insectos acuáticos, se han utilizado los siguientes índices ecológicos:

- **Riqueza de especies (S):** número de especies presentes.
- **Frecuencia relativa (F%):** relación entre el número de muestras en las que aparece una especie determinada y el número total de muestras realizadas, expresado en tanto por ciento.
- **Dominancia o abundancia relativa (D%):** es la proporción entre el número de individuos ( $n_i$ ) de la especie "i", presentes en una muestra y el número total de individuos del conjunto de especies ( $N_i$ ) de esa muestra expresado en tanto por ciento:

$$D\% = \frac{n_i}{N_i} \times 100 = p_i \times 100$$

- **Diversidad (H):** medida que toma en consideración tanto el número de especies como la abundancia relativa de las mismas. A menudo es considerada una medida del grado de organización de los ecosistemas. El índice de diversidad utilizado ha sido el de Shannon-Weaver (1963), basado en la teoría de la información:

$$H = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i \quad (\text{bits por individuo})$$

- **Equitabilidad o Equitatividad (E):** medida de la regularidad con que los individuos están distribuidos entre las especies. Representa la contribución relativa de la riqueza de especies al valor de la diversidad:

$$E = \frac{H}{H_{\max.}} \quad H_{\max.} = \log_2 S$$

$H_{\max.}$ : Diversidad máxima: máximo valor que podría tener la diversidad si los individuos estuvieran distribuidos de modo totalmente uniforme entre las especies.

Estos índices ecológicos, aunque constituyen una herramienta muy útil para la descripción de las comunidades, deben de ser utilizados con precaución ya que las relaciones inter e intraespecíficas de las poblaciones que forman las comunidades son lo suficientemente complejas, y en muchos casos difusas, como para ser medidas e interpretadas de una

manera simple por la mera aplicación de índices generales (MAY, 1975).

### 5.3. LISTA FAUNISTICA.

Las poblaciones de insectos acuáticos constituyen, básicamente, las comunidades de los estanques, aunque éstos han sido también colonizados, en menor medida, por otros taxones representantes del orden Crustáceos (Copépodos y Ostrácodos) y del orden Arácnidos (Hydrácaros).

A continuación se relacionan las 40 especies de insectos acuáticos que han sido detectadas en el conjunto de los estanques durante el ciclo anual de estudio.

La ordenación sistemática de los taxones se ha realizado siguiendo la obra general de Limnofauna Europaea (ILLIES, 1978):

#### CL. INSECTA

#### O. EPHEMEROPTERA

#### F. BAETIDAE

1. *Cloeon dipterum* (Linnaeus, 1761)
2. *Procloeon bifidum* (Bengtsson, 1912)

#### F. CAENIDAE

3. *Caenis luctuosa* (Burmeister, 1839)

## O. ODONATA

## SO. ANISOPTERA

## F. LIBELLULIDAE

4. *Orthetrum cancellatum* (Linnaeus, 1758)
5. *Crocothemis erythraea* (Brullé, 1832)

## O. HETEROPTERA

## SO. NEPOMORPHA

## F. CORIXIDAE

6. *Heliocorisa vermiculata* (Puton, 1874)
7. *Sigara lateralis* (Leach, 1817)

## F. NOTONECTIDAE

8. *Anisops debilis perplexa* Poisson, 1929
9. *Anisops sardea* Herrich-Schäeffler, 1850

## F. VELIIDAE

10. *Microvelia pygmaea* (Dufour, 1833)

## O. COLEOPTERA

## SO. HYDRADEPHAGA

## F. HALIPLIDAE

11. *Haliplus lineatocollis* Marsham, 1802

## F. DYTISCIDAE

12. *Hydroglyphus pusillus* (Fabricius, 1781)
13. *Potamonectes cerisyi* (Aubé, 1836)
14. *Agabus* sp.

## SO. PALPICORNIA

## F. HYDROPHILIDAE

15. *Helochares lividus* (Forst., 1771)

## F. HYDRAENIDAE

16. *Ochthebius meridionalis* (Rey, 1885)

## O. DIPTERA

## F. TIPULIDAE

17. *Tipula* sp.

## F. CULICIDAE

18. *Culiseta longiareolata* (Macquart, 1838)
19. *Culex pipiens pipiens* Linnaeus, 1758

## F. CHIRONOMIDAE

## SF. Tanypodinae

20. *Procladius sagittalis* (Kieffer)



## SF. Orthocladiinae

21. *Orthocladiinae* sp. 1
22. *Cricotopus sylvestris* (Fabricius, 1794)
23. *Cricotopus* sp. 2
24. *Psectrocladius barbimanus* Edwards, 1859
25. *Psectrocladius limbatellus* (Holmgren, 1869)

## SF. Chironominae

## Tribu Chironomini

26. *Chironomini* sp. 1
27. *Chironomus riparius* (Meigen, 1818)
28. *Chironomus inermifrons* (Goetghebuer, 1810)
29. *Polypedilum laetum* (Meigen, 1818)
30. *Polypedilum pullum* (Zetterst, 1805)
31. *Polypedilum scalaenum* (Scharnk, 1803)

## Tribu Tanytarsini

32. *Tanytarsini* sp. 1
33. *Cladotanytarsus atridorsum* Kieffer, 1856
34. *Cladotanytarsus mancus* Walker, 1875
35. *Micropsectra atrofasciata* (Kieffer, 1856)
36. *Tanytarsus ejuncidus* Walker, 1875
37. *Tanytarsus* sp. 2

## F. CERATOPOGONIDAE

38. *Dasyhelea* sp. 1
39. *Dasyhelea* sp. 2

**F. EPHYDRIDAE****40. *Ephydra* sp.**

Las 40 especies de insectos registradas se agrupan en 31 géneros, 14 familias y 5 órdenes: Efemerópteros, Odonatos, Heterópteros, Coleópteros y Dípteros.

En el apéndice II se presentan las matrices de los datos originales de abundancia, de cada una de las poblaciones para los diez estanques estudiados, mediante estimas absolutas. Se indica en cada fecha de muestreo, el valor de la abundancia para cada estado de desarrollo (larva, pupa, adulto), así como el número total de exuvias ninfales recogidas, de cada una de las especies.

**5.4. REVISION BIBLIOGRAFICA SOBRE LA BIOLOGIA Y ECOLOGIA DE LAS ESPECIES.**

Como se ha comentado anteriormente, la información sobre la historia de vida de las especies es esencial para todos los estudios ecológicos de invertebrados acuáticos.

OLIVER (1979), define la historia de vida de una especie como todos los sucesos que gobiernan la reproducción y supervivencia de una especie o población, incluyendo fecundidad, desarrollo, longevidad y comportamiento.

WATERS (1979), incluye como factores relacionados con la historia de vida, el modo de nacer, el "pattern" y tasa de crecimiento, la alimentación, el comportamiento locomotor y

social, la duración de vida, la selección de hábitat, la respuesta a factores ambientales y el modo de reproducirse y morir.

La dispersión por vuelo también es una parte importante de la historia de vida de la mayoría de las especies de insectos acuáticos. Es una adaptación para la supervivencia de las especies y está relacionada con otros aspectos de la vida de los insectos, especialmente con la reproducción y la nutrición (JOHNSON, 1969).

Aunque la mayoría de insectos acuáticos pueden volar en estado adulto, su capacidad de dispersión varía en función de la morfología de las alas y del desarrollo de la musculatura del vuelo, así como de la duración de la vida del imago. Además, el viento juega un papel muy importante en la dispersión, tanto activa como pasiva, de todos los organismos acuáticos.

Odonatos, Heterópteros y Coleópteros tienen imagos con una vida relativamente larga y con gran capacidad de vuelo, lo que les permite dispersarse ampliamente (FERNANDO, 1958, 1959; POPHAM, 1964; PAJUNEN & JANSSON, 1969; FERNANDO & GALBRAITH, 1973; LANDIN & VEPSALAINEN, 1977; ZALON et al., 1979, 1980; CORBET, 1950, 1980; LANDIN, 1980).

La capacidad de dispersión de Efemerópteros y Dípteros es menor, ya que está limitada por la frágil naturaleza del adulto y su corta vida.

Dentro de los Odonatos, los Anisópteros son de los insectos con mayor capacidad de vuelo y poder de dispersión, pudiendo recorrer grandes distancias para colonizar nuevos medios acuáticos (CORBET, 1980). En vuelo pueden alcanzar velocidades de hasta 100 Km/h (BERTRAND, 1954).

En Corixidos (Heterópteros), se han registrado distancias de dispersión superiores a 80 Km (POPHAM, 1964). Esta dispersión parece estar desencadenada por un incremento de la temperatura mayor de 20°C (DETHIER, 1985), una disminución de la cantidad de agua y un aumento de población y contaminación (TAMANINI, 1979).

Los Heterópteros y Coleópteros son enormemente variables en morfología de las alas, musculatura y capacidad de vuelo (HARRISON, 1980), incluso en el seno de una misma población. Este fenómeno parece estar relacionado con factores genéticos, ecológicos y ambientales (VEPSALAINEN, 1978).

La dispersión es la base de la colonización, pero la localización y selección de hábitats son las siguientes etapas en el comportamiento de los adultos para asegurar una colonización con éxito (FERNANDO, 1958).

MACAN (1974), en una revisión sobre la selección de hábitat y comportamiento ovopositor, manifiesta la evidencia de una discriminación del hábitat por parte de los insectos acuáticos, generalmente, en respuesta a las superficies reflectantes.

Los Corixidos, uno de los grupos mejor estudiados, seleccionan el hábitat que van a colonizar desde el aire, en base al tamaño del cuerpo de agua, por medio de la luz reflejada (BROWN, 1954; FERNANDO, 1959; PAJUNEN & JANSSON, 1969) y el color (POPHAM, 1943), ya que tienen el sentido de la vista muy desarrollado (POPHAM, 1953).

La vegetación acuática también parece influir en la selección de los lugares de ovoposición de las hembras de mosquitos (ANGERELLI & BEIRNE, 1980).

La biología general de los diferentes órdenes y familias de insectos encontrados en los estanques puede ser consultada en los clásicos tratados: Insectos acuáticos, en general, (BERTRAND, 1954); Efemerópteros (GRANDI, 1960); Odonatos (AGUESSE, 1968); Heterópteros (POISSON, 1957); Coleópteros (GUIGNOT, 1947; BERTRAND, 1972); Culícidos (RIOUX, 1958).

También existen excelentes revisiones actualizadas, sobre la biología de Efemerópteros (BRITAIN, 1982); Odonatos (CORBET, 1980); Quironómidos (PINDER, 1986); Tipúlidos (PRITCHARD, 1983) y Corixidos (JANSSON, 1986).

A continuación se expone para cada una de las especies aquellos aspectos de su historia de vida que se conocen de la bibliografía consultada. Las características biológicas y ecológicas que mejor definen a cada una de las especies, aparecen expresadas, de forma sintética, en la tabla 5.1. Aquellos aspectos que no se concen a nivel específico, se les han atribuido características del género, familia e incluso orden al que pertenecen.



**Tabla 5.1: Aspectos más importantes de la historia de vida de las especies colonizadoras de los estanques.**

L: LARVA  
P: PUPA  
SI: SUBIMAGO  
A: ADULTO

	CICLO DE VIDA Estados de desarrollo. Metamorfosis.	LOCOCION	DISPERSION ADULTOS Medios. Capacidad de vuelo. Periodo de vuelo.	ALIMENTACION Regimen. Fuente de alimento. Mecanismo.	REQUERIMIENTOS ECOLOGICOS	ADAPTACIONES	HABITAT
Cloeon dipterum	L acuáticas, SI y A aerios. Ovovipara. Polivoltina flexible.	L nadadoras.	Vuelo, viento. Baja. Primavera-verano.	Herbívora/detrívora. Detritos, perifiton. Raspadora.	Por debajo de 200m.	Euriónica. Metabolismo anaerobio facultativo bajo con- diciones de anoxia. Soporta cierto grado de contaminación or- gánica.	Medios lentícos, incluso temporales.
Proclonon bifidum	L acuáticas, SI y A aerios.	L nadadoras.	Vuelo, viento. Baja.	Herbívora/detrívora. Detritos, perifiton. Raspadora.	—	—	Zona litoral de lagos y zona deposicional en ríos.
Larva bifida	L acuáticas, SI y A aerios. Parthenogénica fa- cultativa. Polivoltina flexible.	L marchadoras.	Vuelo, viento. Muy baja. Primavera-verano.	Herbívora/detrívora. Detritos, hojas. Raspadora.	Sustrato de granu- lometría fina con abundantes detritos vegetales.	Resistente a cierto grado de contamina- ción orgánica.	Medios lentícos y remansos de ríos y arroyos.
Orthetrum cancellatum	L acuáticas, A aerios.	L marchadoras.	Vuelo favorecido por el viento. Muy alta. Primavera-verano.	Carnívora. Crustáceos y lar- vas de insectos. Depredadora.	Abundancia de presas. Soporte vegetal o sésil para la emer- gencia del adulto.	Eurihalina.	Agua estancada o de muy baja corrien- te. También en ar- risas.
Crocothelis erythraea	L acuáticas, A aerios. Polivoltina?	L marchadoras.	Vuelo favorecido por el viento. Muy alta. Marzo-Octubre.	Carnívora. Crustáceos y lar- vas de insectos. Depredadora.	Abundancia de presas. Soporte vegetal o sésil para la emer- gencia del adulto.	Eurihalina.	En la mayoría de medios acuáticos.
Helicorisa veniculata	L y A acuáticos.	L y A nadado- res.	Vuelo favorecido por el viento. Muy alta en formas con músculos del vuel- o desarrollados.	L y A omnívoros/car- nvoros? Microfauna y micro- flora de los sedi- mentos. Larvas de Dipteridos. Colectora.	Presencia de sedi- mento.	Euriónica. Poliacrifiso en el desarrollo de la músculatura del vuelo.	Arroyos, ríos, charcas permanentes y tempo- rales. Incluso en ranchos salinos.
Sigara lateralis	L y A acuáticos. Polivoltina.	L y A nadado- res.	Vuelo favorecido por el viento. Muy alta en formas con músculos del vuel- o desarrollados. Abril-Septiembre.	L y A omnívoros/car- nvoros? Flexible, dependiendo de la disponibilidad de alimento. Colectora.	Presencia de sedi- mento.	Euriónica, eurialina y oportunista. Puede soportar aguas muy eutrofizadas. Poliacrifiso en el desarrollo de la músculatura del vuelo.	Pequeños cuerpos de agua estancada, ge- neralmente temporales. También en medios ar- tificiales y aguas salinas.



TAXON	CICLO DE VIDA Estados de desarrollo. Voltinismo.	LOCOMOCION	DISPERSION ADULTOS Medios. Capacidad de vuelo. Periodo de vuelo.	ALIMENTACION Regimen. Fuente de alimento. Mecanismo.	REQUERIMIENTOS ECOLOGICOS	ADAPTACIONES	HABITAT	
H E T E R O P T E R A	Anisops debilis perplexa	L y A acuáticos. Polioltina.	L y A nadadores.	Vuelo favorecido por el viento. Muy alta.	L y A carnívoros. Crustáceos y larvas de insectos. Depredadora.	Abundancia de presas.	Eurióica. Sistema respiratorio especial (burbuja) que permite un control de profundidad estático.	Cuerpos naturales o artificiales, de agua estancada, permanentes o temporales.
	Anisops sardes	L y A acuáticos. Univoltina. Hiberna en estado adulto.	L y A nadadores.	Vuelo favorecido por el viento. Muy alta.	L y A carnívoros. Crustáceos y larvas de insectos. Depredadora.	Abundancia de presas. Presencia de vegetación acuática para la inserción de los huevos.	Eurihalina. Resiste cierto grado de contaminación orgánica. Sistema respiratorio especial (burbuja) que permite un control de profundidad estático.	Cuerpos naturales o artificiales, de agua estancada, dulce o salina, preferentemente temporales.
	Microvelia pygmaea	L y A anfíbios. Polioltina. Hiberna en estado adulto.	L y A marchadores sobre la película superficial del agua.	Vuelo favorecido por el viento. En formas aladas mediante foresia. Alta en macropteros.	L y A carnívoros. Pequeños organismos de la superficie del agua. Depredadora.	Presencia de vegetación acuática emergente.	—	Resacas de arroyos, ríos y charcas.
	Halipilus lineatocollis	L y A acuáticos. P terrestre. Polioltina. Hibernan en estado larvario.	L marchadora. A malos nadadores.	Vuelo favorecido por el viento. Alta. Primavera-verano.	L y A herbívoros. Charáceas. Raspadora.	Presencia de Charáceas para su alimentación y puesta de huevos.	Eurióica. Eurihalina. Poliomorfismo en la musculatura del vuelo.	Prefiere aguas tranquilas de ríos, arroyos, charcas y embalses. También en aguas salinas.
	Hydrolyphus pusillus	L y A acuáticos. P terrestre. Polioltina.	L y A nadadores.	Vuelo favorecido por el viento. Alta.	L y A carnívoros. Crustáceos y larvas de insectos. Depredadora.	—	Eurióica.	Cuerpos de agua estancada, dulce o salina, permanentes o temporales.
C O L E O P T E R A	Potamoconetes crisiyi	L y A acuáticos. P terrestre. Polioltina.	L y A nadadores.	Vuelo favorecido por el viento. Muy alta. Todo el año.	L y A carnívoros. Crustáceos y larvas de insectos. Depredadora.	Presencia de vegetación?	Eurihalina.	Cuerpos de agua salina, pequeños y poco profundos.
	Agabus sp.	L y A acuáticos. P terrestre. Polioltina.	L y A nadadores.	Vuelo favorecido por el viento. Muy alta.	L y A carnívoros. Crustáceos y larvas de insectos. Depredadora.	—	—	Frecuente en aguas estancadas.
	Helochares lividus	L y A acuáticos. P terrestre.	L y A marchadores.	Vuelo favorecido por el viento. Alta.	L carnívoros. Crustáceos y larvas de insectos. Depredadora. A herbívoros?	—	—	Agua estancada o con poca corriente, generalmente de carácter temporal.
	Ochthebius meridionalis	L anfibia. P terrestre. A acuático.	L y A marchadores.	Vuelo favorecido por el viento. Alta.	L carnívoros. A herbívoros. Perifiton. Raspadora.	—	Eurihalina.	Agua estancada, salobres o salinas.

TAXON	CICLO DE VIDA Estados de desarrollo. Voluntariado.	LOCOCION	DISPERSION ADULTOS Medios. Capacidad de vuelo. Periodo de vuelo.	ALIMENTACION Regimen. Fuente de alimento. Peculiaridad.	REQUERIMIENTOS ECOLOGICOS	ADAPTACIONES	HABITAT
Tipula sp.	L acuática. P 1. A aereos.	Muy limitada. Larvas enterradas en el sustrato.	Vuelo, viento. Baja.	L herbívoras/detríticas. Larvas enterradas. Detritos, algas. Raspadora.	Ambientes sombríos.	—	Frecuente en charcas y riberas húmedas.
Quilisa longicauda	L y P acuáticas. A aereos. Polioltina.	L y P nadadoras.	Vuelo, viento. Baja. Todo el año.	L y P herbívoras/detríticas. Microdetritos, microflora y microfauna planctónica o bentónica. Filtradora.	—	Eurística. Oportunista.	Pequeños cuerpos de agua estancada, permanentes o temporales, naturales o artificiales.
Dulix pipiens pipiens	L y P acuáticas. A aereos. Polioltina.	L y P nadadoras.	Vuelo, viento. Baja. Todo el año.	L y P herbívoras/detríticas. Microdetritos, microflora y microfauna planctónica o bentónica. Filtradora.	—	Eurística. Resistente a contaminación de tipo orgánica y a condiciones de anoxia.	Agua estancada dulce, naturales o artificiales.
D I P T E R A Procladius sagittalis	L y P acuáticas. A aereos.	L y P nadadoras.	Vuelo, viento. Baja.	L carnívoras. Larvas de Tanytarsinos, microinvertebrados. Carnibalismo. Detritos. Depredadora.	—	—	Cuerpos de agua estancada o de flujo lento, permanentes o temporales.
Cricotopus sp. C. sylvestris	L y P acuáticas. A aereos. Polioltina.	L y P tubícolas.	Vuelo, viento. Baja.	Herbívoras. Algas, perfiton. Rasadora.	Favorecida por la presencia de macrofitos y sustrato duro. Agua rica en oxígeno disuelto.	Larvas resistentes a la sequía.	Cuerpos de agua estancada, permanentes o temporales.
Psectrocladius sp. P. barbiansus P. liabellus	L y P acuáticas. A aereos.	L y P tubícolas.	Vuelo, viento. Baja.	Herbívoras. Algas, perfiton. Rasadora.	Favorecida por la presencia de macrofitos y sustrato duro. Agua rica en oxígeno disuelto.	Larvas resistentes a la sequía.	Cuerpos de agua estancada, permanentes o temporales.
Chironomus riparius	L y P acuáticas. A aereos.	L y P tubícolas.	Vuelo, viento. Baja.	Detritívoras. Microdetritos, microflora y microfauna de los sedimentos. Colectoras/razadoras de depósitos.	Ausencia de especies competidoras.	Oportunista. Resistente a la contaminación orgánica.	Cuerpos de agua temporales o recién creados, ríos contaminados, zonas poco profundas de lagos y embalses eutróficos.

TAXON	CICLO DE VIDA Estados de desarrollo. Vitinismo.	LOCOCION	DISPERSION ADULTOS Medios. Capacidad de vuelo. Periodo de vuelo.	ALIMENTACION Regimen. Fuente de alimento. Mecanismo.	REQUERIMIENTOS ECOLOGICOS	ADAPTACIONES	HABITAT
Polypedilum sp. P. laetum P. pullum P. scalaena	L y P acuáticas. A aeréos.	L y P tubí- colas.	Vuelo, viento. Baja.	Detritívoras. Microdetritos, micro- flora y microfauna de los sedimentos. Colectora.	Presencia de sedi- mentos.	—	Común en ríos y zonas litorales de lagos y embalses.
Cladotanytarsus sp. C. atridorsum C. manicus	L y P acuáticas. A aeréos.	L y P tubí- colas.	Vuelo, viento. Baja.	Detritívoras. Microdetritos, micro- flora y microfauna de los sedimentos. Colectora.	Presencia de sedi- mentos.	—	Común en ríos, lagos, charcas, salinas y arrozales.
D I P T E R A Tanytarsus sp. T. ejuncidus	L y P acuáticas. A aeréos.	L y P tubí- colas.	Vuelo, viento. Baja.	Detritívoras. Microdetritos, micro- flora y microfauna de los sedimentos.	Presencia de sedi- mentos.	—	Zonas de flujo lento de arroyos y ríos. También en charcas permanentes y tempo- rales, y lagos.
Dasytelea sp.	L y P acuáticas. A aeréos.	L en sedi- mentos. P flotante.	Vuelo, viento. Baja.	Detritívoras. Microdetritos, micro- flora y microfauna de los sedimentos.	—	Larvas resistentes a la sequía.	Agua estancada, ríos temporales.
Ephydra sp.	L y P acuáticas. A aeréos.	L andado- ra. P fija a tallos vegetales.	Vuelo, viento. Baja.	L detritívora. Detritos. A carnívoro. Insectos muertos de la superficie del agua.	Salinidad del agua elevada. Presencia de tallos vegetales para la fijación de la pupa.	Resistente a aguas con alto contenido en sales. Gran capa- cidad osmorregula- dora.	Agua salina conti- nental y litorales.

## EFEMEROPTEROS

*Cloeon dipterum*

Coloniza preferentemente ambientes de aguas limpias y quietas, con abundante vegetación y detritos (BELFIORE, 1983). Es muy frecuente, en charcas, incluso temporales, zonas litorales de lagos y aguas con poca corriente. En hábitats favorables, es generalmente el taxon más abundante de Efemerópteros (CIANCIARA, 1979a).

Especie tolerante de condiciones ambientales muy diversas, lo que explica su amplia distribución geográfica. Aparece principalmente en áreas de escasa altitud y sólo ocasionalmente se ha encontrado a 200m sobre el nivel del mar (BRITAIN, 1974).

Soporta aguas con una elevada temperatura (30.6°C) y variaciones térmicas considerables (10.5°C de variación diaria, PATTEE, 1965). El contenido de oxígeno de las aguas que habita también es muy variable, entre 10 y 170% de saturación (CIANCIARA, 1979a). Las larvas sobreviven a la anoxia en charcas de Suecia, que se cubren de hielo 3 o 4 meses en invierno, usando un metabolismo anaeróbico facultativo (NAGELL, 1977a y b) inducido por las bajas temperaturas y la corta duración del día (DANILEVSKII, 1965).

Se ha encontrado en aguas con niveles altos de nitritos y fosfatos, lo que indica su tolerancia a la polución de tipo orgánico (PUIG, 1983). No es sensible a cambios de pH de 6 a 9 (CIANCIARA, 1979b).

La larva es de tipo nadador y vive entre las plantas o en el fondo, sobre el sedimento (BERTRAND, 1954, BROWN,

1961). Presenta fototaxia negativa (GRANDI, 1960), aunque bajo condiciones de anoxia, las larvas se mueven hacia la luz (NAGELL, 1977a).

El detrito es el alimento preferido por las larvas. En cultivos de laboratorio, las larvas que se alimentan con detritos se desarrollan más rápidamente que las que se alimentan con algas, y tienen menor número de mudas aunque no existen diferencias en la frecuencia de éstas y el tamaño final (CIANCIARA, 1979a; 1980).

Debido a la ausencia de celulasas en efémeras, sólo las células de plantas dañadas son digeridas eficientemente (CIANCIARA, 1979a). El fenómeno de canibalismo en larvas, observado en cultivos de laboratorio, es raro y sólo bajo condiciones de ayuno prolongado (CIANCIARA, 1980).

*C. dipterum* no tiene un tipo de ciclo de vida uniforme. Las poblaciones parecen ser muy flexibles y a menudo exhiben ciclos univoltinos de invierno, ocasionalmente ciclos bivoltinos y a veces, una misma población es parcialmente univoltina y bivoltina (CLIFFORD, 1982). El tipo de ciclo depende de factores ambientales, fundamentalmente de la temperatura.

En Europa es la única especie conocida que presenta ovoviviparismo (DEGRANGE, 1959). La hembra ovoposita de 10 a 14 días después del acoplamiento y los huevos eclosionan cuando entran en contacto con el agua. La fecundidad es mayor de 1200 huevos por hembra (DEGRANGE, 1960).

En poblaciones con ciclos bivoltinos, la especie pasa el invierno en forma de larva y tiene dos generaciones al año: una larga generación de invierno con individuos de mayor

tamaño, y otra corta, de verano, con individuos más pequeños (CIANCIARA, 1979a y b).

CIANCIARA (1979a), distingue 10 estadios de desarrollo de *C. dipterum* antes de la fase adulta, en base a caracteres morfológicos, fundamentalmente el desarrollo de las alas. Así, se puede diferenciar el estado de larvula: L<sub>0</sub>; larvas: L<sub>I</sub>-L<sub>VII</sub>; ninfas: N<sub>I</sub>-N<sub>III</sub>; subimago e imago.

El número de mudas es muy alto y variable. Depende, aparte de las condiciones tróficas, de otros factores ambientales como la luz y temperatura (CIANCIARA, 1979a). Es mayor en la generación de invierno que en la de verano (CIANCIARA, 1980).

La carencia de una verdadera diapausa, que es reemplazada por un periodo de lento crecimiento en invierno, la plasticidad en el ciclo de vida y la posibilidad de una rápida generación muestran que *C. dipterum* está bien adaptada a vivir en cuerpos de agua pequeños y temporales (BROWN, 1961).

#### *Procloeon bifidum*

Frecuente en las zonas arenosas y fangosas de ríos y torrentes, donde el agua está estancada o la corriente es débil y la vegetación abundante, y también en zonas litorales de lagos (GRANDI, 1960; MACAN, 1979; BELFOIRE, 1983).

La biología de esta especie es prácticamente desconocida.

*Caenis luctuosa*

Se puede encontrar con asiduidad en ambientes de aguas estancadas, como lagunas y estanques, y en remansos de ríos y arroyos (BELFIORE, 1983). Generalmente prefiere sustratos de granulometría fina, como arenas con detritos vegetales (KIMMINS, 1972) y fangos (GRANDI, 1960), aunque también es frecuente en sustratos de grava o grandes piedras con material fino entre ellas (MACAN, 1979).

Es tolerante a la contaminación orgánica y regímenes hidrológicos fluctuantes (PUIG, 1983). Se encuentra preferentemente en aguas de temperatura elevada y con concentraciones de oxígeno disuelto de 2.5-3.5mg/l (PUIG, 1983).

La larva es de tipo andador y detritívora, nutriéndose de hojas de plantas alóctonas. Muestra una selección del alimento asociada a la composición y dinámica de las poblaciones de hongos de las hojas (BASSET et al., 1981).

No se conoce bien su ciclo de vida (CLIFFORD, 1982), aunque parece ser, según algunos autores (BRITAIN, 1974; ALBA TERCEDOR, 1981), una especie univoltina, emergiendo los adultos en los meses de verano. Sin embargo, los datos de LANDA (1968), basados en poblaciones centroeuropeas, muestran dos generaciones anuales, una en primavera y la segunda a finales de verano.

Los adultos tienen una vida muy corta, como máximo 12 horas (GRANDI, 1960). La emergencia tiene lugar, normalmente, al amanecer y está sincronizada entre machos y hembras, de manera que forman grandes enjambres que vuelan sobre el agua y facilitan el encuentro entre los sexos. La hembra, después del acoplamiento, ovoposita colocando el extremo del abdomen sobre la superficie del agua, soltando los huevos que se

fijan al sustrato mediante largos filamentos terminados en disco (BERTRAND, 1954). La fecundidad también es mayor de 1200 huevos por hembra (DEGRANGE, 1960).

Es partenogenética facultativa (DEGRANGE, 1960). Los huevos producidos y sin fecundar se desarrollan normalmente con mayor frecuencia que los fertilizados, aunque son muy pocos los que llegan a eclosionar, por lo que su importancia en la dinámica de poblaciones debe ser baja.

#### ODONATOS

##### *Orthetrum cancellatum*

Especie localizada en el Norte de Africa y practicamente toda Europa (SCHMIDT, 1978).

Frecuente en charcas, lagos y lagunas de pequeñas dimensiones, así como en marismas de aguas salobres (CONESA, 1983, 1985) y cursos de agua de baja corriente (FERRERAS & PUCHOL, 1984).

Se desconoce su ciclo de vida, aunque el adulto tiene un amplio periodo de vuelo en la región mediterránea, que va desde principios de primavera hasta finales de verano (AGUESSE, 1968). Presenta un vuelo muy rápido (CONCI & NIELSEN, 1956).

La puesta tiene lugar en el agua directamente (ovoposición exofítica, BERTRAND, 1954).

Las larvas viven sobre los sedimentos del fondo. El color y la pilosidad de su cuerpo les hace tener un aspecto sucio y a la vez mimético con el sustrato (ROBERT, 1958).



*Crocothemis erythraea*

Es el Anisóptero más abundante y difundido en Andalucía. Se encuentra en casi todos los tipos de medios acuáticos, como ríos, arroyos, lagunas, lucios, embalses, marismas, arrozales, charcas, albercas (FERRERAS & PUCHOL, 1984) e incluso estuarios y salinas interiores (SCHMIDT, 1978).

Tiene un largo periodo de vuelo, observado en Andalucía, desde la segunda quincena de Marzo a la segunda de Octubre. Es frecuente verlo volar en verano, a escasa distancia del suelo, incluso por calles de muchos pueblos y ciudades (FERRERAS & PUCHOL, 1984).

A pesar de su amplia distribución, la biología de esta especie es poco conocida.

Es posible que tenga dos generaciones anuales en las regiones mediterráneas (AGUESSE, 1968).

## HETEROPTEROS

*Heliocorisa vermiculata*

Especie distribuida solamente por la región mediterránea (TAMANINI, 1979).

Es frecuente en arroyos, pequeños ríos, charcas temporales y permanentes (NIESER, 1978), y en la cuenca del río Segura (SE de España), ha sido observada también en ramblas con alta concentración salina y abundantes macrófitos (MILLAN, 1985).

Se conoce muy poco sobre su biología y ecología. Parece ser una especie polimórfica, con respecto al desarrollo de la musculatura del vuelo, presentando formas voladoras, con músculos desarrollados y formas no voladoras (VELASCO et al., en prensa).

MILLAN et al. (en prensa), la consideran una especie eurioica y ubiquista, y probablemente, su distribución depende más de fenómenos de competencia, que de factores abióticos del medio, dada la gran diversidad de cuerpos de agua donde se ha recolectado.

### *Sigara lateralis*

Especie de distribución más amplia que la anterior. Se encuentra en el Norte de Africa y en casi toda Europa (NIESER, 1978).

Es muy común en pequeños cuerpos de agua estancada y de caracter temporal, canales de riego, pozas, abrevaderos de animales (TAMANINI, 1979) y aguas salinas (MACAN, 1965; VIERSSEN & VERHOEVEN, 1983; DETHIER, 1985).

Está particularmente adaptada a vivir en condiciones de alta eutrofización (POISSON, 1957; MACAN, 1965; MURILLO, 1984) y presenta un comportamiento eurihalino muy marcado, encontrándose entre un rango de clorinidad de 12 a 2100mg/l de cloruros (MURILLO, 1984).

Se ha recolectado en charcos de lluvia con profundidad no superior a los 10 cm. También se puede encontrar sobre sustrato de cemento (MURILLO, 1984; MILLAN, 1985).

Parece ser indiferente a la presencia de vegetación (VIERSSEN & VERHOEVEN, 1983), aunque PALMER (1981) la

encuentra asociada a macrófitos flotantes del género *Ranunculus*.

Es una especie típicamente oportunista y con gran capacidad de vuelo (RICHARD, 1958), lo que le permite colonizar cuerpos de agua muy diversos (MILLAN, 1985). Es de los primeros colonizadores de charcas arcillosas (BARNES, 1983).

Presenta polimorfismo en el desarrollo de la musculatura del vuelo (YOUNG, 1965).

Puede depositar los huevos sobre cualquier sustrato, pero muestra preferencia por las piedras, en los lados o debajo de ellas, pero no en su cara superior (SAVAGE, 1979).

El periodo de ovoposición es desde finales de Abril a Septiembre. El tiempo de ovoposición de un individuo es de 7 días y aproximadamente, el 80% de los huevos los dejan en los dos primeros días.

Sus poblaciones son particularmente frecuentes en los meses de otoño y raras o escasas en Febrero y Marzo. (TAMANINI, 1979).

*S. lateralis* es una especie omnívora, cuyo alimento es, principalmente, de origen animal, aunque su dieta puede variar dependiendo de la disponibilidad de éste, lo que le proporciona una ventaja adaptativa, al ser una especie migradora que cambia frecuentemente de medio acuático (BAKONYI, 1978).

*Anisops debilis perplexa*

Especie distribuida por el Norte de Africa y la región mediterránea Ibérica (NIESER & MONTES, 1984).

Aparece en la cuenca del Segura en masas de agua lenítica, más o menos profundas, temporales o permanentes, artificiales o naturales, tales como pozas de ríos, charcas, estanques, albercas, piscinas, etc. (MILLAN et al., en prensa).

En aquellos cuerpos de agua donde también pueda haber peces, son importantes competidores e incluso sus depredadores, dependiendo del estado de desarrollo del pez (NIESER, op cit.).

No se conoce su ciclo de vida.

*Anisops sardea*

Especie más común y de mayor distribución que la anterior, encontrándose además del Norte de Africa y región mediterránea, en zonas del interior de la Península Ibérica (NIESER & MONTES, 1984).

Es típica de aguas estancadas, dulces o salinas, con o sin vegetación acuática (MURILLO, 1984; MILLAN, 1985). Resite cierto grado de eutrofización y contaminación orgánica. Prefiere sustratos arcillosos con un ligero recubrimiento algal (MURILLO, 1984), y también medios artificiales, como balsas de riego, estanques, etc. (MILLAN, 1985). En general, se localiza con mayor asiduidad en cuerpos de agua temporales de diferente tipología, pudiendo utilizar ambientes acuáticos artificiales como medio de transición en su ciclo de vida (NIESER & MONTES, 1984).

Es capaz de regular la profundidad a la que se encuentra sin movimientos musculares, gracias a su sistema respiratorio especial, lo que le permite cazar, con un menor gasto energético, pequeños Crustáceos y larvas de Dípteros bajo el agua (TAMANINI, 1979).

En Italia, se ha encontrado una sola generación al año, hibernando, generalmente, en estado adulto (TAMANINI, 1979). Los huevos son ovales y alargados, y presentan en su extremidad anterior dos pequeños apéndices con los que se insertan a tallos de plantas acuáticas, con la extremidad anterior visible en superficie. El desarrollo embrionario dura aproximadamente tres semanas (POISSON, 1957).

#### *Microvelia pygmaea*

Está distribuida por el Norte de Africa y prácticamente toda Europa, excepto algunas áreas del Norte y Centro (NIESER, 1978).

Ocupa hábitats de reducidas dimensiones (MILLAN et al., en prensa), localizándose entre la vegetación acuática, en remansos de arroyos y ríos (BAENA & FERRERAS, 1982; MILLAN et al., en prensa). En el periodo seco se puede encontrar en charcas sin vegetación (MILLAN et al., en prensa).

De hábitos gregarios y depredadores, se desplaza a gran velocidad sobre la superficie del agua y captura, con las patas anteriores a sus presas, sobre todo mosquitos que emergen (REISEN, 1973), que generalmente son transportados a tierra para ser succionados (POISSON, 1957).

Se reproduce, al menos, hasta finales de Agosto, pudiendo tener 3 o más generaciones al año (NIESER & MONTES, 1985). Los huevos son colocados sobre un sustrato emergente del agua. Pasan el invierno en forma de adultos (POISSON, 1957).

## COLEOPTEROS

### *Haliphus lineatocollis*

Es una especie ubiquista (BERTRAND, 1954), eurioica y de amplia distribución (FRANCISCOLO, 1979). Ha sido encontrada en estanques, arroyos, ríos, pantanos y también en aguas salinas y salobres (FRANCISCOLO, 1979), siendo una especie típica de aguas tranquilas (RICHOUX, 1982). VIERSSEN & VERHOEVEN (1983) la encuentran en charcas supralitorales, con un 67% de clorinidad.

Los huevos los ponen en el interior de tallos y hojas, en una cavidad que ellos hacen con su oviscapto o sus mandíbulas.

Las larvas son monofágicas, alimentándose exclusivamente de Charáceas. Estas, poseen mandíbulas succionadoras con un canal completo. Con los dientes de las mandíbulas perforan las paredes de celulosa de las algas, para succionar el contenido celular (BERTRAND, 1928).

La vida larvaria tiene una duración variable y, en climas templados, hibernan en el agua y sufren la ninfosis en primavera (BERTRAND, 1972).

Los adultos eclosionan en Julio, Agosto y Septiembre (BERTRAND, 1928). Pueden mostrar un desarrollo variable de la musculatura del vuelo (VIERSEN & VERHOEVEN, 1983).

*Hydroglyphus pusillus*

Es una especie eurioica, de gran plasticidad ecológica, lo que explica su amplia distribución tanto altitudinal (hasta 2200m) como latitudinal (FRANCISCOLO, 1979). Prefiere aguas estancadas (RICHOUX, 1982), siendo común en cualquier ambiente , temporal o permanente, dulce o salino. Puede soportar temperaturas de hasta 42°C (FRANCISCOLO, 1979).

Es rara en aguas limpias y corrientes, y también en lagos alpinos y subalpinos (FRANCISCOLO, 1979).

Fue hallada casualmente en la Isla de Fuerteventura, en una cisterna de agua. Se cree que pudo haber llegado, bien mediante el vuelo, o bien arrastrado por el viento desde el vecino continente africano, cuya distancia es sólo de 110 km. (MACHADO, 1987).

*Potamonectes cerisyi*

Tiene una distribución claramente mediterránea (IENISTEA, 1978). Frecuente en pequeños cuerpos de agua salobre y poco profundos, con salinidades generalmente elevadas pero fluctuantes y donde la vegetación es relativamente abundante y la fauna poco variada (ALAIN, 1972).

En la cuenca del río Segura, los ambientes donde se localiza con mayor frecuencia, prácticamente, carecen de vegetación acuática.

ALAIN (1972), realiza un estudio autoecológico de esta especie en medios litorales del mediterráneo francés, cuyos resultados se exponen a continuación:

Es eurihalina, encontrándose en rangos de cloruros de 0 a 70g/l, con un óptimo entre 10 y 40g/l, donde es capaz de desarrollar su ciclo de vida completo. Tanto las larvas como los imagos pueden vivir en medios cubiertos por una capa de hielo, respirando las burbujas de aire que se forman debajo del hielo.

La larva, aunque es de tipo nadador, marcha bien sobre el fondo y la vegetación, al contrario que el adulto. Larva y adulto se alimentan de las mismas presas, cazando al acecho.

El acoplamiento tiene lugar durante todo el año y se produce en el agua. La hembra pone los huevos de forma aislada sobre vegetación sumergida. Estos son ovoides y de pequeño tamaño (655-1015 $\mu$ m) y están provistos en su base de un disco adhesivo con el que se fijan a la vegetación u otros tipos de soportes sólidos.

La duración del desarrollo embrionario oscila entre 9 y 20 días, según las condiciones ambientales. Las bajas temperaturas y las altas concentraciones de cloro retardan e incluso inhiben (a 20°C y 50 g/l de cloro) el desarrollo embrionario. Tras la eclosión de los huevos, pasan por 3 estadios larvarios, cuyo desarrollo varía de 69 a 100 días. La ninfosis tiene lugar en tierra y dura de 13 a 20 días.

Hay una aparición continua de nuevos adultos de Octubre a Junio.

La temperatura y la concentración de cloruros parecen ser, los dos factores que determinan su distribución a gran



escala. Su respiración aérea y la ninfosis terrestre, le impiden colonizar medios profundos. Además parece estar limitado por la vegetación, al menos en determinadas regiones, ya que ésta sirve de soporte a los huevos.

*Agabus* sp.

Género esencialmente holártico, que incluye unas 200 especies de aguas corrientes o estancadas (RICHOUX, 1982).

Su tamaño es mediano (sobre los 10mm), coloración oscura y suelen ocupar preferentemente ambientes leníticos en general.

Como la mayoría de Dytiscidos, son buenos nadadores, y tanto la larva como el aduto tienen una actividad depredadora muy grande.

En el presente estudio, sólo se han detectado la forma larvaria de este género, lo que unido a su gran diversidad específica ha imposibilitado la determinación del mismo a nivel de especie.

*Helochares lividus*

Especie de distribución euromediterránea, que vive en aguas quietas, en general de carácter temporal, aunque se ha encontrado en zonas de corriente moderada (PIRISINU, 1981). Se conoce muy poco de su biología y hábitat (HANSEN, 1982). La hembra construye un capullo que contiene los huevos y los transporta en la cara ventral del abdomen, entre el margen posterior del élitro y el tercer par de patas (PIRISINU, 1981).

*Ochthebius meridionalis*

Especie de distribución mediterránea, que habita aguas estancadas en general, salobres o salinas (BERTRAND, 1972; PIRISINU, 1981), capaz de resistir valores extremos de temperatura y salinidad en marismas (MONTES, 1980).

Se desconoce su ciclo de vida.

## DIPTEROS

*Tipula* sp.

Por dificultades en la determinación, al ser un género muy variado en especies (600-700 especies) y biología (BERTRAND, 1954), no se ha podido llegar a nivel específico, por lo que no se dan datos sobre la biología y ecología de esta especie.

Es un género frecuente en charcas de extracción de arcilla (BARNES, 1983).

*Culiseta longearolata*

Especie de distribución mediterránea, dotada de una gran plasticidad ecológica, aunque prefiere aguas estancadas ricas en materia orgánica y de pequeñas dimensiones (RIOUX, 1958).

Se pueden encontrar tanto en ambientes naturales, temporales y permanentes (charcas, aguas estancadas de los márgenes de los ríos, pozas aisladas), como artificiales (canales y balsas de riego, pilones, abrevaderos para animales domésticos) (ENCINAS, 1982). Coloniza rápidamente charcas de lluvia muy efímeras (DIMENTMAN & MARGALIT, 1981).

También se han encontrado en charcas rocosas litorales, diluidas por el agua de lluvia, con una concentración de 7g/l de cloruro, y hasta los 3000m de altitud. (RIOUX, 1958).

Los huevos, agrupados en forma de barquilla, quedan flotando en la superficie del agua y eclosionan a los pocos días. Esta especie no presenta huevos resistentes a la desecación (DAHL & WHITE, 1978).

Pueden pasar el invierno en estado larvario o como hembras. En la región mediterránea francesa, la diapausa puede durar poco, obteniéndose pupas y adultos en el curso de la estación fría (RIOUX, 1958).

ENCINAS (1982), encuentra dos máximos en las poblaciones larvarias estudiadas, uno en primavera (Abril- Junio) y otro en otoño (Septiembre-Noviembre).

Es una especie preferentemente ornitófila (RIOUX, 1958).

### *Culex pipiens pipiens*

Especie ubiquista, distribuida ampliamente por el Norte de Africa y prácticamente toda Europa (DAHL & WHITE, 1978). Se localiza en todos los tipos de medios acuáticos, que encuentra a su alcance, desde los estrictamente peridomésticos a los situados en pleno campo, libres de toda influencia humana (ENCINAS, 1982).

Prefiere aguas dulces, ricas en materia orgánica de origen vegetal, independientemente de la extensión de dichas aguas. Está asociada a medios rurales (RICHOUX, 1958).

Tolera mayores concentraciones de materia orgánica que *Culiseta longiareolata*. Se ha encontrado en aguas

contaminadas de origen industrial, pobres en oxígeno, que favorecen la presencia de esta especie al reducir, e incluso eliminar a sus posibles competidores o depredadores (GONZALEZ et al., 1983).

ENCINAS (1982) observa las primeras larvas entre Abril y Mayo, aunque muy escasas; después se mantienen muy abundantes hasta Noviembre. Las hembras procedentes de las últimas generaciones de larvas del año, entran en hibernación sin realizar toma de sangre previa, recuperando su actividad en los meses de Marzo y Abril. Es en el mes de Junio cuando, generalmente, se produce una entrada masiva de machos y hembras en sus cobijos habituales. Los refugios preferidos por esta especie consisten en edificaciones abandonadas, grutas, bodegas, alcantarillas; en general, medios con temperaturas más bajas y mayor humedad del aire que las ambientales.

#### *Procladius sagittalis*

Se sabe muy poco de su biología, aunque el género es típico de sedimentos fangosos de medios leníticos, especialmente charcas y pequeñas lagunas (FITTKAU & ROBACK, 1983).

También es un género frecuente en arrozales (CLEMENT et al., 1977) y charcas de extracción de arcilla (STREET & TITMUS, 1979; BARNES, 1983; FRIDAY, 1987).

Las larvas se mueven libremente a muy pocos centímetros del fondo (FORD, 1962) y en su dieta incluyen larvas de Tanytarsinos (BACKER & McLACHLAN, 1979), así como a sus propios parientes (MORGAN, 1949).

En charcas temporales se reproducen en primavera, emergiendo los adultos antes de que la charca se seque, para pasar el invierno en aguas permanentes (WIGGINS et al. 1980).

*Cricotopus sylvestris*

Es un habitante frecuente de arrozales (CLEMENT et al., 1977), y de charcas de extracción de grava (STREET & TITMUS, 1979) y de arcilla (BARNES, 1983; FRIDAY, 1987). También ha sido encontrada en lagos meso y eutróficos, Neárticos y Paleárticos (SAETHER, 1979).

Es una de las especies con mayor densidad de larvas en estanques de la Alhambra y Generalife (CASAS & VILCHEZ, 1986), donde gracias a su ciclo de vida, corto y con varias generaciones al año, puede colonizar estos ambientes rápidamente después de una alteración. Habitan también en charcas temporales dado que las larvas pueden resistir la sequía (WIGGINS et al., 1980).

Las larvas son ramoneadoras y las algas constituyen un buen sustrato como refugio y alimento.

En las especies del género, las hembras reúnen sus puestas, "puestas sociales", (BERTRAND, 1954).

*Psectrocladius barbimanus*

No se conoce prácticamente nada de la biología y ecología de esta especie, al igual que de *P. limbatellus*, aunque el género es típico de cuerpos de agua estancada, como charcas temporales y permanentes, lagos y embalses (PRAT, 1978). Pasan la estación seca como larvas (WIGGINS et al., 1980).

*Chironomus riparius*

Especie oportunista con un amplio rango de tolerancia ecológica que, combinada con una rápida tasa de desarrollo, le permite explotar ambientes donde es pequeña la competencia con otros insectos (PINDER, 1986).

Está asociada a condiciones eutróficas (THIENEMAN, 1954) ya que es muy común en los fondos de sedimentos en ríos contaminados, con alto contenido en materia orgánica, y márgenes poco profundas de lagos eutróficos.

No está restringida a aguas contaminadas, pues también domina en aguas temporales o cuerpos de agua recién creados (STREET & TITMUS, 1979; RASMUSSEN, 1985).

Resiste condiciones de anoxia, gracias a la presencia de hemoglobina (RASMUSSEN, 1984a).

Las larvas son comedoras de depósitos, alimentándose de finas partículas de la superficie de los sedimentos. Observaciones de comportamiento en el laboratorio muestran, que las larvas pasan gran parte del tiempo con la cabeza fuera del tubo para alimentarse (RASMUSSEN, 1984a). En estudios del contenido estomacal en larvas, se han encontrado, fundamentalmente, partículas de sedimento y microdetritos (RASMUSSEN, 1984b).

Es una especie multivoltina, con, al menos, 3 generaciones al año, aunque en charcas canadienses que se hielan en invierno, es univoltina, teniendo lugar la pupación, emergencia y ovoposición durante el mes de Mayo, unas semanas después del deshielo (RASMUSSEN, 1984a).

Los efectos de la densidad intraespecífica reducen fuertemente la tasa de crecimiento de esta especie, aunque el medio abiótico puede tener mayor importancia en la abundancia de larvas de un mes a otro (RASMUSSEN, 1985).

*Polypedilum* sp.

Poco se conoce de la biología y ecología de las tres especies de este género encontradas en los estanques: *P. laetum*, *P. pullum* y *P. scalaenum*.

*P. laetum* ha sido encontrada en fangos arenosos de ríos (LEMMANN, 1971), en las zonas litorales de algunos lagos (BRUNDIN, 1949; REISS, 1968) y embalses (PRAT, 1978).

En general, las larvas de este género aparecen tanto en aguas lóxicas como leníticas, con la excepción de las que se encuentran en altas latitudes y altitudes. Los sedimentos constituyen su sustrato preferido (PINDER et al., 1983).

*Cladotanytarsus* sp.

Género cosmopolita, frecuente en ríos, charcas, lagos, aguas salinas, manantiales de aguas calientes (PINDER et al., 1983) y arrozales (CLEMENT et al., 1977).

Aparece en las zonas litorales y sublitorales de los embalses españoles, entre los 0 y 5m. de profundidad (PRAT, 1978).

Se desconoce la biología de *C. atridorum* y *C. mancus*.

*Tanytarsus* sp.

Género con muchas especies y común en todos los tipos de aguas dulces, como charcas (STREET & TITMUS, 1979; BARNES, 1983; FRIDAY, 1987), arrozales (CLEMENT et al., 1977), en zonas profundas de embalses y zonas litorales de lagos oligotróficos (PRAT, 1978).

Está presente en gran número de charcas con amplio rango de pH (FRIDAY, 1987).

*T. ejuncidus* se ha encontrado en ambientes deposicionales de ríos, arroyos; también en lagos, pequeños cuerpos de agua temporales, pozas y charcas. Normalmente, se localiza sobre hojas o tallos de plantas (FITTKAU & REISS, 1978).

*Microsepectra atrofasciata*

No se conoce nada sobre la biología y ecología de esta especie.

*Dasyhelea* sp.

Género frecuente en ríos temporales, donde la larva se enquistada para resistir la fase de sequía (LEGIER, 1979).

Dispone sus huevos en forma de silla de montar, en paquetes que fija sobre el sustrato. La ninfa es acuática, flotante y poco activa (BERTRAND, 1954).



*Ephydra* sp.

Las larvas de muchas especies de *Ephydra* sp. son típicos habitantes de aguas salinas litorales y continentales (BERTRAND, 1954; MACAN, 1975) gracias a su capacidad de osmorregulación (WILLIAMS, 1985). Se encuentran en las partes sumergidas de vegetales a los que sus pupas se agarran (BERTRAND, 1954). Los adultos se desplazan por la película superficial del agua, alimentándose de animales muertos.

### 5.5. DESCRIPCION GLOBAL DE LAS COMUNIDADES DE INSECTOS ACUATICOS DE LOS ESTANQUES.

De la misma manera que las poblaciones presentan propiedades que trascienden a los individuos que las forman, las comunidades tienen una estructura y unas propiedades de las que carecen sus poblaciones componentes. Estas, son la suma de las propiedades de los miembros que las componen, más sus interacciones (BEGON et al., 1988).

En este apartado se intenta establecer las características generales descriptivas de la estructura de la comunidad de insectos de cada estanque, tanto a nivel cualitativo como cuantitativo.

#### 5.5.1. RIQUEZA Y COMPOSICION ESPECIFICA.

En la tabla 5.2 se presenta, para cada estanque, su composición específica, relacionándose los distintos estados del ciclo de vida en los que se han detectado cada una de las especies, así como el número total de las especies pertenecientes a la comunidad acuática. Aparecen indicados con un asterisco aquellos taxones con imagos aéreos, que únicamente se han encontrado en ese estado, y que no forman parte de la comunidad acuática. En el caso de los imagos de *Ephydra* sp., de los estanques V y IX, se han considerado por alimentarse de organismos acuáticos y por tanto interactuar en la comunidad.

En la figura 5.1, se presentan, en gráficos de pastel, los espectros de riqueza de las especies, agrupadas en familias y éstas, a su vez, en órdenes, para cada estanque.

Se han agrupado en familias por considerar que este nivel taxonómico es el que mejor define los grupos ecológicos funcionales, dentro de las biocenosis de insectos acuáticos estudiadas (CUMMINS, 1973).

La comunidad de insectos acuáticos más simple es la del estanque X, constituida por una sola especie *Ephydra*. La alta salinidad de sus aguas impide la colonización de especies que no estén adaptadas a fuertes gradientes osmóticos.

El estanque IX, es el que presenta la mayor riqueza de especies (21), seguido por el estanque IV (20), V y VI (19).

El estanque VIII, con 12 especies, es el que presenta la riqueza más baja, debido a la fuerte limitación que ejerce la temporalidad del medio para la colonización y asentamiento de las mismas, siendo colonizado únicamente durante su primer llenado por 3 de ellas.

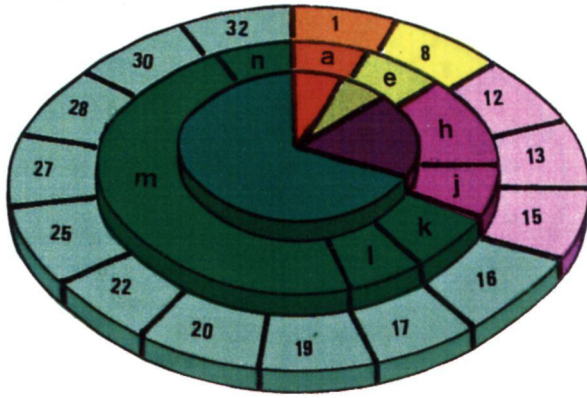
En una situación intermedia se encuentran los estanques III y VII (18 especies), II (17 especies) y I (15 especies).

Salvo en el estanque X, no se observan grandes diferencias en la composición faunística de los estanques.

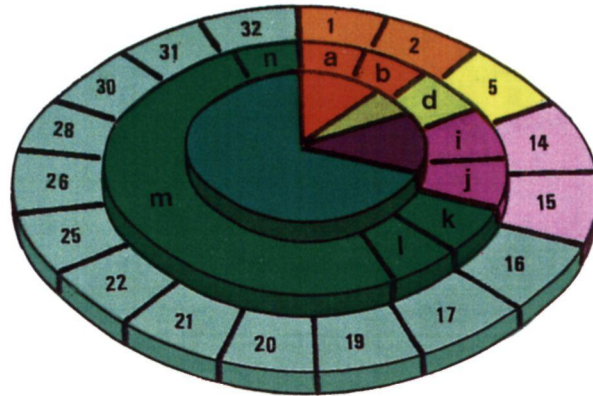
*Cloeon dipterum*, *Culiseta longiareolata*, *Procladius sagittalis*, *Chironomus riparius* y *Dasyhelea* sp.1 son comunes en los nueve primeros estanques. En cambio, otras especies son características o sólo se desarrollan en uno de los estanques: *Polypedilum pullum*, *Potamonectes cerisyi* y *Agabus* sp. (estanque I); *Cladotanytarsus mancus* (estanque VIII); y la mencionada *Ephydra* (estanque X).

Figura 5.1: Espectros de riqueza de especies de cada estanque, a distintos niveles taxonómicos: orden, familia y especie.

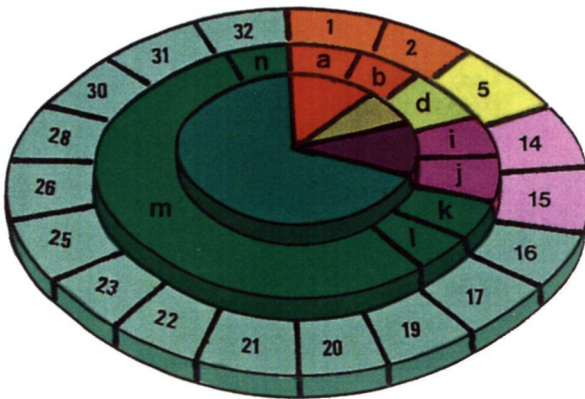
ORDEN	FAMILIA	ESPECIE
EPHEMEROPTERA	a. Baetidae	1. Cloeon dipterum
	b. Caenidae	2. Caenis luctuosa
ODONATA	c. Libellulidae	3. Orthetrum cancellatum
		4. Crocothemis erythraea
HETEROPTERA	d. Corixidae	5. Helicorisa variculata
	e. Notonectidae	6. Sigara lateralis
		7. Anisops debilis perplexa
	f. Veliidae	8. Anisops sardea
COLEOPTERA	g. Haliplidae	9. Microvelia pygmaea
		10. Haliphus lineatocollis
	h. Dytiscidae	11. Hydroglyphus pusillus
		12. Potamonectes cerisyi
i. Hydrophilidae	13. Agabus sp.	
j. Hydraenidae	14. Helochares libidus	
DIPTERA	k. Tipulidae	15. Ochthebius meridionalis
	l. Culicidae	16. Tipula sp.
		17. Culiseta longiareolata
	m. Chironomidae	18. Culex pipiens pipiens
		19. Procladius sagittalis
		20. Cricotopus sylvestris
		21. Cricotopus sp.2
		22. Psectrocladius barbimanus
		23. Psectrocladius limbatellus
		24. Chironomini sp.1
		25. Chironomus riparius
26. Polypedilum laetum		
27. Polypedilum pullum		
28. Cladotanytarsus stridorsum		
29. Cladotanytarsus nancus		
30. Tanytarsus ejuncidus		
31. Tanytarsus sp.2		
n. Ceratopogonidae	32. Dasyhelea sp.1	
o. Ephyridae	33. Dasyhelea sp.2	
	34. Ephydra sp.	



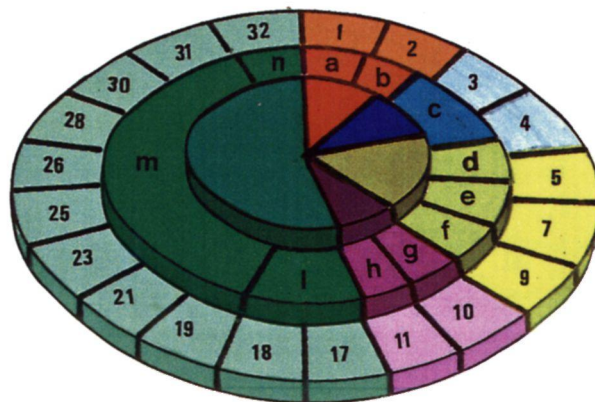
ESTANQUE I



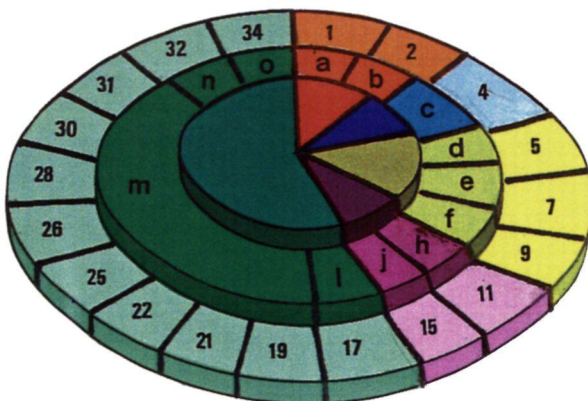
ESTANQUE II



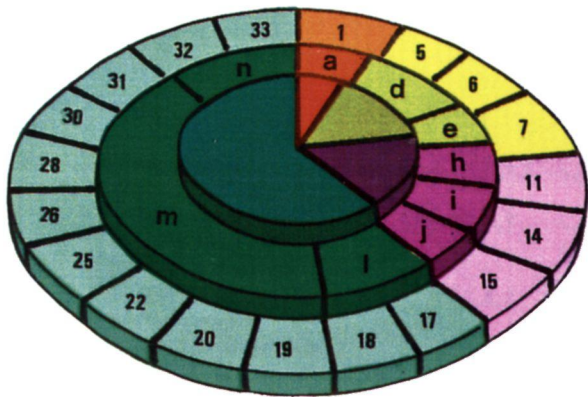
ESTANQUE III



ESTANQUE IV

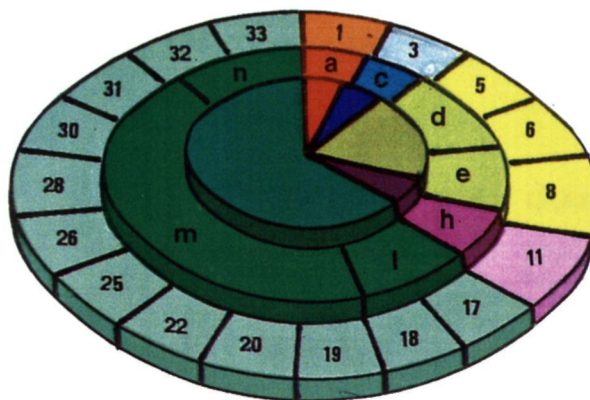


ESTANQUE V

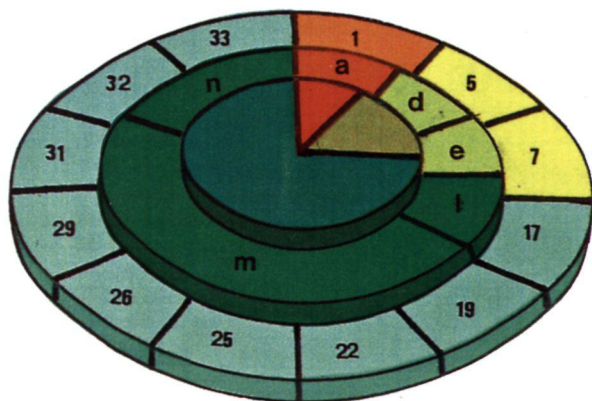


ESTANQUE VI

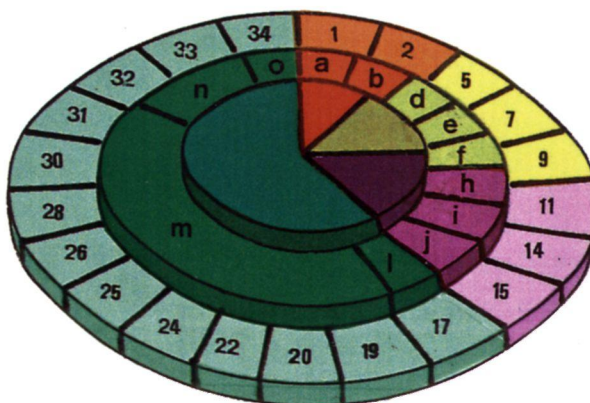
ESTANQUE VII



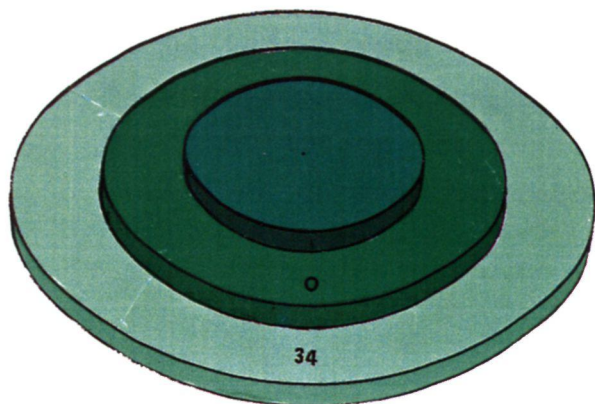
ESTANQUE VIII



ESTANQUE IX



ESTANQUE X



TAXONES	ESTANQUES									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1 Cloeon dipterum	L,N,A,E	L,N,A,E	L,N,A,E	L,N,A,E	L,N,A,E	L,N,A,E	L,N,A,E	L,N,A,E	L,N,A,E	A+ *
2 Procloeon bifidum										A+ *
3 Caenis luctuosa		L,A,E	L,A,E	L,A,E	L,A,E				L,A,E	
4 Orthetrum cancellatum			L,A	L,A			L,EI			
5 Crocothemis erythraea				L,EI	L					
6 Heliocoris versiculata		L,A,E	A	A	A	A	L,A,E	L,A	L,A,E	
7 Sigara lateralis						L,A,E	A			
8 Anisops debilis-perplexa				A	L,A	A		A	A	
9 Anisops sardea	A		A				A			
10 Microvelia pygmaea				A	A				A	
11 Heliphus lineatocollis			L	L						
12 Hydroglyphus pusillus				L,A,E	L,A	L,A,E	A		L,A	
13 Potaenectes cerisyi	A									
14 Agabus sp.	L									
15 Helochares lividus	L	L,A			L,A	A			A	
16 Ochthebius meridionalis		L				A			L	
17 Tipula sp.	L	L								
18 Culiseta longearsolata	L,P,A,E	L,P,A,E	L,P,A,E	L,P,A,E	L,P,A,E	L,P,A,E	L,P,A,E	L,P,A,E	L,P,A,E	
19 Culex pipiens pipiens				L		L,P	L			
20 Procladius sagittalis	L,P,A,E	L,P,A,E	L,P,A,E	L,P,A,E	L,P,A,E	L,P,A,E	L,A,E	L,P,A,E	L,P,A,E	
21 Orthocladinae sp.1								A *		
22 Cricotopus sylvestris	L,P,A,E	L	L,E			L	L		L	
23 Cricotopus sp2		L,P,E	L,P,E	L,A	L					
24 Psectrocladius barbianaus	L,P	L,A	L,P,A,E	A *	L,P,E	L,P,E	L,P,A,E	L	L,P,E	
25 Psectrocladius limbatellus			L,A	L,P,A,E						
26 Chironomini sp1									L	
27 Chironomus riparius	L,P,A,E	L,E	L,A,E	L,A,E	L,P,A,E	L,P,E	L,P,A,E	L,P,A,E	L,E	A+ *
28 Chironomus inersifrons					A *					
29 Polypedilum laetum		L,P,A,E	L,A,E	L,P,A,E	L,P,A,E	L,P,A,E	L,A,E	L,P,A,E	L,P,A,E	
30 Polypedilum pullum	L,P,A,E									
31 Polypedilum scalaenum									A *	
32 Tanytarsini sp.1					A *	A *		A *		
33 Cladotanytarsus atridorsum	L,P,A,E	L,P,A,E	L,A,E	L,P,A,E	L,P,E	L,P,A,E	L,A,E		L,P,A,E	A+ *
34 Cladotanytarsus mancus								L,P,A,E		
35 Microsetra atrofasciata									A *	
36 Tanytarsus ejuncidus	L,P,A,E	L,P,A,E	L,A	L,P,A,E	L,A	L,P,A	L,E	A *	L,P,A,E	
37 Tanytarsus sp2		L,P,A,E	L,P,A,E	L,P,A,E	L,P,A,E	L,P,A,E	L,P,A,E	L,P,A,E	L,P,A,E	
38 Dasyhelea sp1	L,P	L,P,A,E	L,P,E	L,P,E	L,P,E		L,P,E	L,P	L,P,A,E	
39 Dasyhelea sp2						L,E	L,P	L,P,A,E	L,E	
40 Ephydra sp.					A				A	L,P,A
Número de especies	15	17	18	20	19	19	18	12	21	1

Tabla 5.2: Relación de especies de insectos acuáticos y de sus distintos estados del ciclo de vida detectados en cada uno de los estanques.

L: larva; N: ninfa; P: pupa; A: adulto; E: exuvia ninfal.

+ : hallada muerta.

\*: especies con imagos no acuáticos, registradas únicamente, en dicho estado. No forman parte de la comunidad de insectos acuáticos de cada estanque.

Cuatro estanques tienen representantes de todos los órdenes de insectos encontrados (III, IV, V y VII). Efemerópteros, Heterópteros y Dípteros conjuntamente, están presentes en todos los estanques, excepto en el X. Los Coleópteros colonizan todos los estanques salvo el VIII y X.

Los Odonatos, por el contrario, sólo aparecen en los estanques III, IV, V y VII.

Como puede observarse en la figura 5.1, el orden que más contribuye a la riqueza de especies, en todos los estanques, es el de los Dípteros, y dentro de ellos, la familia Chironomidae con, aproximadamente, la mitad del total de las especies. El resto de familias contribuyen al espectro de riqueza con una o dos especies como máximo.

Entre los Dípteros, las familias Culicidae, Chironomidae y Ceratopogonidae están presentes en los nueve primeros estanques, mientras que Tipulidae sólo aparece en el I y II, y Ephydriidae en el V, IX y X.

Los Coleópteros están representados por cuatro familias, de las cuales Dytiscidae e Hydrophilidae son las más representativas en los estanques.

Entre los Heterópteros, las familias más ampliamente distribuidas son Corixidae y Notonectidae, mientras que Veliidae sólo aparece representada en los estanques IV, V y IX.

En cuanto a Efemerópteros, están representados únicamente por dos familias, Baetidae y Caenidae. Baetidae aparece en todos los estanques, salvo en el X, y Caenidae lo hace en el II, III, IV, V y IX.



Los Odonatos están representados sólo por dos especies pertenecientes a la familia Libellulidae.

#### 5.5.2. FRECUENCIA Y DOMINANCIA.

El siguiente paso en el estudio de la estructura global de las comunidades de insectos acuáticos de los estanques, es analizar la frecuencia de aparición y la contribución numérica de cada una de las poblaciones componentes.

En la tabla 5.3, se presenta para cada estanque el número total de individuos de las distintas especies, así como sus valores de frecuencia y abundancia relativa.

En la figura 5.2, se ilustran con diagramas circulares los espectros de dominancia de las especies agrupadas por familias y órdenes, para cada uno de los estanques estudiados. No se han representado aquellas especies cuya abundancia relativa es inferior al 1%.

En todos los estanques, los Dípteros son los que contribuyen con mayor número de individuos. Dentro de este orden, los Quironómidos representan, aproximadamente, la mitad del total de individuos. La importancia numérica de esta familia es debida, fundamentalmente, al Tanypodino *Procladius sagittalis*, que es la especie más abundante en todos los estanques (salvo en el VII y X), llegando a representar el 57.5% del número total de individuos en el estanque IX.

El resto de especies de Quironómidos contribuyen en menor grado, aunque algunos Tanytarsinos tienen una importancia considerable, como ocurre con *Tanytarsus* sp.2 en el estanque V, que representa el 25.2% del total de

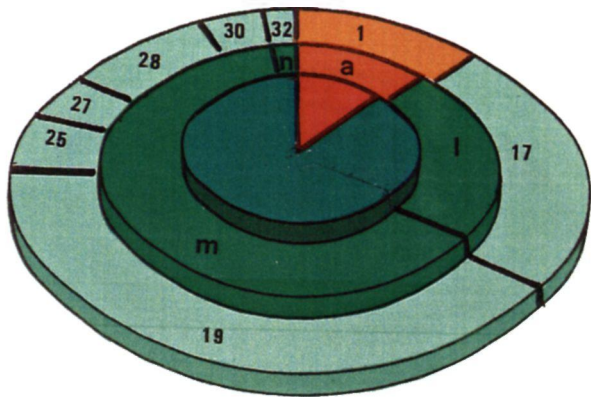
Tabla 5.3: Número total de individuos, frecuencia y abundancia relativa de las distintas especies de insectos acuáticos en cada uno de los estanques.

TAXONES	ESTANQUE I		ESTANQUE II		ESTANQUE III		ESTANQUE IV		ESTANQUE V	
	N. indiv	Fz Dz	N. indiv	Fz Dz	N. indiv	Fz Dz	N. indiv	Fz Dz	N. indiv	Fz Dz
<i>Cloeon dipterum</i>	6124	73.52 10.44	4248	50.00 17.90	7371	64.70 23.48	9328	70.58 18.49	8387	64.70 8.71
<i>Caenis tuctuosa</i>			204	5.88 0.80	222	20.58 0.71	468	32.35 0.92	132	20.58 0.13
<i>Orthetrum cancellatum</i>					486	29.41 1.55	222	26.47 0.44		
<i>Crocothemis erythraea</i>							3	8.82 0.08	89	20.58 0.89
<i>Helicorisa versiculata</i>			5203	47.05 22.00	1	2.94 0.00	1	2.94 0.00	2	5.88 0.00
<i>Sigara lateralis</i>										
<i>Anisops debilis-perplexa</i>										
<i>Anisops sardae</i>	1	2.94 0.00			4	11.76 0.01	1	2.94 0.00	308	23.52 0.32
<i>Microvelia pygmaea</i>										
<i>Haliplus lineatocollis</i>					14	20.58 0.04	1	2.94 0.00	7	5.88 0.00
<i>Hydrophilus pusillus</i>										
<i>Potamonectes cerisyi</i>									1993	41.17 2.09
<i>Aeabus sp.</i>										
<i>Helochaetes lividus</i>			127	26.47 0.50						
<i>Ochthebius meridionalis</i>			1	2.94 0.00						
<i>Tipula sp.</i>			2	5.88 0.00						
<i>Quilisa longicaerulea</i>	12712	64.70 22.09	1801	58.82 7.40	1821	52.94 5.80	8320	61.76 16.49	15327	82.35 16.07
<i>Quilix pipiens pipiens</i>										
<i>Procladius sagittalis</i>	27673	64.70 48.88	8350	67.64 35.30	11914	64.70 37.95	126	2.94 0.24	37378	67.64 39.19
<i>Cricotopus sylvestris</i>	36	8.82 0.06	132	14.70 0.58	3600	5.88 11.47				
<i>Cricotopus sp2</i>			72	14.70 0.30	228	20.58 0.73	24	5.88 0.04	148	20.50 0.17
<i>Psectrocladius barbimanus</i>	48	8.82 0.88	96	17.64 0.40	1764	41.17 5.62			372	26.47 0.39
<i>Psectrocladius limbatus</i>					24	5.88 0.08	504	32.35 0.99		
<i>Chironomus sp1</i>										
<i>Chironomus riparius</i>	641	55.88 1.11	644	35.29 2.70	1026	38.23 3.27	282	20.58 0.55	2548	35.29 2.67
<i>Polypedium laetum</i>			600	26.47 2.50	444	47.05 1.41	1166	44.11 2.31	662	38.23 0.69
<i>Polypedium pullum</i>	2066	44.11 3.59								
<i>Cladotanytarsus atridorsum</i>	5048	52.94 8.77	288	20.58 1.20	180	14.70 0.57	516	23.52 1.02	1512	32.35 1.58
<i>Cladotanytarsus manicus</i>										
<i>Tanytarsus eijunctus</i>	2090	44.11 3.63	556	14.70 2.30	12	2.94 0.04	8024	38.23 15.91	72	8.82 0.07
<i>Tanytarsus sp2</i>			996	23.52 4.20	2244	35.29 7.15	856	32.35 1.69	24016	52.94 25.18
<i>Dasyhelea sp1</i>	1842	29.41 1.81	288	23.52 1.20	42	2.94 0.13	1426	17.6 2.89	2437	17.60 2.95
<i>Dasyhelea sp2</i>										
<i>Ephydra sp.</i>									1	2.94 0.00

TAXONES	ESTANQUE VI		ESTANQUE VII		ESTANQUE VIII		ESTANQUE IX		ESTANQUE X	
	N.indiv	Fx Dq	N.indiv	Fx Dq	N.indiv	Fx Dq	N.indiv	Fx Dq	N.indiv	Fx Dq
<i>Cleon dipterum</i>	416	52.74 1.20	7336	58.82 14.77	4500	32.35 8.09	5303	70.58 7.79		
<i>Caenis luctuosa</i>			7	11.76 0.01			86	11.76 0.12		
<i>Orithreum cancellatum</i>										
<i>Crocothensis erythroa</i>	3	0.82 0.00	4995	55.88 10.06	5	0.82 0.00	27	20.58 0.03		
<i>Helicorisa versicolata</i>	4660	55.88 13.53	1	2.94 0.00						
<i>Siara lateralis</i>										
<i>Anisops debilis-perplena</i>	1	2.94 0.00	3	8.82 0.00	4	0.82 0.00	3	5.88 0.00		
<i>Anisops sardea</i>										
<i>Microvelia pygmaea</i>							2	5.88 0.00		
<i>Haliplus lineatocollis</i>										
<i>Hydrophilus pusillus</i>	441	29.41 1.28	4	11.76 0.00			96	26.47 0.14		
<i>Potamolectes cersisi</i>										
<i>Aeabus sp.</i>										
<i>Helochares lividus</i>	1	29.41 0.00					1	2.94 0.00		
<i>Ochthebius meridionalis</i>	1	29.41 0.00					1	2.94 0.00		
<i>Tipula sp.</i>										
<i>Culiseta longiareolata</i>	9414	99.41 27.36	21998	76.47 44.31	10331	61.76 18.57	19340	91.17 28.42		
<i>Culex pipiens pipiens</i>	190	5.88 0.55	408	2.94 0.82						
<i>Procladius sagittalis</i>	13622	61.76 39.56	10632	67.64 21.41	24694	29.41 44.84	39067	73.52 57.41		
<i>Cricotopus sylvestris</i>	72	11.76 0.20	24	5.88 0.04			12	2.94 0.01		
<i>Cricotopus sp2</i>										
<i>Psectrocladius barbimanus</i>	1032	47.05 2.99	684	35.29 1.37	24	5.88 0.04	558	41.17 0.82		
<i>Psectrocladius libabellus</i>										
<i>Chironomini sp1</i>										
<i>Chironomus riparius</i>	96	11.76 0.27	688	29.41 1.38	24	5.88 0.04	1	2.94 0.00		
<i>Polypedium laetum</i>	2764	38.23 7.97	396	29.41 0.79	5388	29.41 9.68	1060	44.11 1.55		
<i>Polypedium pullum</i>										
<i>Cladotanytarsus atridorsus</i>	282	23.52 0.81	192	8.82 0.38			844	32.35 1.24		
<i>Cladotanytarsus mancus</i>										
<i>Tanytarsus ejuuncioides</i>	173	23.52 0.58	132	8.82 0.26			862	32.35 1.26		
<i>Tanytarsus sp2</i>	494	23.52 1.43	1488	47.05 2.99	2010	29.41 3.61	492	23.52 0.72		
<i>Dasyhelea sp1</i>	762	5.88 2.31	543	11.76 1.09	45	5.88 0.08	252	14.70 0.37		
<i>Dasyhelea sp2</i>	24	2.94 0.06	114	11.76 0.22	768	11.76 1.38	24	5.88 0.03		
<i>Ephydra sp.</i>									653	44.11 100

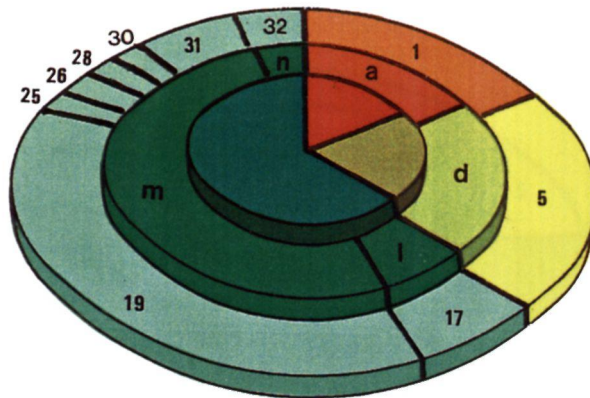
Figura 5.2: Espectros de dominancia de las especies de insectos acuáticos agrupadas por familias y órdenes, para cada uno de los estanques. No se han representado las especies con una abundancia relativa inferior al 1%.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE
EPHEMEROPTERA	a. Baetidae	1. Cloeon dipterum
	b. Caenidae	2. Caenis luctuosa
ODONATA	c. Libellulidae	3. Orthetrum cancellatum
		4. Crocothasis erythraea
HETEROPTERA	d. Corixidae	5. Helicorisa vermiculata
	e. Notonectidae	6. Sigara lateralis
		7. Anisops debilis perplexa
f. Veliidae	8. Anisops sardea	
	9. Microvelia pygmaea	
COLEOPTERA	g. Halplidae	10. Halplus lineatocollis
	h. Dytiscidae	11. Hydroglyphus pusillus
		12. Potamonectes cerisyi
	i. Hydrophilidae	13. Agabus sp.
j. Hydraenidae	14. Helochares libidus	
DIPTERA	k. Tipulidae	15. Ochthebius meridionalis
		16. Tipula sp.
	l. Culicidae	17. Culiceta longearcolata
		18. Culex pipiens pipiens
	m. Chironomidae	19. Procladius sagittalis
		20. Cricotopus sylvestris
		21. Cricotopus sp.2
		22. Psectrocladius barbimanus
		23. Psectrocladius limbatellus
		24. Chironomini sp.1
		25. Chironomus riparius
		26. Polypedilum laetum
27. Polypedilum pullum		
28. Cladotanytarsus atridorsum		
29. Cladotanytarsus bancus		
30. Tanytarsus ejunctionis		
31. Tanytarsus sp.2		
n. Ceratopogonidae	32. Dasyhelea sp.1	
	33. Dasyhelea sp.2	
o. Ephydriidae	34. Ephydra sp.	

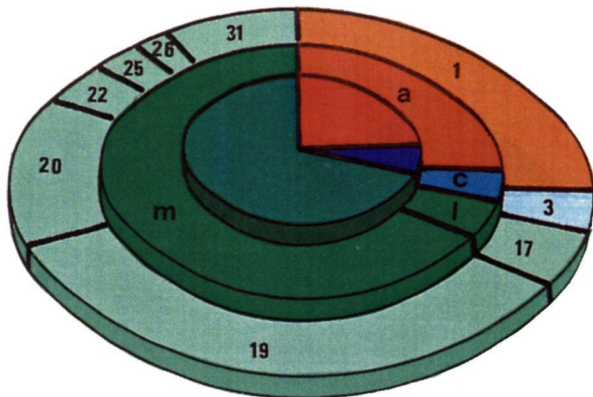


ESTANQUE I

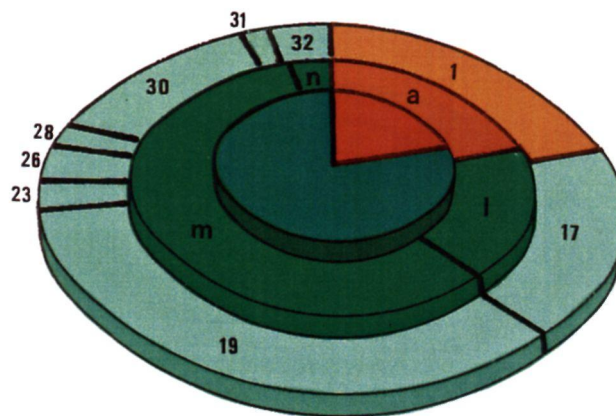
ESTANQUE II



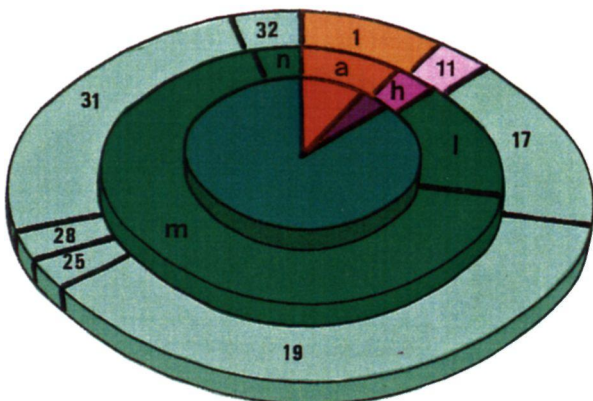
ESTANQUE III

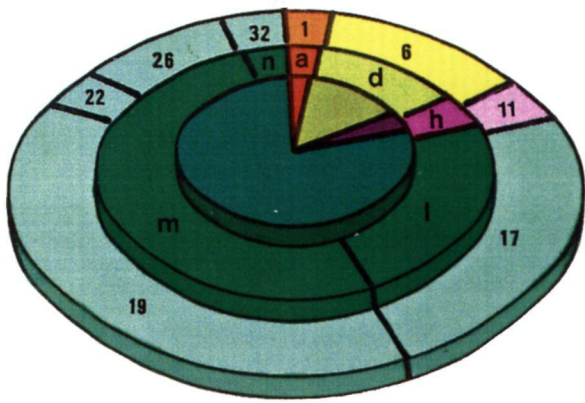


ESTANQUE IV



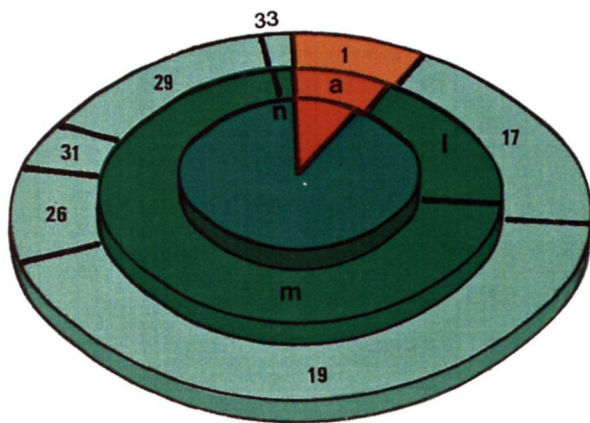
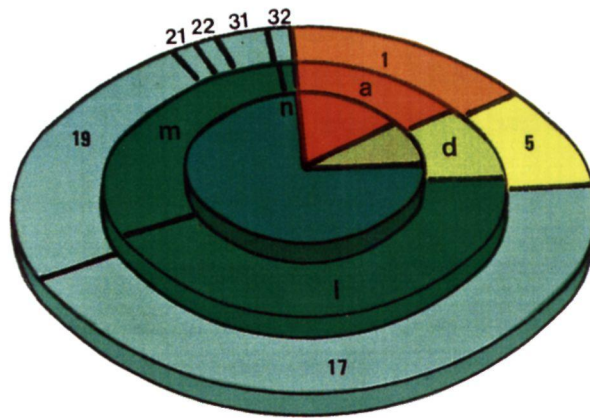
ESTANQUE V





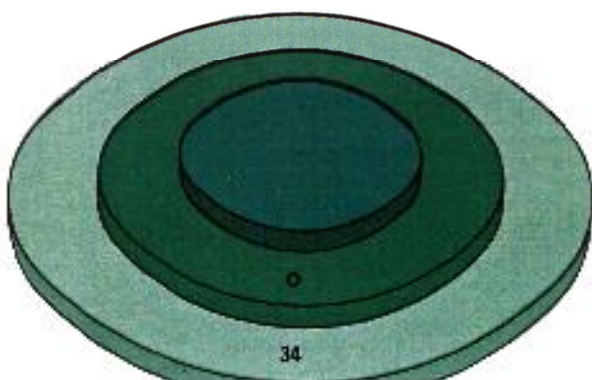
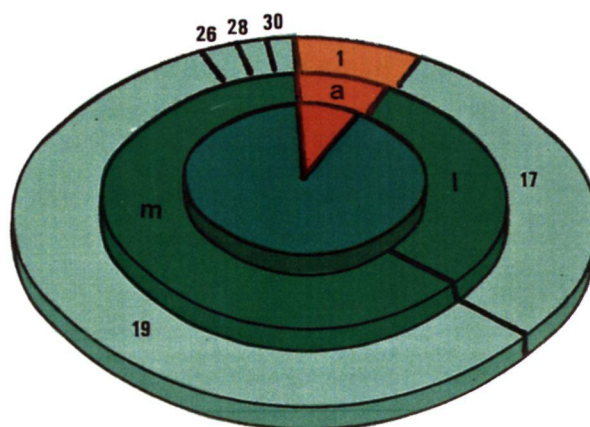
ESTANQUE VI

ESTANQUE VII



ESTANQUE VIII

ESTANQUE IX



ESTANQUE X

individuos y *Tanytarsus ejuncidus* en el estanque IV, que representa el 16.4%.

Los Culícidos, representados fundamentalmente por *Culiseta longiareolata*, son la segunda familia de Dípteros en importancia numérica y su porcentaje varía desde 5.8% (estanque III) hasta 44.3% (estanque VIII). El bajo número de individuos registrado en el estanque III parece estar motivado por la presencia del macrófito *Chara vulgaris*, que tiene una acción larvicida sobre sus poblaciones (PARDO, 1923).

Los Ceratopogónidos, aunque en menor medida, también contribuyen a incrementar la abundancia de individuos, salvo en los estanques III y IX. Los Tipúlidos, en cambio, no tienen ninguna importancia numérica en los estanques I y II, donde únicamente están presentes.

Ephydridae, con un sólo representante, *Ephydra* sp., constituye el 100% de la abundancia del estanque X.

Dentro de los Efemerópteros, *Cloeon dipterum*, constituye otra de las poblaciones básicas de los estanques, oscilando sus valores de dominancia de 23.5% (estanque III) a 1.2% (estanque VI).

Los Heterópteros sólo tienen una importancia numérica considerable en los estanques II, VI y VII, debido a los Corixidos *Heliocorisa vermiculata* (II y VII) y *Sigara lateralis* (VI).

Entre las especies de Coleópteros, sólo el Dytiscido *Hydroglyphus pusillus* presenta una abundancia relativa superior al 1%, en los estanques V y VI. Igual sucede con *Orthetrum cancellatum* en el estanque III, dentro de Odonatos.



La baja contribución de la mayoría de las especies de Heterópteros y Coleópteros al número total de individuos, se debe a que, normalmente, éstas se han encontrado en los estanques en forma de adultos aislados, que utilizan estos medios para alimentarse. Sólo adquieren una abundancia relativamente importante aquellas especies que se reproducen sucesivamente en los estanques.

En función de los valores de frecuencia y abundancia relativa, se han clasificado las distintas poblaciones que componen las comunidades de insectos acuáticos de cada estanque (tabla 5.4) según las categorías propuestas por THIERY (1978), con rangos de valores adaptados al presente estudio y que se especifican en dicha tabla.

Como se puede observar, las comunidades de los nueve primeros estanques están formadas por un bajo número de especies fundamentales y constantes, y un gran número de especies acompañantes, accesorias y esporádicas, lo que manifiesta la inmadurez de estos sistemas durante el primer año de su existencia.

*Cloeon dipterum*, *Culiseta longiareolata* y *Procladius sagittalis* son las especies fundamentales más comunes en los estanques. Son especies con ciclos de vida polivoltinos, que desarrollan varias generaciones en los estanques, lo que les permite mantener altas densidades de población durante la mayor parte del periodo de estudio. Dentro de este grupo, también destaca *Heliocorisa vermiculata*, en los estanques II y VII, *Sigara lateralis* en el estanque VI y *Tanytarsus* sp.2 en el V.

Las especies constantes, al igual que las fundamentales, se presentan en más del 50% de las muestras, pero se diferencian por la dominancia, con valores siempre menores al

Tabla 5.4: Clasificación de las distintas poblaciones, según sus valores de frecuencia y abundancia relativa en cada uno de los estanques. Basada en la clasificación propuesta por THIERY (1978).

	FUNDAIMENTALES F.50Z, D.10Z	CONSTANTES F.50Z, D.10Z	ACOMPANANTES 20Z.F.50Z, D.10Z	ACCESORIAS 02Z.F.20Z, D.10Z	ESPORADICAS F.0Z, D.10Z
ESTANQUE I	Cleon dipterus Culiseta longiareolata Procladius sagittalis	Chironomus riparius Cladotanytarsus atridorsus	Tipula sp. Polypedilum pullum Tanytarsus ejiuncidus Dasyhelea sp.1	Cricotopus sylvestris Psectrocladius barbimarus	Anisops sardea Potamonectes cerisyi Agabus sp. Helochares lividus
ESTANQUE II	Cleon dipterus Helicorisa venicoulata Procladius sagittalis	Culiseta longiareolata	Helochares lividus Chironomus riparius Polypedilum laetum Cladotanytarsus atridorsus Tanytarsus sp.2 Dasyhelea sp.1	Cricotopus sylvestris Cricotopus sp.2 Psectrocladius barbimarus Tanytarsus ejiuncidus	Caenis luctuosa Tipula sp. Ochthebius meridionalis
ESTANQUE III	Cleon dipterus Procladius sagittalis	Culiseta longiareolata	Caenis luctuosa Orithetra cancellatum Halipus lineatocollis Cricotopus sp.2 Psectrocladius barbimarus Chironomus riparius Polypedilum laetum Tanytarsus sp.2	Anisops sardea Cladotanytarsus atridorsus	Helicorisa venicoulata Psectrocladius liabellus Tanytarsus ejiuncidus Dasyhelea sp.1
ESTANQUE IV	Cleon dipterus Culiseta longiareolata Procladius sagittalis	_____	Caenis luctuosa Orithetra cancellatum Hydrolyphus pusillus Psectrocladius liabellus Chironomus riparius Polypedilum laetum Cladotanytarsus atridorsus Tanytarsus sp.2	Crocotheis erythraea Dasyhelea sp.1	Helicorisa venicoulata Anisops debilis perplexa Microvelia pygmaea Halipus lineatocollis Culex pipiens pipiens Cricotopus sp.2
ESTANQUE V	Culiseta longiareolata Procladius sagittalis Tanytarsus sp.2	Cleon dipterus	Caenis luctuosa Crocotheis erythraea Anisops debilis perplexa Hydrolyphus pusillus Cricotopus sp.2 Psectrocladius barbimarus Chironomus riparius Polypedilum laetum Cladotanytarsus atridorsus	Helochares lividus Tanytarsus ejiuncidus Dasyhelea sp.1	Helicorisa venicoulata Microvelia pygmaea Ephydra sp.

ESTANQUE VI	<p>Sigara lateralis Culiseta longiareolata Procladius sagittalis</p>	Closon dipterum	<p>Hydroglyphus pusillus Psectrocladius barbimarus Polypedilum laetum Cladotanytarsus atridorsus Tanytarsus ejunctionis Tanytarsus sp.2</p>	<p>Helicorisa versiculata Cricotopus sylvestris Chironomus riparius</p>	<p>Anisops debilis perpleza Culex pipiens pipiens Dasyhelea sp.1 Dasyhelea sp.2</p>
ESTANQUE VII	<p>Closon dipterum Helicorisa versiculata Culiseta longiareolata Procladius sagittalis</p>	_____	<p>Psectrocladius barbimarus Chironomus riparius Polypedilum laetum Tanytarsus sp.2</p>	<p>Orthezia cancellata Anisops sarda Hydroglyphus pusillus Cladotanytarsus atridorsus Tanytarsus ejunctionis Dasyhelea sp.1 Dasyhelea sp.2</p>	<p>Sigara lateralis Culex pipiens pipiens Cricotopus sylvestris</p>
ESTANQUE VIII	<p>Culiseta longiareolata</p>	_____	<p>Closon dipterum Polypedilum laetum Tanytarsus sp.2</p>	<p>Helicorisa versiculata Anisops debilis perpleza Dasyhelea sp.2</p>	<p>Psectrocladius barbimarus Chironomus riparius Dasyhelea sp.1</p>
ESTANQUE IX	<p>Culiseta longiareolata Procladius sagittalis</p>	Closon dipterum	<p>Helicorisa versiculata Hydroglyphus pusillus Psectrocladius barbimarus Polypedilum laetum</p>	<p>Caenis luctuosa Dasyhelea sp.1</p>	<p>Anisops debilis perpleza Microvelia pygmaea Helochares lividus Ochthebius meridionalis</p>
			<p>Cladotanytarsus atridorsus Tanytarsus ejunctionis Tanytarsus sp.2</p>		<p>Cricotopus sylvestris Chironomid sp.1 Chironomus riparius Dasyhelea sp.2 Ephydra sp.</p>



10%. Es el caso de *Culiseta longiareolata* en los estanques II y III, donde a pesar de desarrollar varias generaciones al año, no consiguen dejar gran número de descendientes, probablemente debido al efecto inhibitor de la vegetación en el desarrollo larvario de sus poblaciones.

Dentro de los grupos de especies acompañantes y accesorias, aparecen aquellas poblaciones que desarrollan su ciclo de vida en los estanques, incluso más de una generación, pero durante un corto espacio de tiempo. El gran número de especies de este tipo en dichos ambientes, es un índice de la alta tasa de sustitución de especies durante las primeras etapas de la colonización en medios recién creados.

Su periodo de permanencia en los estanques está determinado fundamentalmente por:

- El momento en que estas especies los colonizan, en función de la disponibilidad de alimento en el medio y del periodo de vuelo de los adultos.

- La llegada de especies competidoras.

- Su aniquilamiento por especies depredadoras.

En la categoría de esporádicas se encuentran aquellas especies que, generalmente, aparecen en muy bajo número y en una o dos muestras como máximo. La mayoría son Coleópteros y Heterópteros que se han registrado única y aisladamente en los estanques, en forma de adultos, utilizando estos cuerpos de agua como medios transitorios de alimentación, en sus desplazamientos. Este, también es el caso de los adultos de *Ephydra* sp. en los estanques V y IX.

El resto de especies de este grupo son Dípteros, que aunque ovopositan en los estanques (hay registro de larvas), no llegan a completar su ciclo de vida.

Por último, se presentan algunos casos que quedan fuera de esta clasificación general. Se trata de especies con una frecuencia relativamente baja (<50%) y un dominancia superior al 10%. Son los casos de *Cricotopus sylvestris* (estanque III), *Tanytarsus ejuncidus* (estanque IV), *Procladius sagittalis* y *Cladotanytarsus mancus* (estanque VIII), poblaciones que llegan a ser dominantes pero sólo en determinados momentos del periodo de estudio.

### 5.3.3. DIVERSIDAD Y EQUITABILIDAD.

Se ha estudiado el nivel de complejidad y organización de la taxocenosis de insectos acuáticos de cada uno de los estanques mediante índices de diversidad, dado que éstos muestran cómo las comunidades se estructuran en función del número de especies que las componen y las abundancias relativas de las mismas (MARGALEF, 1977).

En la tabla 5.5 se representa, junto al número de especies y número total de individuos de cada estanque, sus valores de diversidad, diversidad máxima y equitabilidad.

El estanque II, con 17 especies (muy pocas accesorias y esporádicas) y el número de individuos más bajo de los registrados (excluido el estanque X), presenta los valores de diversidad y equitabilidad más altos ( $H=2.69$  y  $E=0.65$ ). En cambio, el estanque IX, con la máxima riqueza específica, pero con un elevado número de especies esporádicas, presenta los valores mínimos de diversidad y equitabilidad ( $H=1.69$  y  $E=0.38$ ).

Estanque	N. especies	N. tot. indiv.	Diversidad	Div. máxima	Equitabilidad
I	15	57555	2.1929	3.9069	0.5613
II	17	23608	2.6920	4.0870	0.6580
III	18	31397	2.6414	4.1699	0.6334
IV	20	50426	2.5658	4.3219	0.5937
V	19	95351	2.4070	4.2479	0.5666
VI	19	34426	2.4293	4.2479	0.5419
VII	18	49643	2.3268	4.1699	0.5580
VIII	12	55609	2.2734	3.5850	0.6341
IX	21	68044	1.6931	4.3923	0.3855
X	1	653	0	0	0

Tabla 5.5: Número de especies, número total de individuos y valores de diversidad, diversidad máxima y equitabilidad de la taxocenosis de insectos acuáticos de cada uno de los estanques estudiados.





El estanque V es el que soporta un mayor número de individuos, aunque no de especies, presentando valores de diversidad y equitabilidad semejantes al resto de estanques ( $H=2.40$  y  $E=0.56$ ).

En general, los valores de diversidad en los medios estudiados se pueden considerar relativamente bajos, reflejo de la inmadurez de estos sistemas.

#### 5.6. VARIACION TEMPORAL DE LA ESTRUCTURA DE LAS COMUNIDADES DE INSECTOS ACUATICOS DE LOS ESTANQUES.

Del mismo modo que la importancia relativa de las especies varía entre los estanques, sus esquemas de abundancia cambian también con el tiempo.

En cualquier caso, una especie sólo se presentará donde y cuando existan las condiciones y los recursos apropiados, y sus competidores y depredadores no la eliminen.

Muchos organismos de vida corta, como la mayoría de las especies de insectos acuáticos registradas en los estanques, tienen una importancia relativa en la comunidad, que varía con la época del año, debido a que los individuos realizan su ciclo de vida de acuerdo con los cambios estacionales (BEGON et al., 1988).

Por ello, para poder interpretar los cambios temporales en la estructura de la comunidad se ha analizado, en primer lugar, la variación temporal de cada una de las poblaciones componentes, determinando algunas características de su historia de vida, como el momento en que colonizan los estanques, su reproducción (periodo de puesta, duración del desarrollo larvario, época de emergencia de los adultos,

voltinismo) y el tiempo de permanencia en ellos, que van a permitir distinguir los diferentes tipos de estrategias de vida de las especies.

Seguidamente, se analiza la secuencia de colonización de las especies de insectos acuáticos en cada uno de los estanques y los cambios en el tiempo de las abundancias relativas de los diferentes componentes de la comunidad y de los índices de diversidad y equitabilidad.

#### 5.6.1. VARIACION TEMPORAL DE LAS POBLACIONES

##### *EPHEMEROPTERA*

##### *. Cloeon dipterum:*

Coloniza y se reproduce en todos los estanques (excepto el X), lo que demuestra su gran plasticidad ecológica.

La variación temporal de sus poblaciones en los estanques se puede observar en la figura 5.3, donde se representa el número de individuos en escala logarítmica, para cada una de las fases de desarrollo (larvas, ninfas y adultos), así como, el número de exuvias ninfales, frente a los días transcurridos desde el llenado de los estanques.

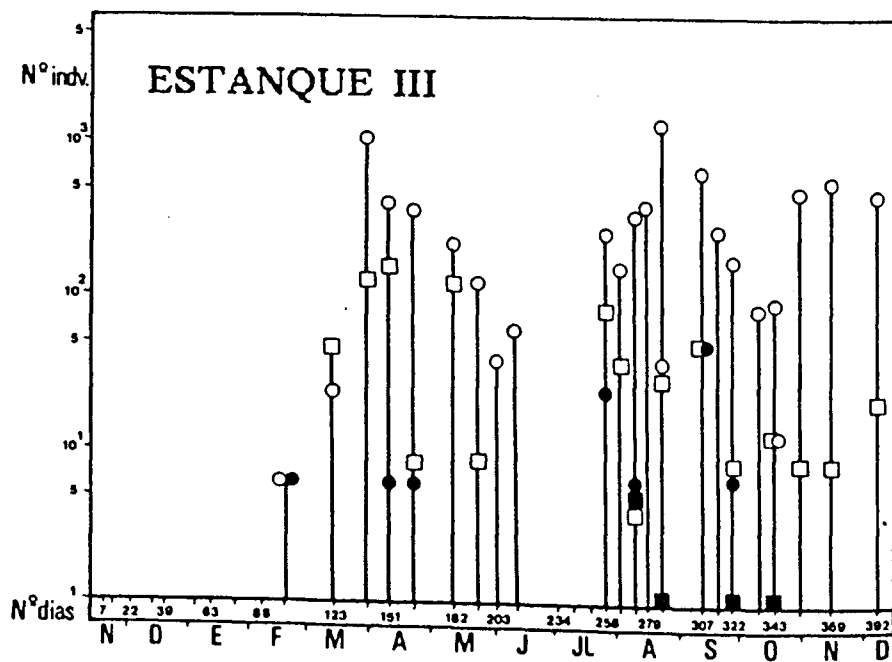
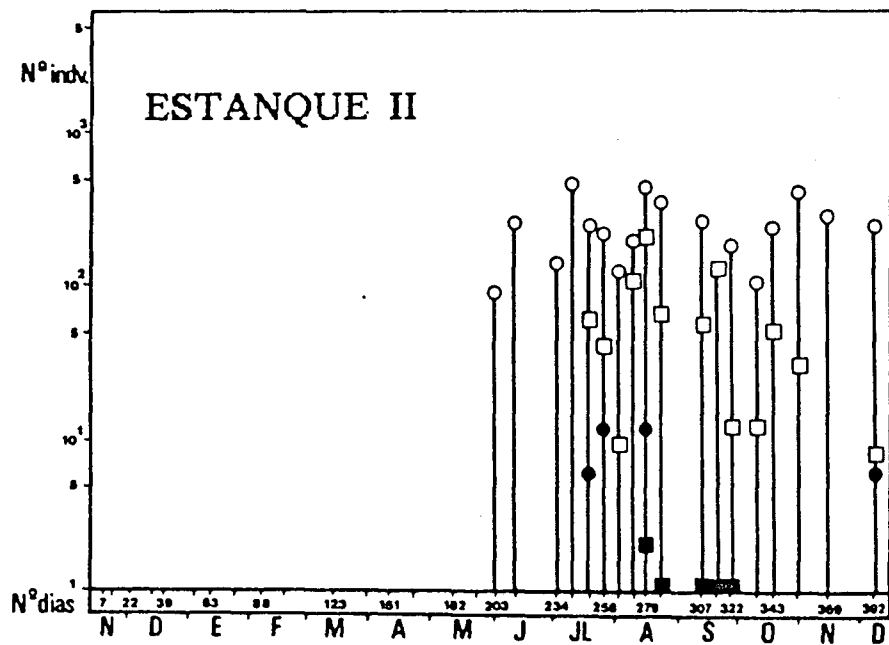
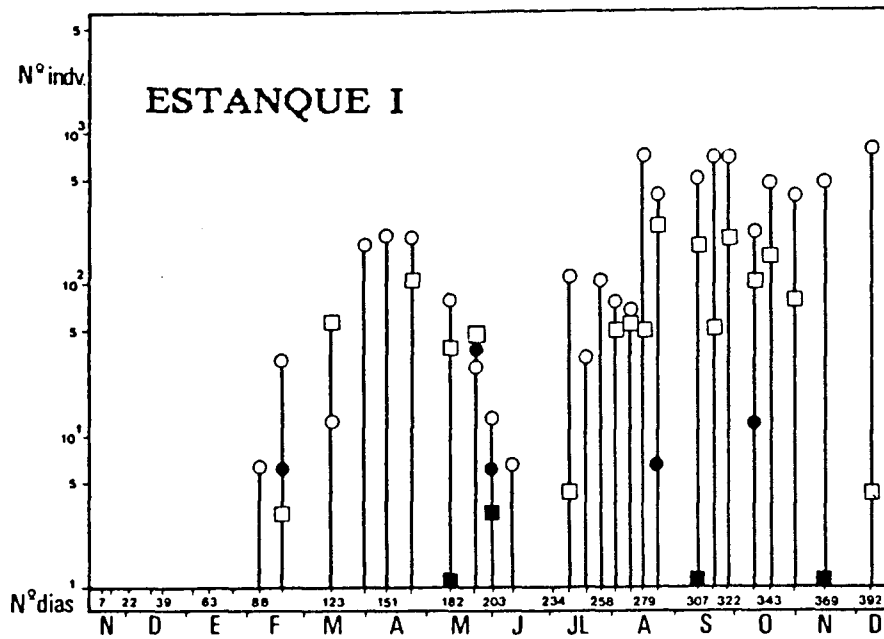
El número de exuvias puede dar idea de la magnitud de la emergencia de los imagos de una fecha a otra, ya que los adultos al ser aéreos se dispersan muy rápidamente de los lugares de origen.

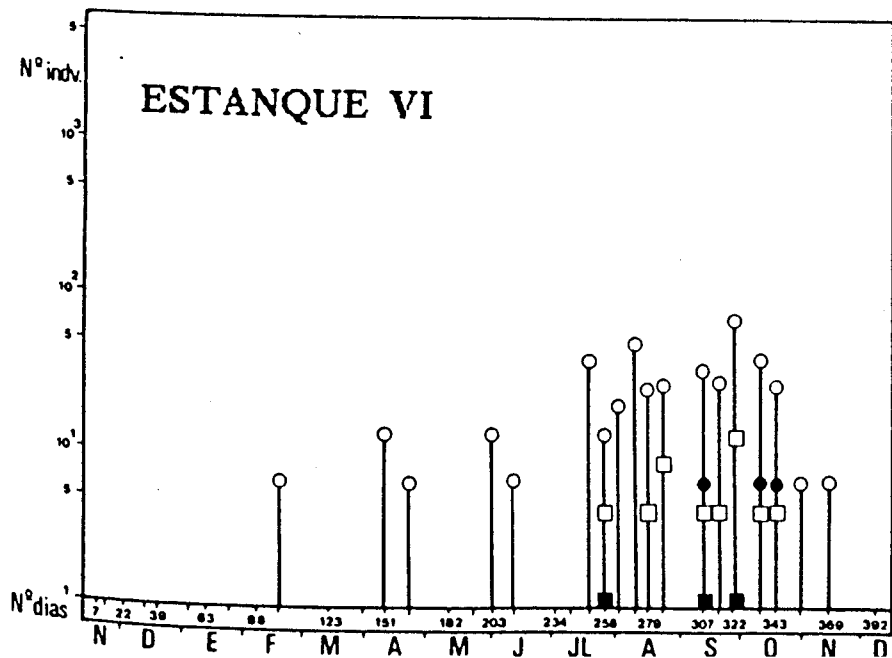
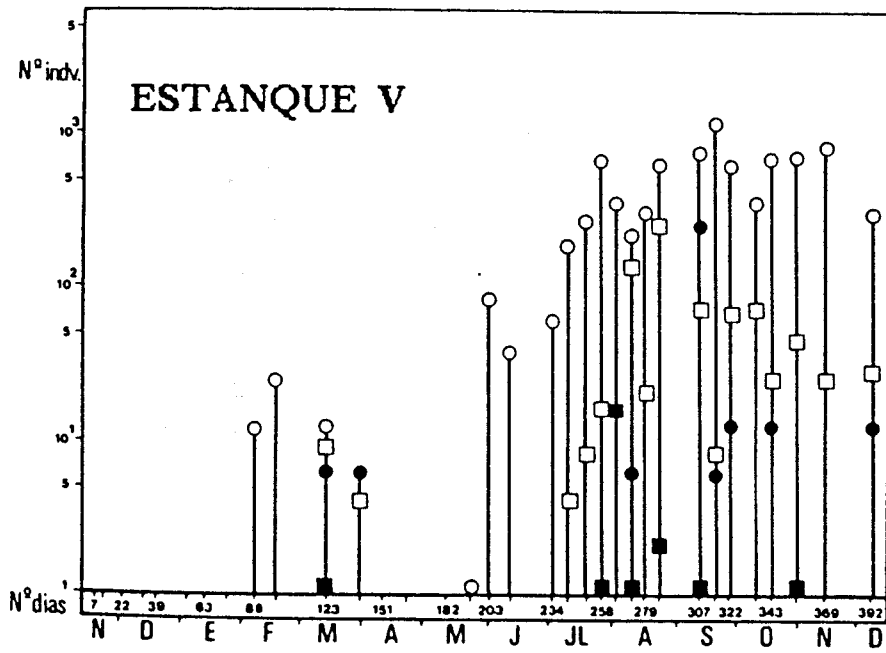
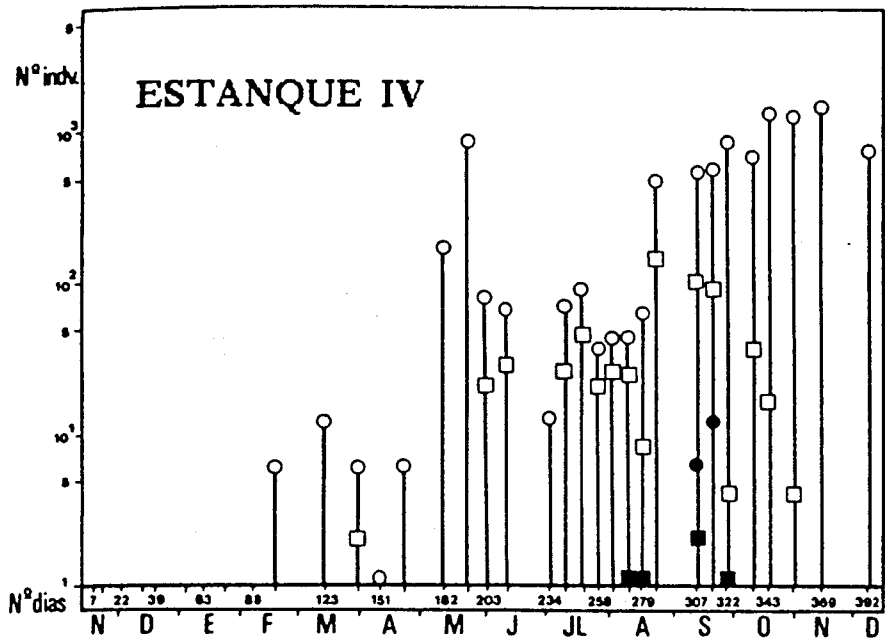
Como se muestra en la figura 5.3, aparecen larvas por primera vez a principios de Febrero, en los estanques I, y V,

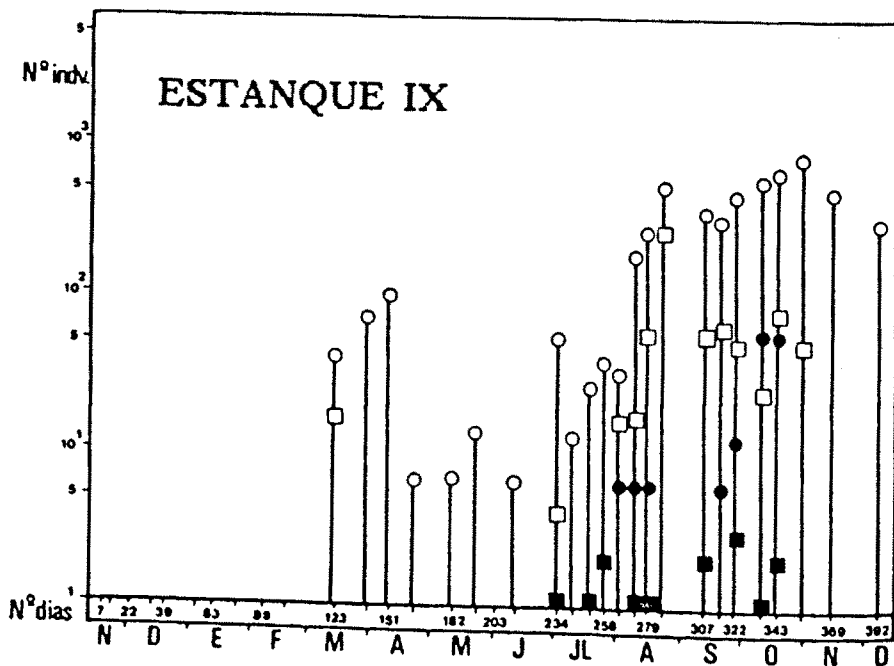
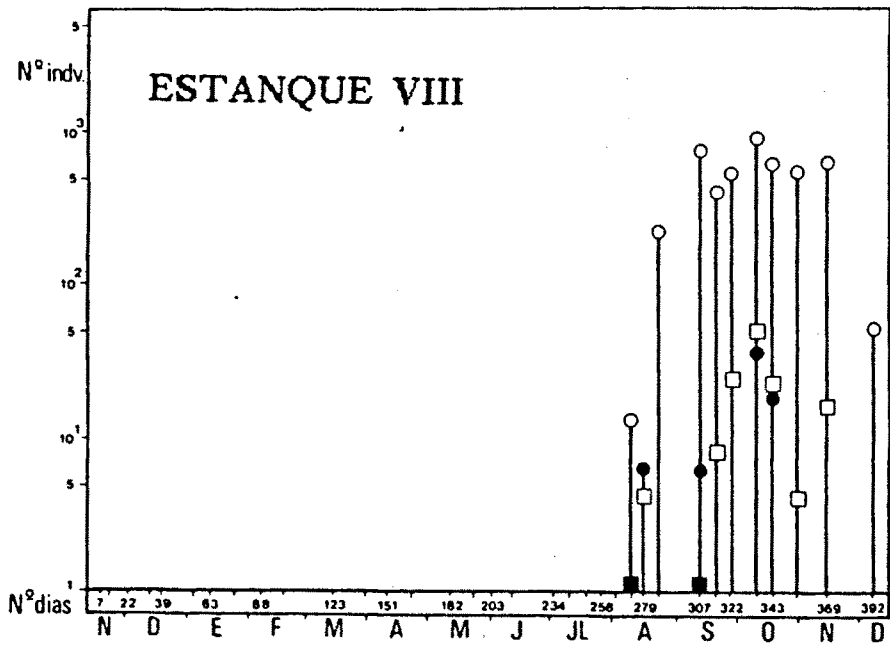
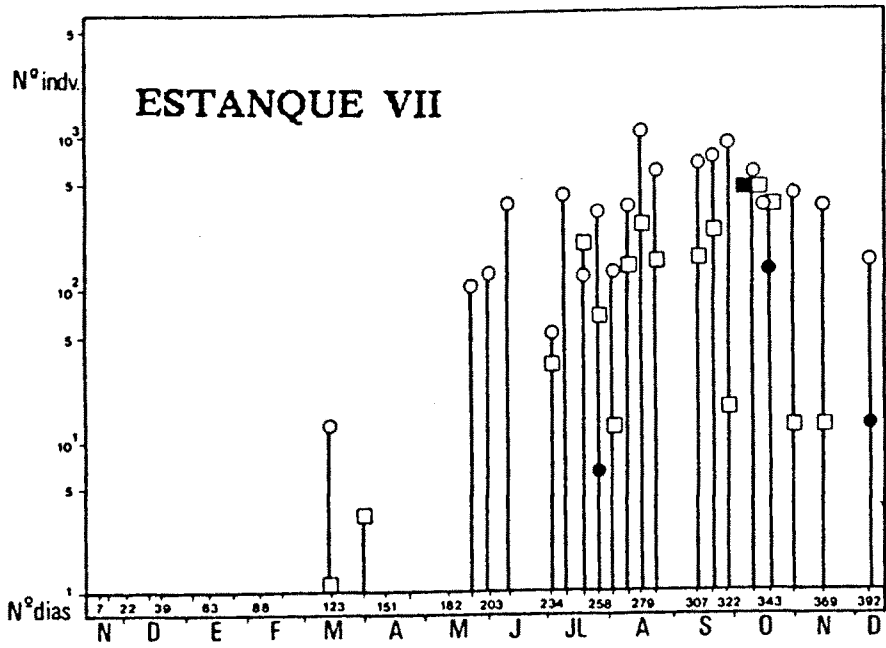
Figura 5.3: Variación temporal de las poblaciones de Cloeon dipterum durante el periodo de estudio.

- Larvas.
- Ninfas.
- Exuvias ninfales.
- Adultos.

# *Cloeon dipterum*







aproximadamente a los 3 meses de su llenado; pocos días después, se detectan en el III, IV y VI, y por último, son colonizados los estanques VII y IX, a mediados de Marzo, el estanque II a finales de Mayo y el VIII, a principios de Agosto, 6 días después de su nuevo llenado.

Las primeras exuvias se detectan en el estanque I, 11 días más tarde, lo que indica que esta especie puede completar su ciclo de vida entre 10 y 15 días, en condiciones favorables.

Tras esta primera generación, donde los adultos terminan de emerger a mediados de Mayo, se producen generaciones sucesivas a lo largo del año, alcanzando sus máximas densidades de población desde mediados de Agosto hasta finales de año. Es durante los meses de Agosto, Septiembre y Octubre cuando al parecer se produce un solapamiento de generaciones.

Los adultos de la última generación emergen entre finales de Noviembre y mediados de Diciembre. Se observa en estas últimas generaciones de otoño e invierno, que las tasas de desarrollo de las larvas son más bajas debido a la disminución de la temperatura. Aunque no se han realizado medidas corporales, se ha observado también, al igual que otros autores (CIANCIARA, 1979a, b), que las larvas y adultos de estas generaciones son de mayor tamaño que las de las generaciones de verano.

La dinámica seguida por esta especie en los demás estanques es similar, dependiendo el número de generaciones realizadas en ellos del momento en que han sido colonizados y de la idoneidad del medio.



En el estanque VI, es donde se observan las densidades de población más bajas. La escasez de sedimentos y detritos pueden ser la causa de su baja abundancia en este estanque.

Esta especie, en los estanques estudiados, es polivoltina, llegando a tener unas 6 generaciones dentro del periodo de estudio, si las condiciones del medio le son favorables. Mantiene su población a lo largo de todo el año y como consecuencia, los adultos emergen durante todo el año.

. *Caenis luctuosa*:

Coloniza y se reproduce sólo en los estanques II, III, IV, V y IX. La variación temporal de sus poblaciones en dichos estanques aparece representada en la figura 5.4.

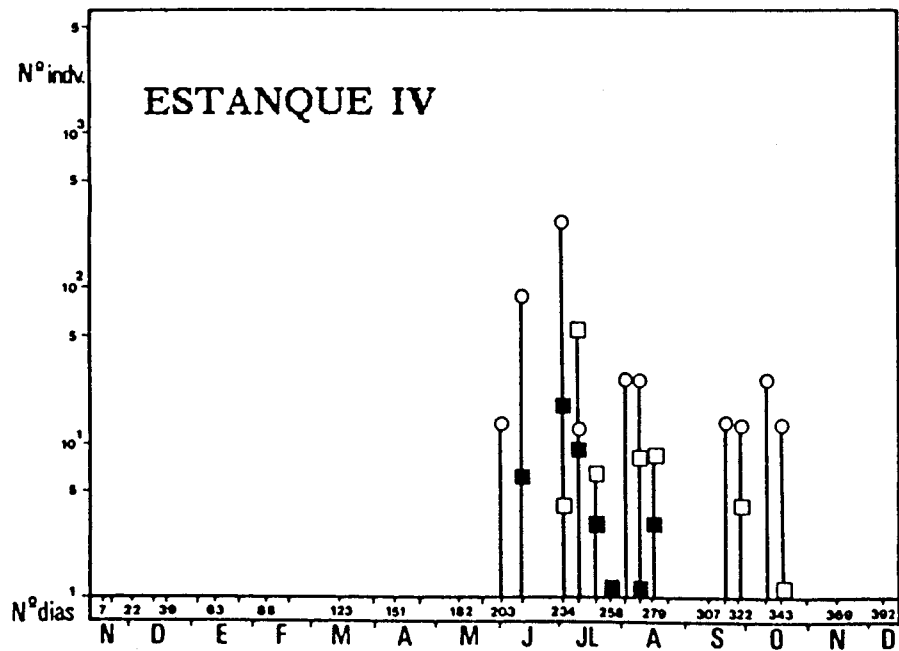
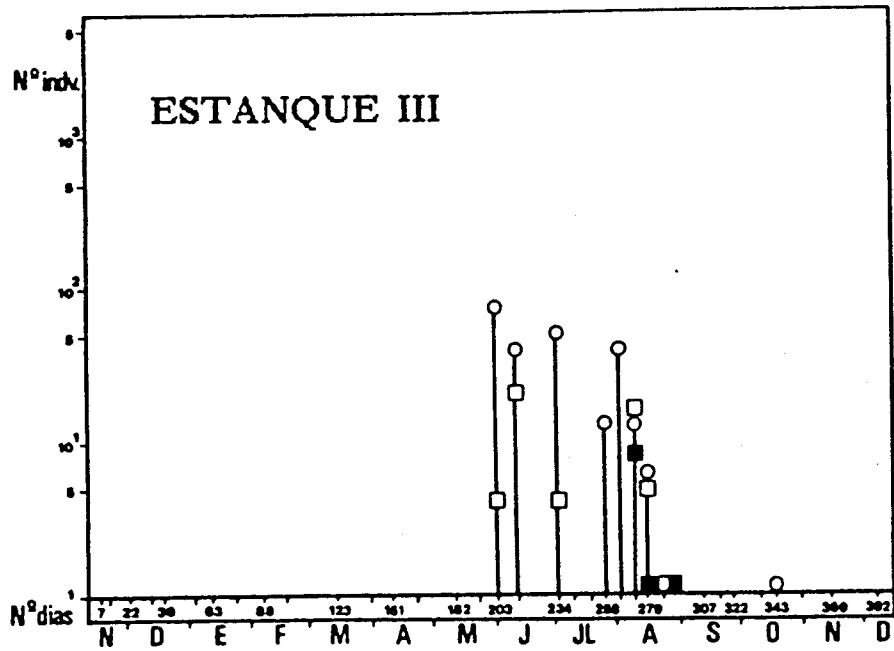
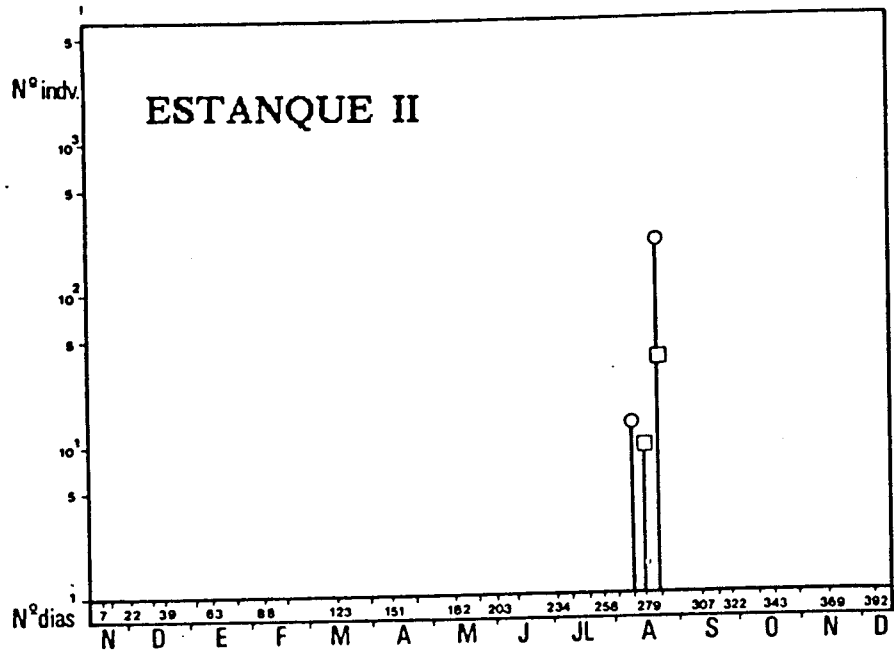
Las larvas se detectan por primera vez en los estanques III, IV y V, a principios de Junio, mientras que en el II lo hacen en Agosto, y en el IX casi a mediados de Septiembre. Dependiendo del momento en que coloniza los estanques, puede desarrollar hasta 3 generaciones (estanques IV y V), dos en verano y una a principios de otoño; 2 generaciones de verano (estanques II y III) o una solamente (estanque IX), de finales de verano a principios de otoño. Las larvas pueden llegar a completar su desarrollo en 10-15 días.

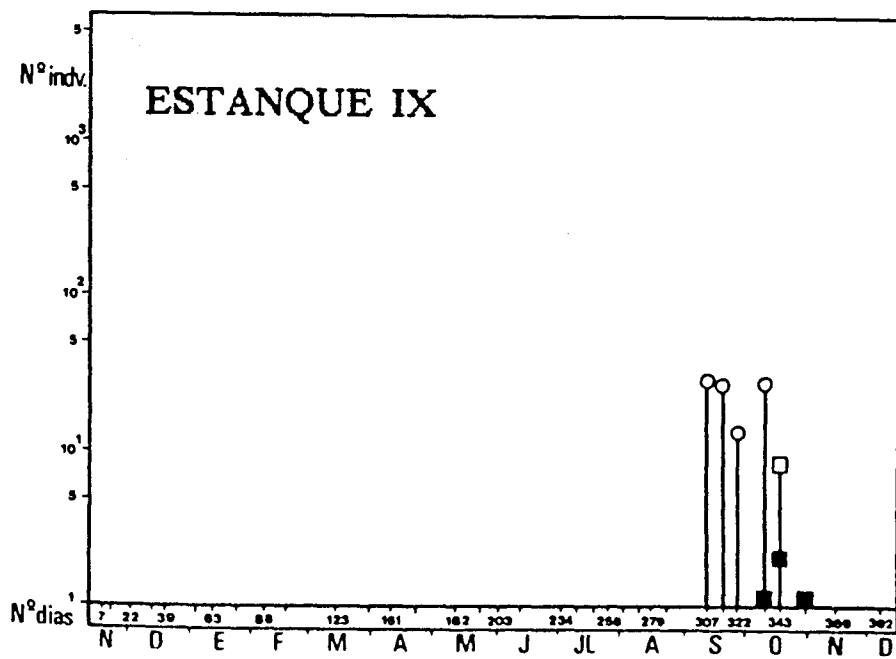
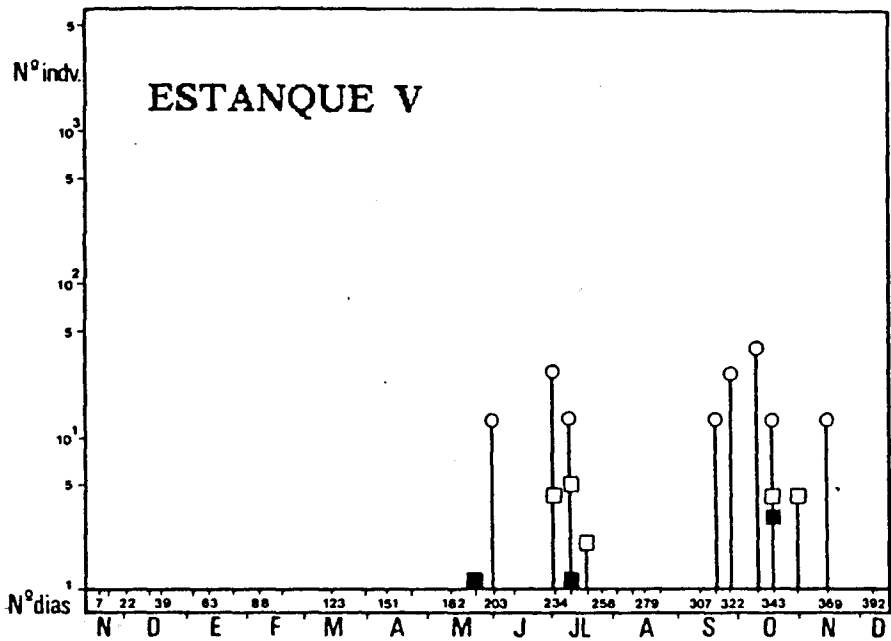
Probablemente, los individuos que colonizan más tardíamente los estanques II y IX son adultos emergidos de los estanques previamente colonizados. Las últimas larvas se han observado en el estanque V a mediados de Noviembre.

Esta especie presenta menores densidades de población que la anterior. Dos causas principales explican la menor distribución y abundancia de *C. luctuosa* con respecto

Figura 5.4: Variación temporal de las poblaciones de Caenis luctuosa durante el periodo de estudio.

- Larvas.
- Ninfas.
- Exuvias ninfales.
- Adultos.







a *C. dipterum*, en los estanques, a pesar de ocupar nichos ecológicos similares:

1) El hecho de poseer adultos con una vida muy corta (como máximo 1 día; GRANDI, 1960) limita su capacidad de dispersión y colonización.

2) La propia existencia de *C. dipterum* como especie dominante.

#### ODONATA

##### . *Orthetrum cancellatum*:

Coloniza los estanques III, IV y VII a mediados de Agosto, cuando las comunidades de los estanques son lo suficientemente ricas para abastecer los requerimientos nutritivos de las larvas. La variación temporal de sus poblaciones en los dos primeros estanques aparece representada en la figura 5.5.

En el estanque VII sólo se ha observado una larva y una exuvia larvaria, que indica su reproducción en este medio, aunque sin éxito.

En cambio, en los estanques III y IV parece desarrollar dos generaciones anuales, una en verano, emergiendo los adultos a finales de Septiembre, y la segunda generación, más larga, donde las larvas pasan todo el invierno y los adultos emergen, probablemente, en primavera.

Las larvas, en la primera generación de verano, tardan en desarrollarse aproximadamente de 30 a 45 días.

Sólo se ha observado emerger, en cada uno de los estanques, un adulto de la generación de verano . Esta baja aparición, parece ser debida a la carencia en estos medios de vegetación emergente, lo que les dificulta salir fuera del agua, donde se produce la metamorfosis y eclosión del adulto.

. *Crocothemis erythraea*:

En ninguno de los estanques donde se ha detectado la presencia de larvas (estanques IV y V), llega a desarrollar su ciclo de vida completo, ya que no hay emergencia de adultos, tal vez debido a la ausencia de soportes vegetales o minerales para su salida del agua en el momento de la eclosión de los adultos.

En el estanque IV se ha observado sólo una larva, a mediados de Agosto y dos exuvias, a finales de Septiembre y mediados de Noviembre. La bajísima densidad de población de esta especie, probablemente haya impedido la detección de larvas durante estos intervalos de tiempo.

Su desarrollo parece estar limitado, en este estanque, por la presencia de una especie competidora, como es *Orthetrum cancellatum*, que sí desarrolla su ciclo de vida.

Por el contrario, en el estanque V, que no es colonizado por *O. cancellatum*, comienzan a observarse larvas desde mediados de Agosto, alcanzando su mayor densidad a mitad de Septiembre, disminuyendo con posterioridad, hasta desaparecer completamente a finales de Octubre. La variación temporal de la población de larvas se observa en la figura 5.6.

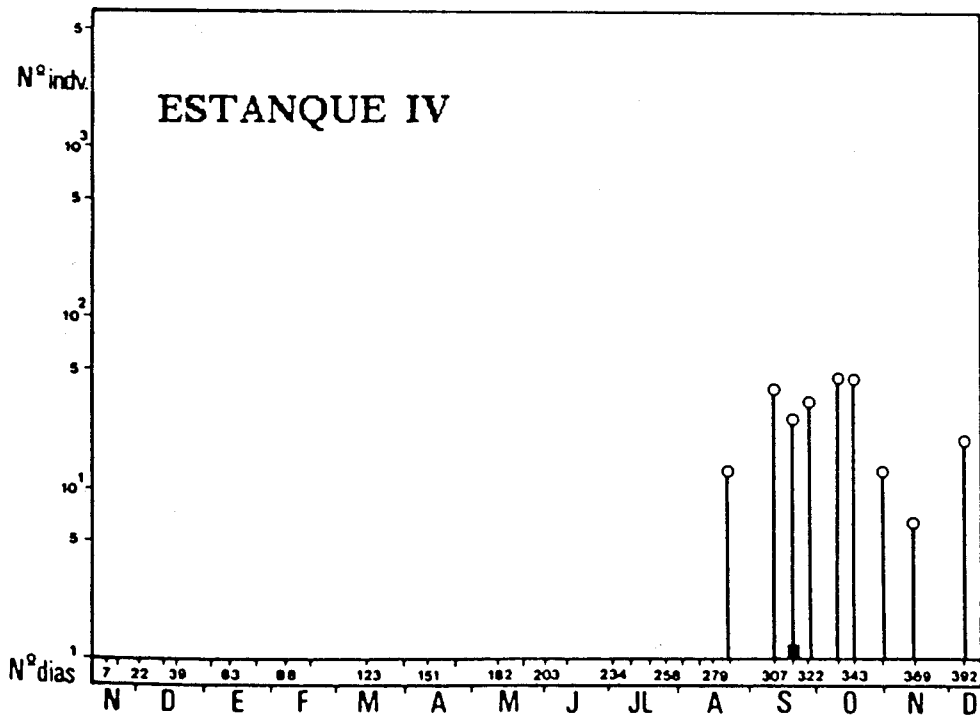
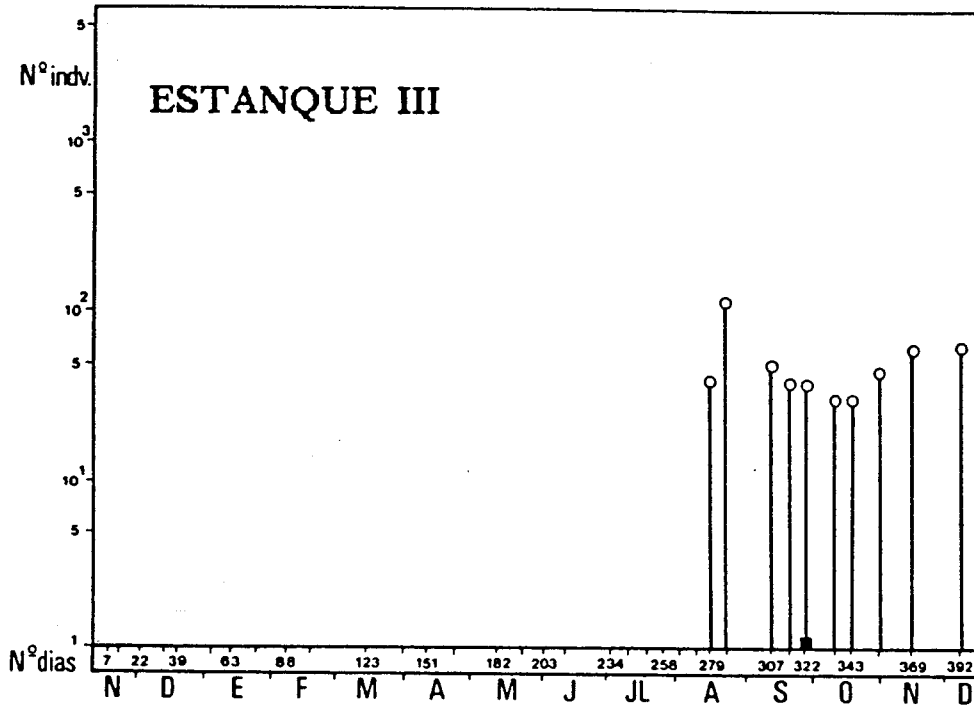
Figura 5.5: Variación temporal de las poblaciones de Orthetrum cancellatum durante el periodo de estudio.

- Larvas.
- Ninfas.
- Exuvias ninfales.
- Adultos.





*Orthethrum cancellatum*





## *Crocothemis erythraea*

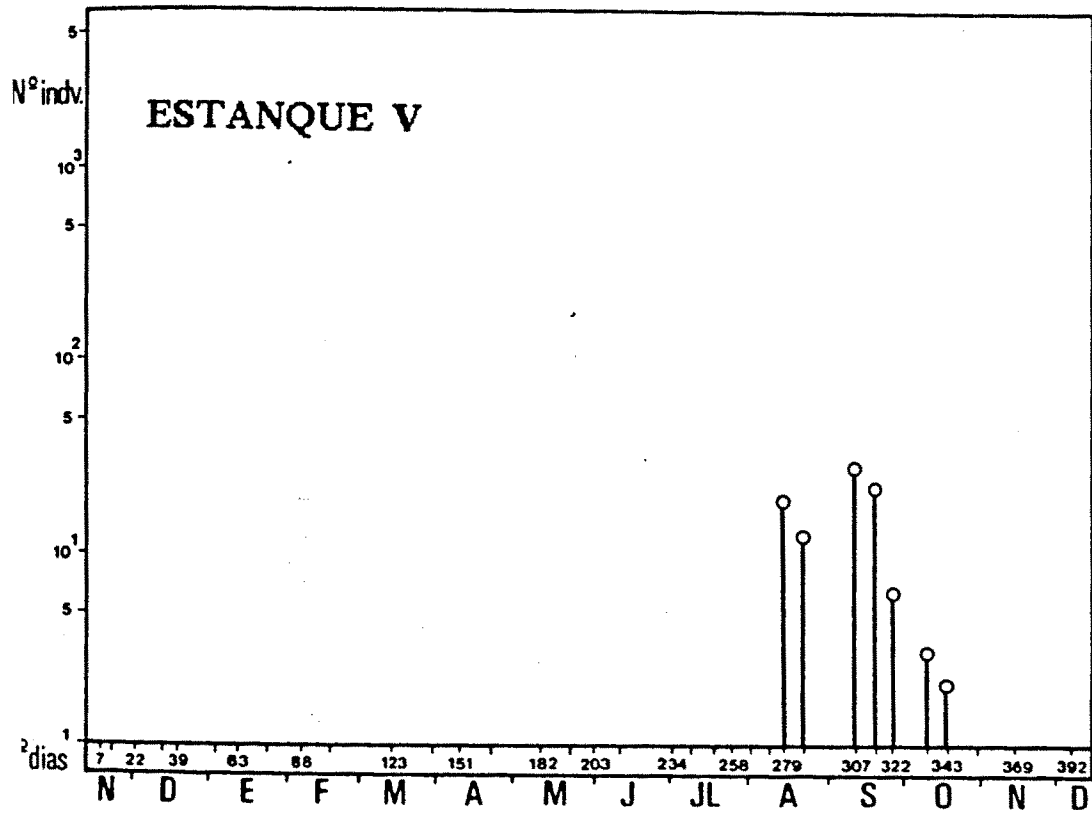


Figura 5.6: Variación temporal de las poblaciones de Crocothemis erythraea durante el periodo de estudio.

- ) Larvas.
- ◐ Ninfas.
- ] Exuvias ninfales.
- █ Adultos.



El periodo de vuelo y ovoposición de los adultos parece ser el mismo que el de *O. cancellatum*, por lo que probablemente podrían tener dos generaciones al año en condiciones favorables.

#### *HETEROPTERA*

##### *. Heliocorisa vermiculata:*

Desarrolla su ciclo de vida en los estanques II, VII y IX, produciendo varias generaciones al año en los dos primeros, mientras que en el último desarrolla tan solo una y con muy poco éxito. La evolución temporal de las poblaciones en dichos estanques aparece representada en la figura 5.7.

El estanque IX es el primero en ser colonizado, detectándose la presencia de larvas a finales de Abril. Tras varios intentos de colonización de hembras, la especie no llega a establecerse con éxito, apareciendo un bajo número de larvas que terminan su desarrollo a finales de Julio.

VELASCO et al. (en prensa), en un estudio más detallado sobre la dinámica poblacional de esta especie en los mismos estanques, encuentra que sólo llegan a completar el ciclo de vida, en el estanque IX, unos pocos individuos con músculos del vuelo desarrollados, como un adaptación frente a condiciones adversas del medio, lo que le permite migrar hacia otros hábitats más favorables. La ausencia de depredadores y/o competidores, permite pensar en la existencia de otros factores que limiten su asentamiento en este estanque.

En cambio, en los estanques II y VII, que son colonizados más tarde (mediados de Mayo y Junio, respectivamente), la especie llega a desarrollar al menos 4

generaciones al año, produciéndose un solapamiento debido a la ovoposición de hembras de la primera generación, por lo que se puede decir que la reproducción es asincrónica después de la segunda generación (desde Agosto/Septiembre en el estanque II y desde Julio/Agosto en el estanque VII), hasta otoño.

Tras el estudio de la musculatura del vuelo y de la madurez sexual de los adultos emergidos de estas generaciones, VELASCO et al. (en prensa) piensan que se trata de una especie polimórfica con respecto a la musculatura del vuelo, desarrollando en sus primeras generaciones de primavera y verano formas no voladoras, que aprovechan esa energía para la madurez sexual y la reproducción, dando lugar a varias generaciones en muy corto espacio de tiempo. En las generaciones de finales de verano y otoño, cuando se alcanzan las mayores densidades de población y hay una sobreexplotación del medio, emergen adultos con músculos del vuelo desarrollados, capaces de migrar y explotar otros medios.

La temperatura, el fotoperiodo, la calidad y disponibilidad de alimento y la densidad de conoespecíficos, parecen ser los principales factores implicados en el polimorfismo respecto al vuelo en insectos (HARRISON, 1980).

Las larvas y adultos no voladores, que permanecen en los estanques durante el invierno, se desarrollan más lentamente en consonancia con las bajas temperaturas, y seguramente, hasta la primavera siguiente, no terminan su desarrollo y alcanzan la madurez sexual.

En el estanque VIII se ha detectado la presencia de unas pocas larvas, desde el 9 al 16 de Agosto, que desaparecen

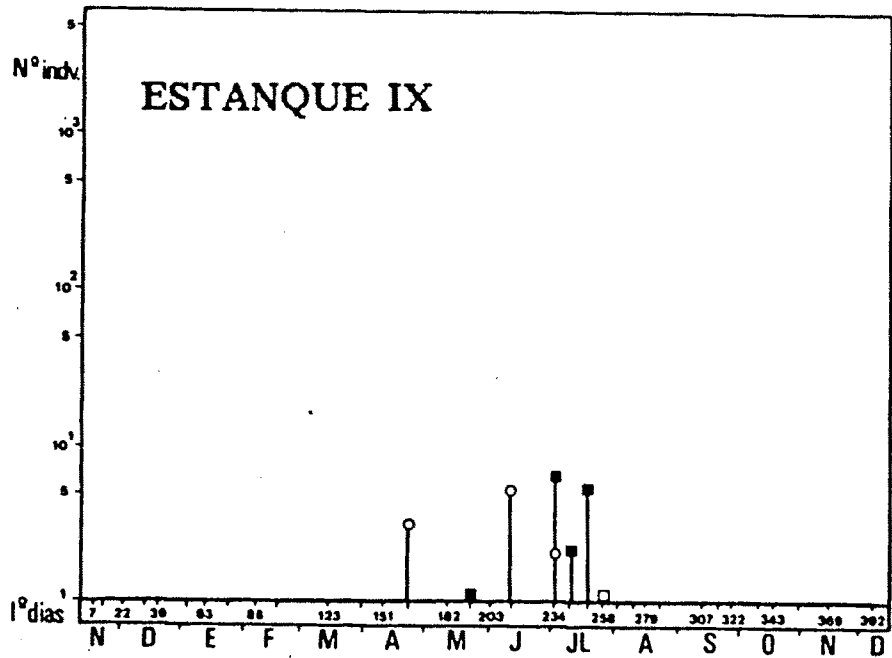
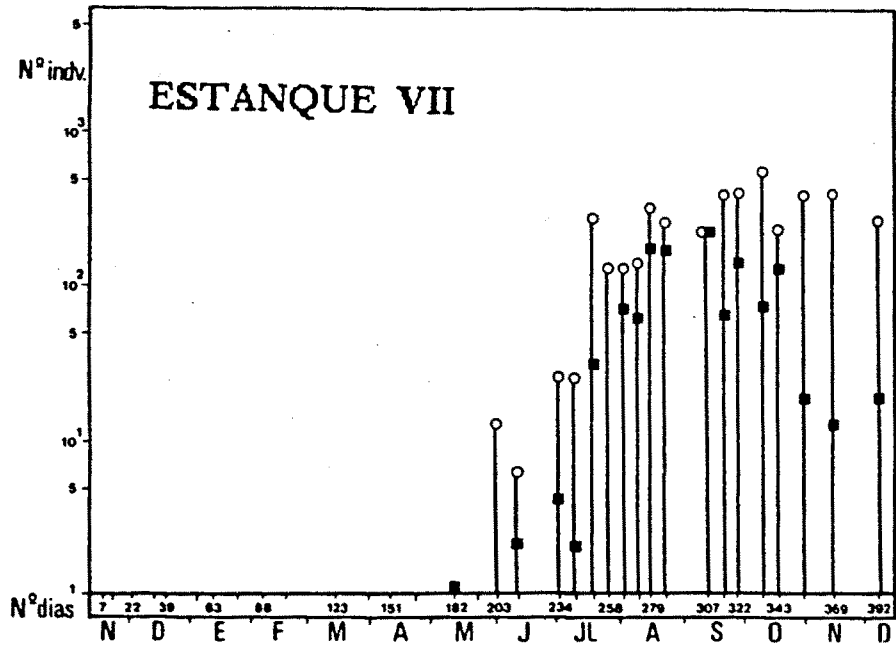
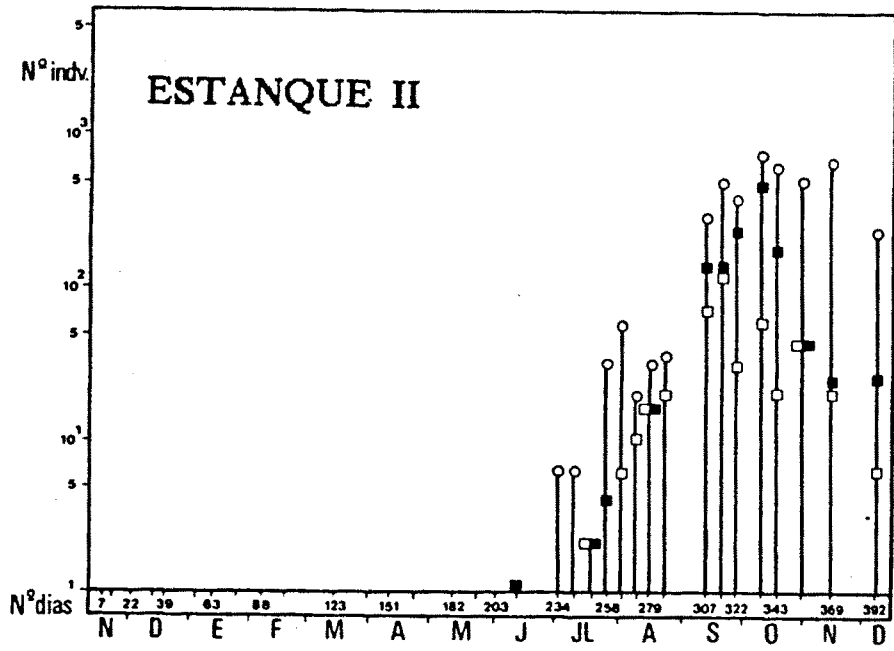
Figura 5.7: Variación temporal de las poblaciones de Heliocorisa vermiculata durante el periodo de estudio.

- Larvas.
- Ninfas.
- Exuvias ninfales.
- Adultos.





# *Heliocorisa vermiculata*





hasta el 11 de Octubre donde se vuelve a observar una sola larva, junto con un adulto muerto en la superficie del agua.

Esto parece indicar que hubo ovoposición en este estanque, al menos en dos ocasiones, una a principios de Agosto y otra a primeros de Octubre, pero la eclosión y posterior desarrollo de las larvas han quedado interrumpidas. La pobre comunidad establecida en el estanque, tras su segundo llenado, parece limitar los requerimientos nutritivos de sus larvas. La depredación de los huevos y primeros estadios larvarios de esta especie puede ser otra de las causas.

Además, *H. vermiculata*, aparece esporádicamente en forma de adulto en los estanque III, IV, V y VI, en una o dos ocasiones durante los meses de verano. Su corta estancia en los estanques y el hecho de que no lleguen a asentarse en ellos parece estar relacionado con la presencia de especies depredadoras y/o competidoras, como *Orthethrum cancellatum* en el estanque III, *Hydroglyphus pusillus* en los estanques IV y V, y *Sigara lateralis* en el estanque VI, más que a las condiciones ambientales, ya que se trata de una especie eurioica y ubiquista (MILLAN et al., en prensa).

. *Sigara lateralis*:

Solamente desarrolla su ciclo de vida en el estanque VI, realizando varias generaciones en el periodo de estudio. La variación temporal de esta población aparece representada en la figura 5.8.

Durante Mayo y principios de Junio se observa la ovoposición de hembras migradoras, apareciendo las primeras larvas a finales de Mayo, las cuales, tras completar su desarrollo dan lugar a los imagos a comienzos de Julio.

Tras la primera generación se van sucediendo otras generaciones a lo largo del año, solapándose a partir de la segunda.

Es en los meses de verano y principios de otoño cuando se observan las máximas densidades de población. En Diciembre, sólo quedan larvas en el estanque, por lo que los adultos han debido migrar a otros medios para pasar el invierno.

Es una especie polimórfica con respecto al desarrollo de la musculatura del vuelo (YOUNG, 1965) al igual que *H. vermiculata*, por lo que aunque no se ha estudiado este aspecto en el estanque, parece seguir la misma dinámica que ésta.

En el estanque VII, se ha registrado sólo un adulto a mediados de Septiembre. La presencia de *H. vermiculata* en ese estanque probablemente impida su asentamiento.

. *Anisops debilis perplexa*:

Es la única de las dos especies de *Anisops* que se reproduce en estos medios, concretamente en el estanque V donde desarrolla una sola generación. La variación temporal de esta población aparece representada en la figura 5.9.

Coloniza el estanque a finales de Agosto, apareciendo las primeras larvas casi a mediados de Septiembre y los primeros imagos a partir de finales del mismo mes.

Es durante los últimos días de Noviembre, cuando terminan de salir todos los adultos de esta generación, que migran en busca de otros medios acuáticos para pasar el invierno.

## *Sigara lateralis*

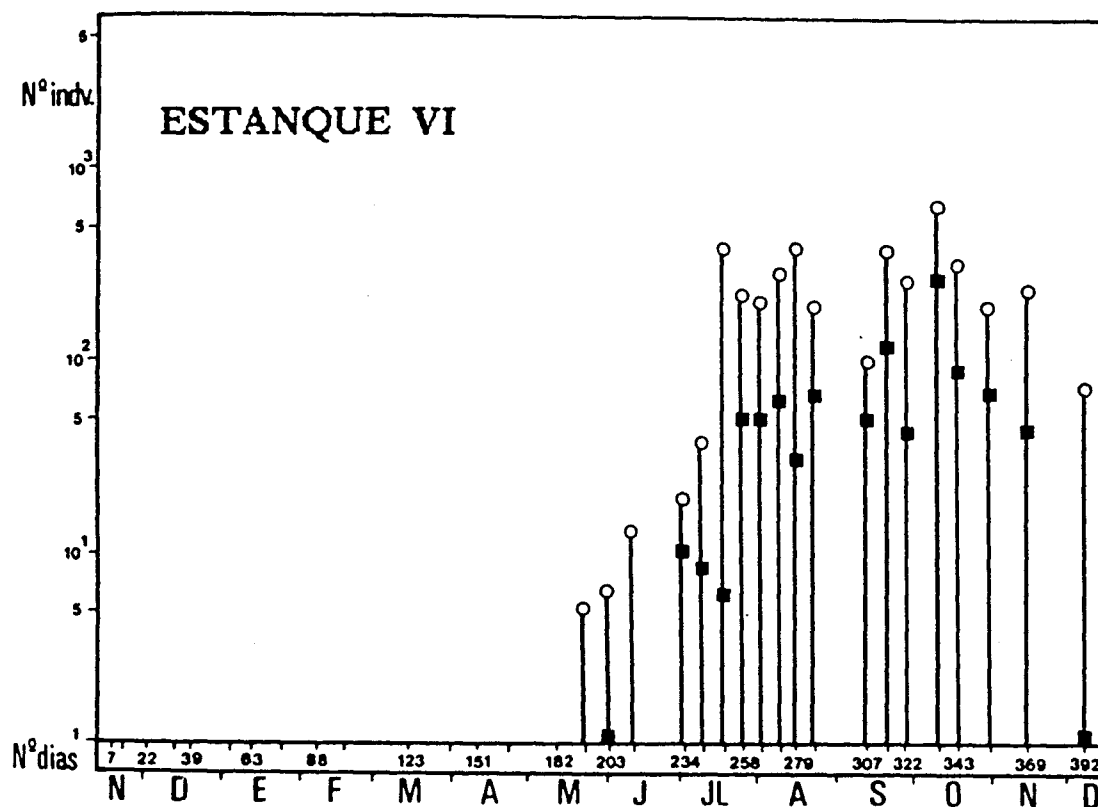


Figura 5.8: Variación temporal de la población de Sigara lateralis durante el periodo de estudio.

- Larvas.
- Ninfas.
- Exuvias ninfales.
- Adultos.



*Anisops debilis perplexa*

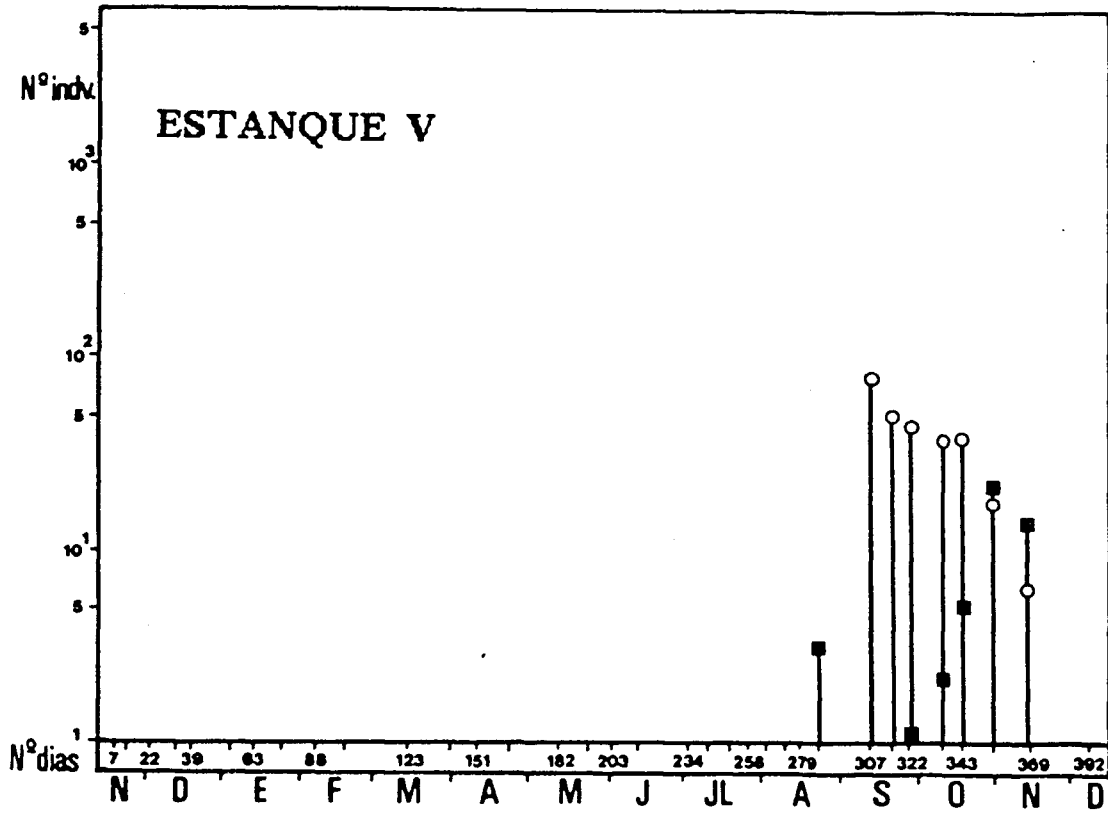


Figura 5.9: Variación temporal de la población de Anisops debilis perplexa durante el periodo de estudio.

- Larvas.
- Ninfas.
- Exuvias ninfales.
- Adultos.





También se ha localizado uno o dos adultos en los estanques IV, VI, VIII y IX, de manera ocasional, desde mediados de Agosto hasta principios de Octubre. Probablemente, los últimos individuos detectados sean resultantes de la generación desarrollada en el estanque V.

. *Anisops sardea*:

Esta especie no llega a desarrollar su ciclo de vida en ninguno de los estanques estudiados, pero aparece ocasionalmente en forma de adulto en los estanques I, III y VII, desde finales de Julio a finales de Octubre.

Se desconocen las causas que impiden su asentamiento en los estanques, dado que es una especie más común y de distribución más amplia que la anterior. Es probable que utilice estos medios artificiales como lugar de alimentación y transición hacia otros cuerpos de agua más favorables para ellos (NIESER & MONTES, 1984), en donde sí desarrollen su ciclo de vida.

. *Microvelia pygmaea*:

Se han registrado varios adultos de esta especie en los estanques IV, V y IX, en diferentes fechas (finales de Mayo, finales de Agosto y mediados y finales de Septiembre).

Todos los individuos encontrados son ápteros, sin capacidad de vuelo, por lo que su llegada a los estanques puede deberse al transporte por aves, o de insectos como Odonatos, gracias a su pequeño tamaño. Su distribución en los estanques tiene, por lo tanto, un gran componente aleatorio.

Esta especie se alimenta en la superficie del agua, capturando pequeños invertebrados.

La ausencia de vegetación emergente, donde se refugian y ponen sus huevos, ha impedido el desarrollo de la población.

#### COLEOPTERA

##### . *Haliphus lineatocollis*:

Sólo se ha encontrado una larva en el estanque IV, y varias en el III, por lo que no hay indicios de que hayan desarrollado su ciclo de vida completo en estos estanques.

En el estanque III, comienzan a aparecer larvas a mediados de Febrero y siguen observándose, aunque en muy bajo número, hasta finales de Agosto, como se puede ver en la figura 5.10.

A pesar de la existencia del macrófito *Chara vulgaris*, alimento exclusivo de las larvas de esta especie, no llegan a completar su ciclo de vida, al no observarse ningún adulto. Probablemente, la dificultad para desarrollar la etapa de ninfosis (terrestre) sea la causa.

Es posible, que las larvas de esta especie procedan de huevos introducidos con *Chara vulgaris*, ya que las hembras depositan dichos huevos en cavidades que hacen en los tallos, lo que explica también, que no fueran observados al examinar este macrófito antes de su introducción.

La larva encontrada en el estanque IV, seguramente proceda del estanque III. Tal vez haya sido transportada, en sus primeras etapas de vida, por una de las unidades de muestreo.

## *Haliplus lineatocollis*

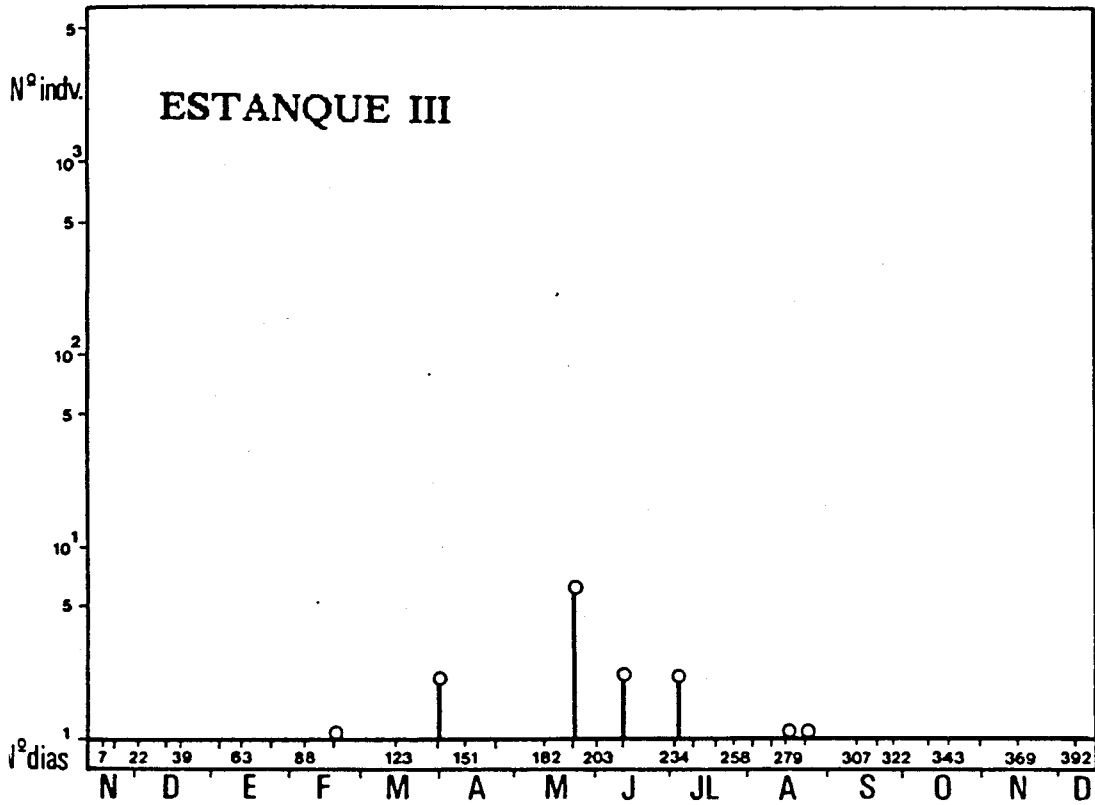


Figura 5.10: Variación temporal de la población de Haliplus lineatocollis durante el periodo de estudio.

- Larvas.
- Ninfas.
- Exuvias ninfales.
- Adultos.

. *Hydroglyphus pusillus*:

Aunque no se ha detectado ninguna pupa, hay indicios de que desarrolla su ciclo de vida completo en los estanques IV, V, VI y IX. La variación temporal de sus poblaciones en dichos estanques se puede observar en la figura 5.11.

El primer estanque en ser colonizado es el V, encontrándose un adulto a mediados de Febrero, y las primeras larvas a mediados de Mayo, casi dos meses después, para dar lugar a la primera generación de adultos 12 días más tarde. Estos, se reproducen en los estanques desarrollando una nueva generación durante Junio, tras la cual se van sucediendo otras nuevas, hasta finales de Agosto.

Hacia la mitad de Septiembre, sólo permanecen algunos adultos en el estanque, que migran rápidamente. Esta huida puede ser debida a la llegada de especies depredadoras de mayor tamaño, como *Anisops debilis perplexa* y *Crocothemis erythraea*, que predan y/o compiten con sus poblaciones, o bien, a su migración en busca de hábitats favorables para pasar el invierno. Las máximas densidades de población, tanto de larvas como de adultos, se observan durante los meses de Julio y Agosto.

En el resto de estanques, las densidades de población y el número de generaciones es sensiblemente menor, tal vez debido a que son colonizados más tarde y a unas condiciones del medio menos propicias. En éstos, la especie desaparece a finales de Agosto.

Puede llegar a desarrollar, al menos 4 generaciones, desde Mayo hasta Agosto en condiciones favorables.

Se ha encontrado, únicamente en forma de adulto, y de manera ocasional en el estanque VII, durante Mayo, Junio y Agosto. Se trata de individuos que proceden seguramente, de los estanques donde desarrolla el ciclo de vida completo.

. *Potamonectes cerisyi*:

Sólo se ha encontrado un adulto, en el estanque I y a finales del periodo de estudio , por lo que se desconoce si llega o no a establecerse en estos medios, aunque probablemente no lo haga, ya que prefiere cuerpos de agua de salinidad elevada (ALAIN,1972).

. *Agabus* sp.:

Se han encontrado 10 larvas en el estanque I, al final del periodo de estudio (principios de Diciembre). Es posible que haya colonizado el estanque en otoño, para pasar en estado larvario todo el invierno y completar su desarrollo en primavera si las condiciones se lo permiten.

. *Helochares lividus*:

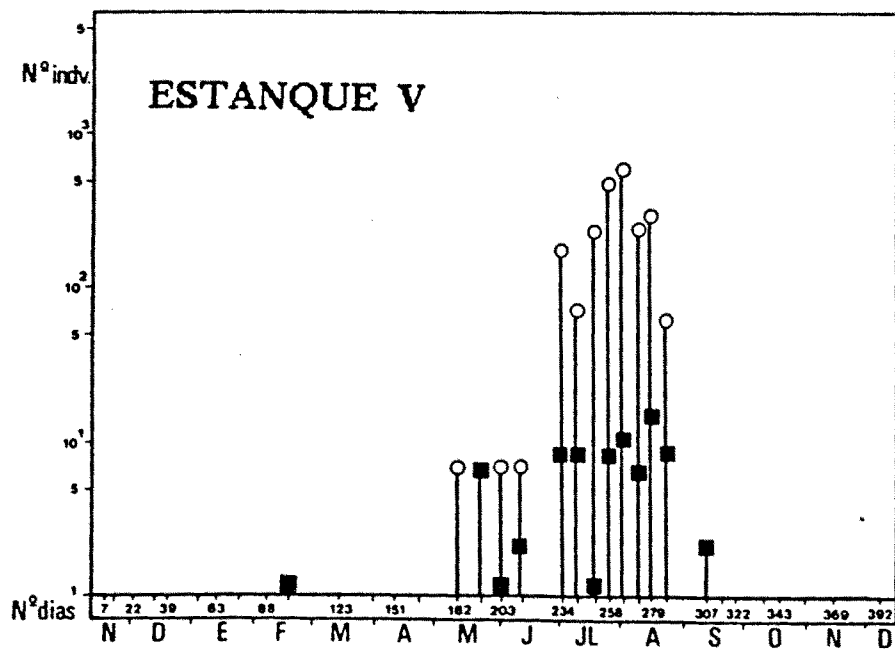
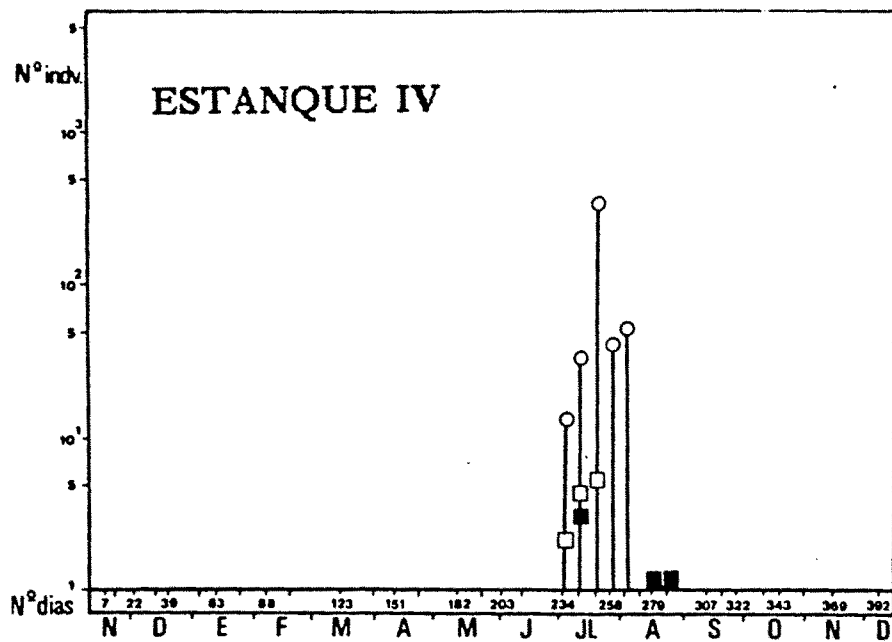
Parece desarrollar una sola generación durante el periodo de estudio en los estanques II y V, que va desde finales de Junio hasta mediados de Septiembre (estanque V) o de Octubre (estanque II), aunque tampoco se ha encontrado ningún estado pupal.

La variación temporal de las poblaciones en dichos estanques aparece representada en la figura 5.11. Como se puede observar las densidades de población en los dos medios son relativamente bajas.

Figura 5.11: Variación temporal de las poblaciones de Hydroglyphus pusillus durante el periodo de estudio.

- Larvas.
- Ninfas.
- Exuvias ninfales.
- Adultos.

# *Hydroglyphus pusillus*





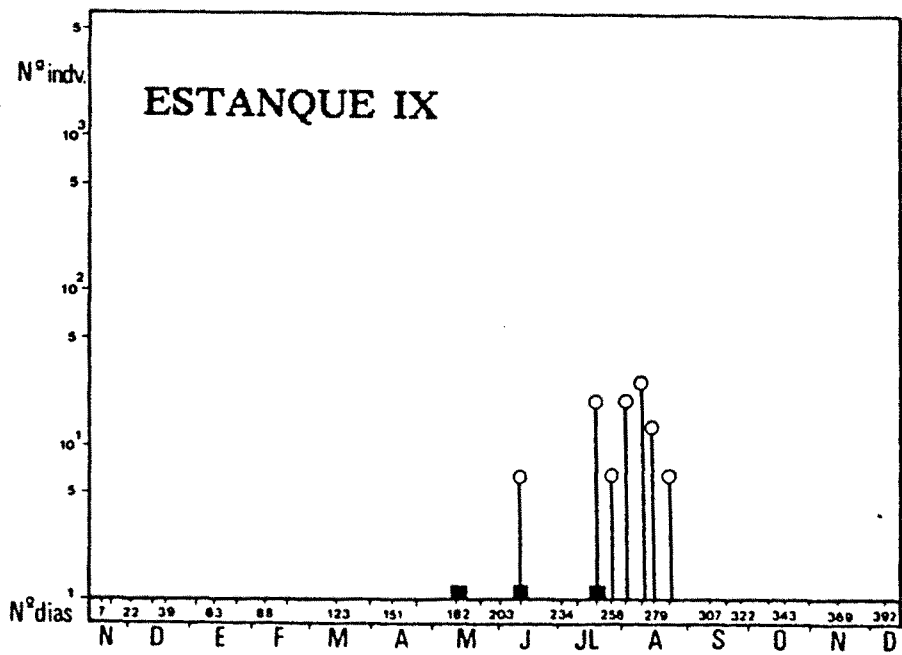
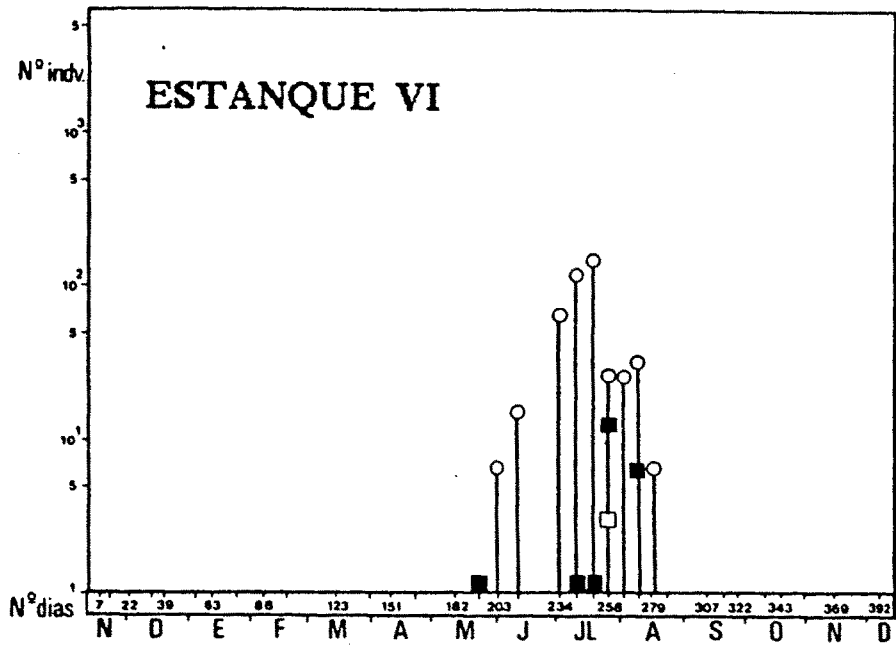


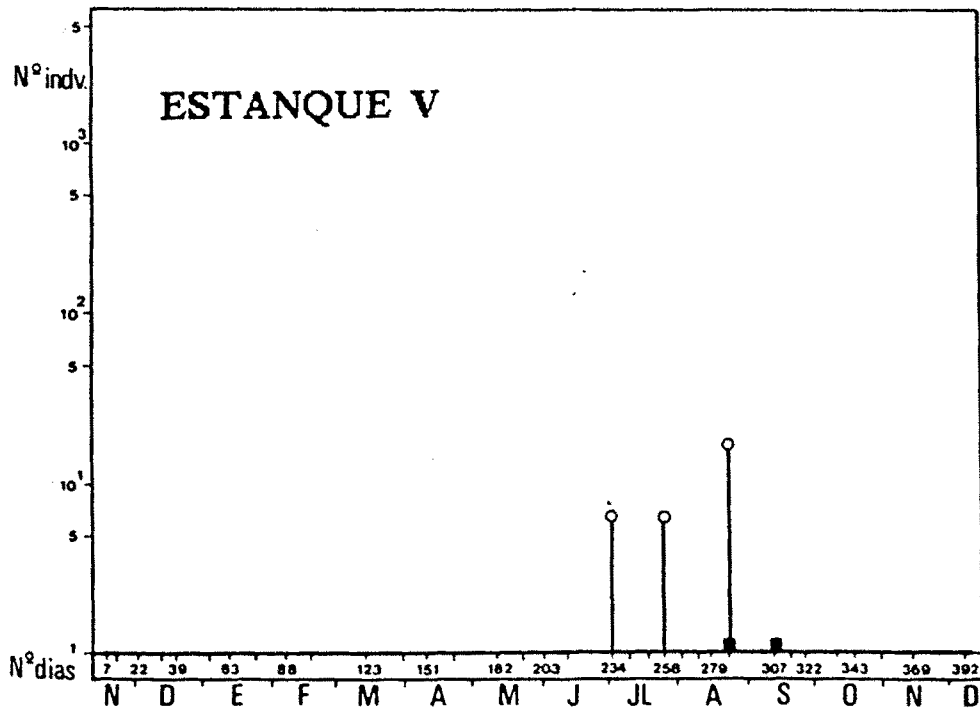
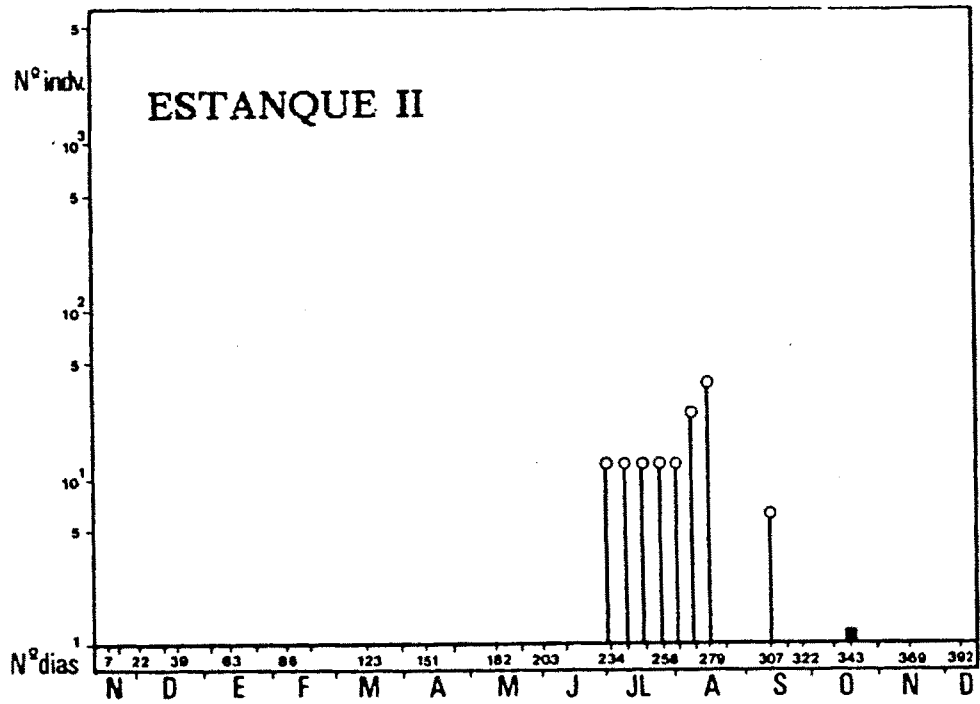


Figura 5.12: Variación temporal de las poblaciones de Helochares lividus durante el periodo de estudio.

- Larvas.
- Ninfas.
- Exuvias ninfales.
- Adultos.



# *Helochares lividus*





Los adultos emergidos de esta generación migran hacia otros medios acuáticos.

También se ha encontrado una larva en el estanque I, a mediados de Agosto, y un adulto en los estanques IV y IX.

. *Ochthebius meridionalis*:

Aparece una sola larva en los estanques II y IX, a finales de Abril y mediados de Julio respectivamente; y un adulto en el estanque VI, a finales de Julio.

Estos medios artificiales, con paredes verticales de cemento, no parecen ser el hábitat adecuado para la reproducción de la especie, ya que sus larvas son anfibias y viven en la línea de contacto tierra-agua (BERTRAND, 1972).

DIPTERA

. *Tipula* sp.:

Se ha encontrado en los estanques I y II, pero solamente en estado larvario. La variación temporal de esta población en dichos estanques aparece representada en la figura 5.13.

El estanque I, es el primero que coloniza, apareciendo larvas desde principios de Febrero hasta mediados de Mayo. En el estanque II, únicamente se han encontrado dos larvas a finales de Marzo y Abril, respectivamente.

El hecho de seleccionar estos estanques como lugar de ovoposición parece ser debido a preferencias por ambientes sombríos (BERTRAND, 1954).

No han llegado a completar el ciclo de vida dado que la pupación la realizan en tierra.

. *Culiseta longiareolata*:

Coloniza con gran éxito todos los estanques (excepto el X), dada su gran plasticidad ecológica. La variación temporal de sus poblaciones para cada uno de los estanques puede observarse en la figura 5.14.

Es de los primeros colonizadores de los estanques, encontrándose larvas, en el estanque VIII, 7 días después de su llenado.

Las primeras pupas aparecen a principios de Enero, en el estanque IX, por lo que se calcula el tiempo de desarrollo de las larvas en invierno de, aproximadamente, un mes a mes y medio, mientras que en primavera y verano es alrededor de una semana.

El periodo de ovoposición de las hembras se extiende durante todo el año, encontrándose puestas sobre la superficie del agua en cualquier época, pero en mayor número durante los meses de primavera y verano. Se han llegado a contar hasta 25 puestas, a mediados de Mayo, en el estanque II, y 17 en el V.

Todo esto, junto con su alta tasa de desarrollo y escasos requerimientos nutritivos, hace que las densidades de población en los estanques sean bastante altas durante todo el año, generalmente con un máximo poblacional en el mes de Mayo y principios de Junio.



Figura 5.13: Variación temporal de las poblaciones de Tipula sp. durante el periodo de estudio.

- Larvas.
- Ninfas.
- Exuvias ninfales.
- Adultos.



*Tipula sp.*

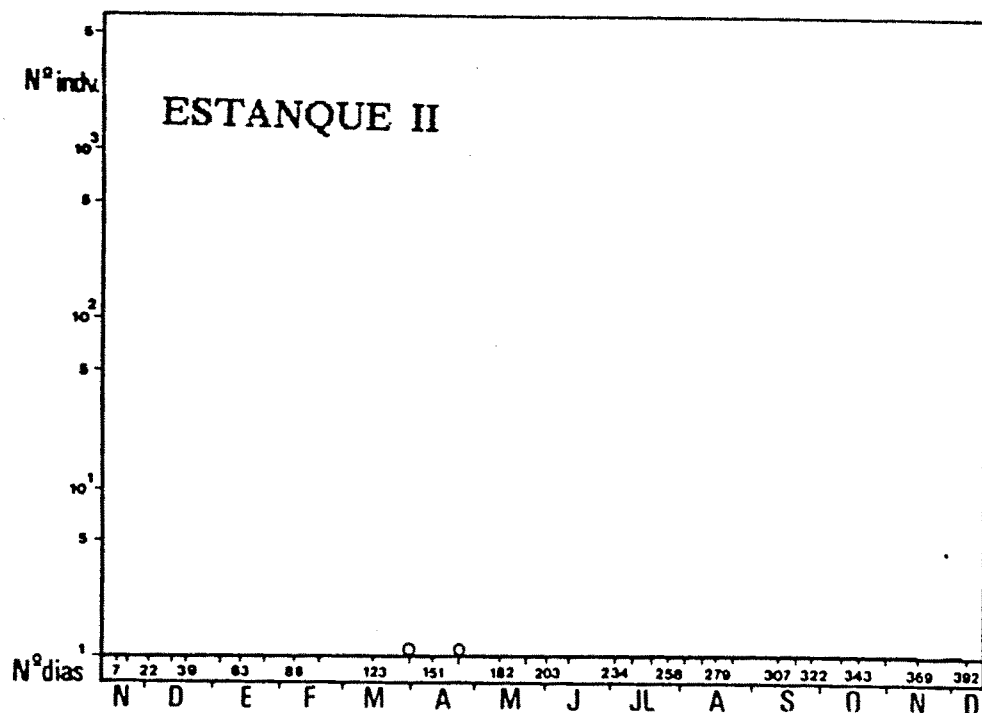
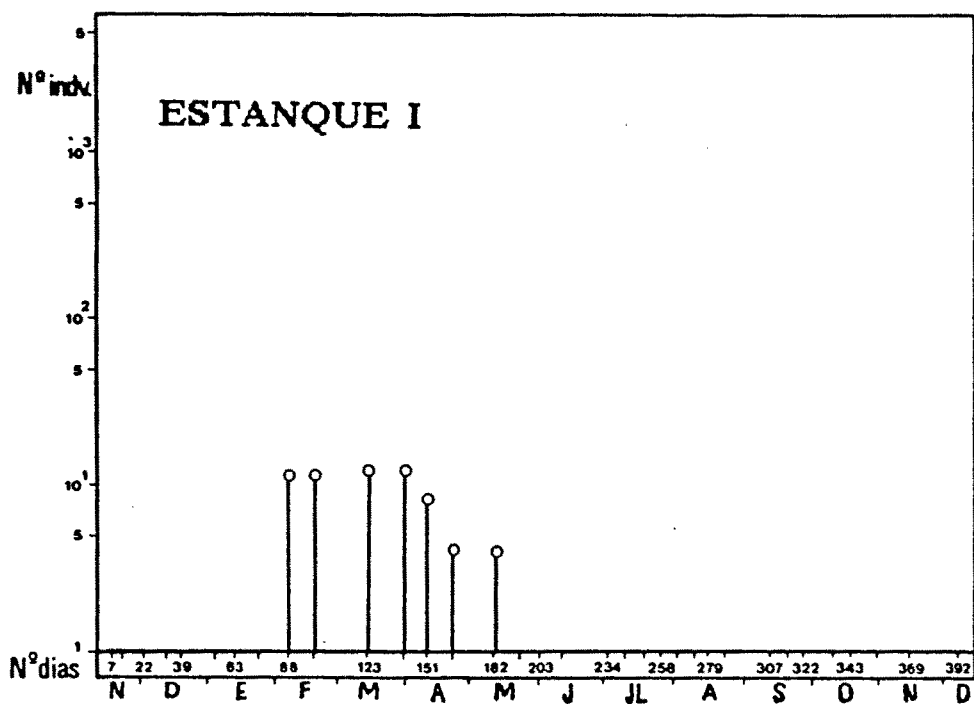
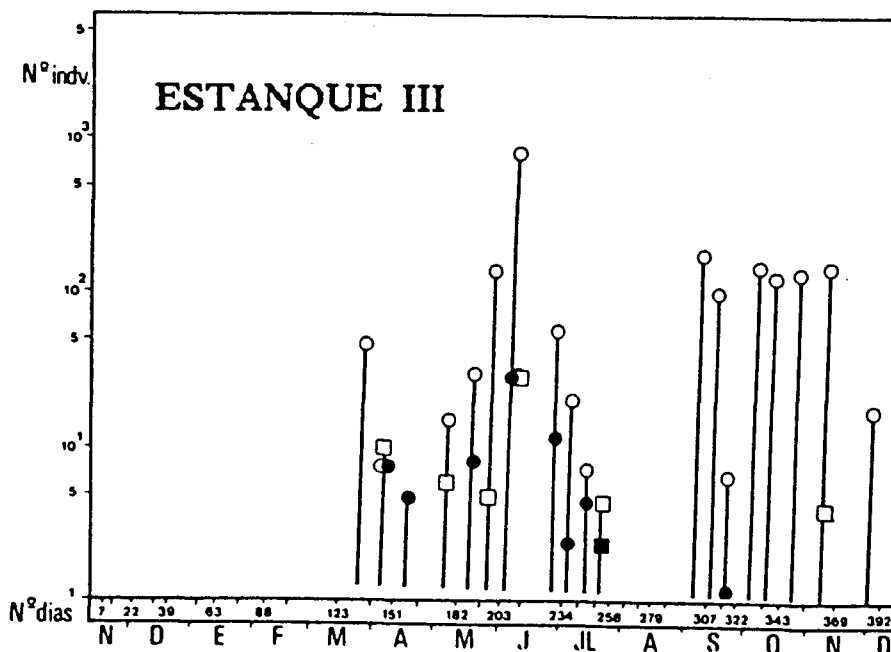
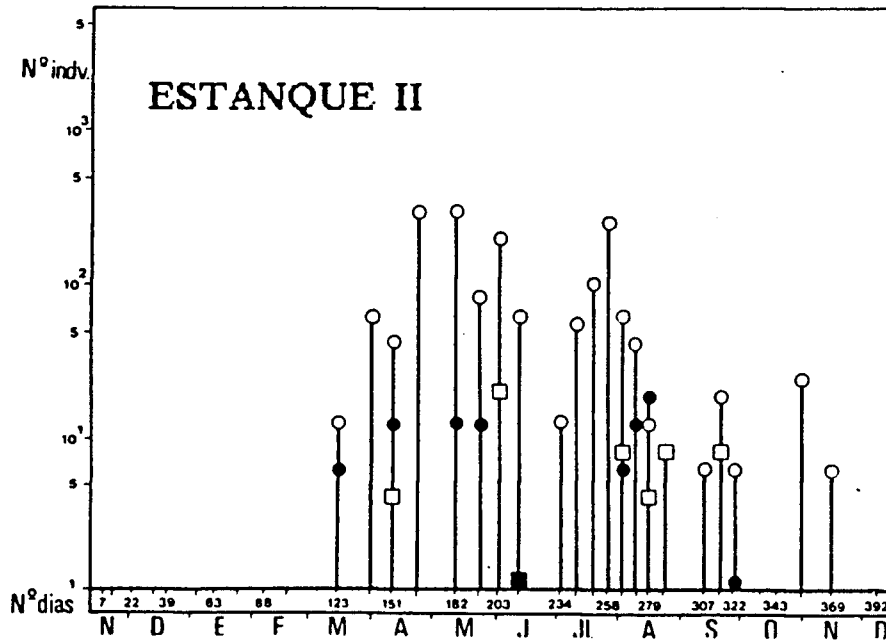
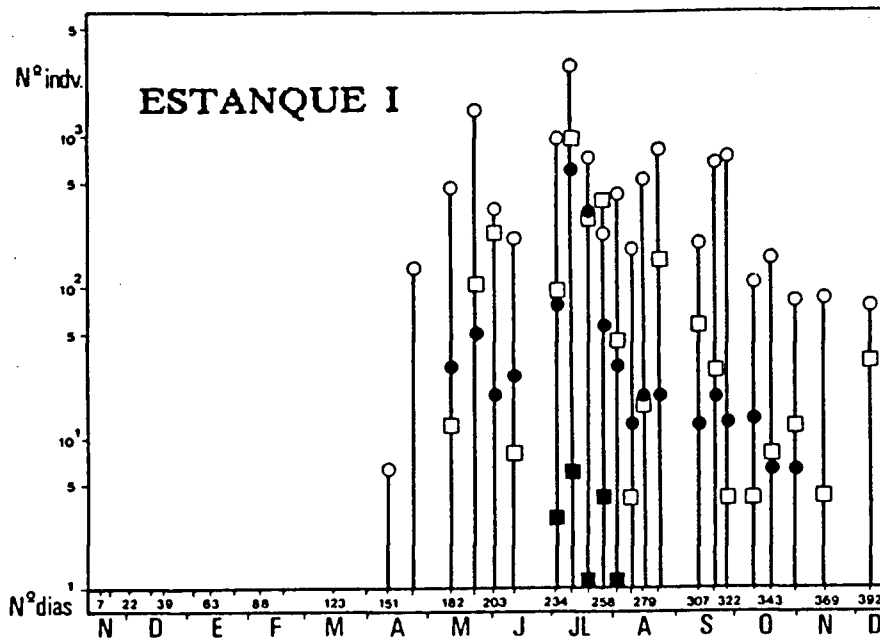


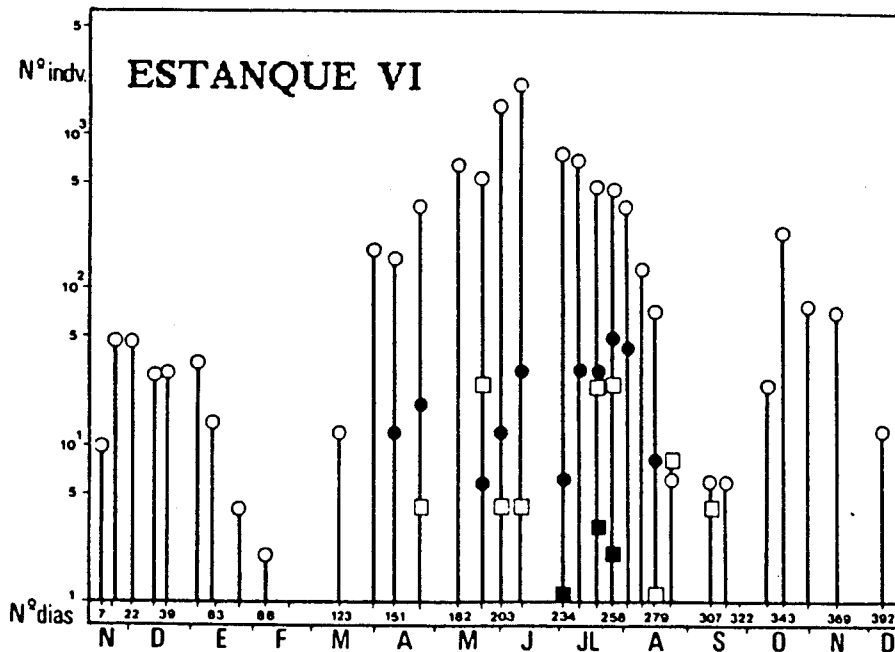
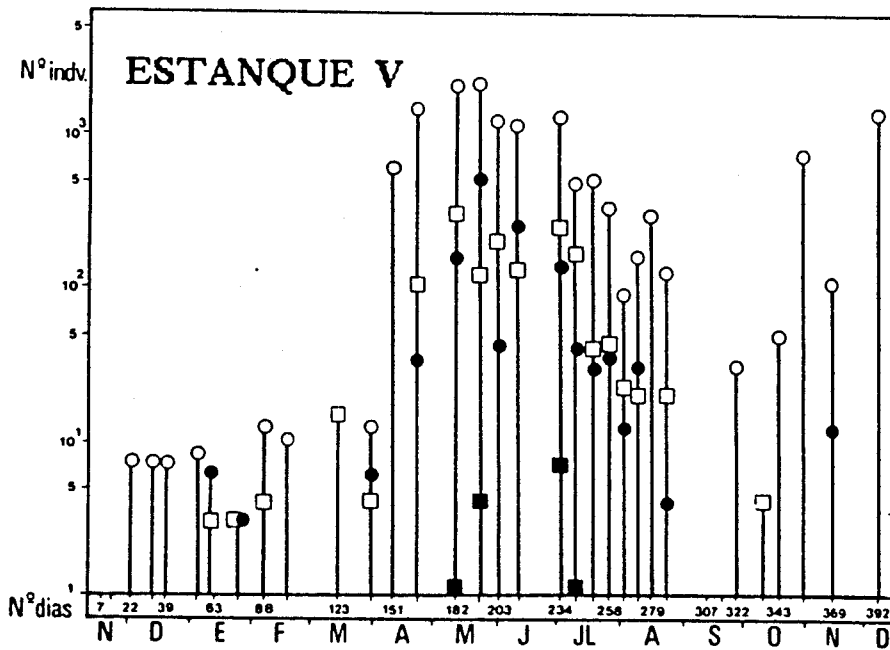
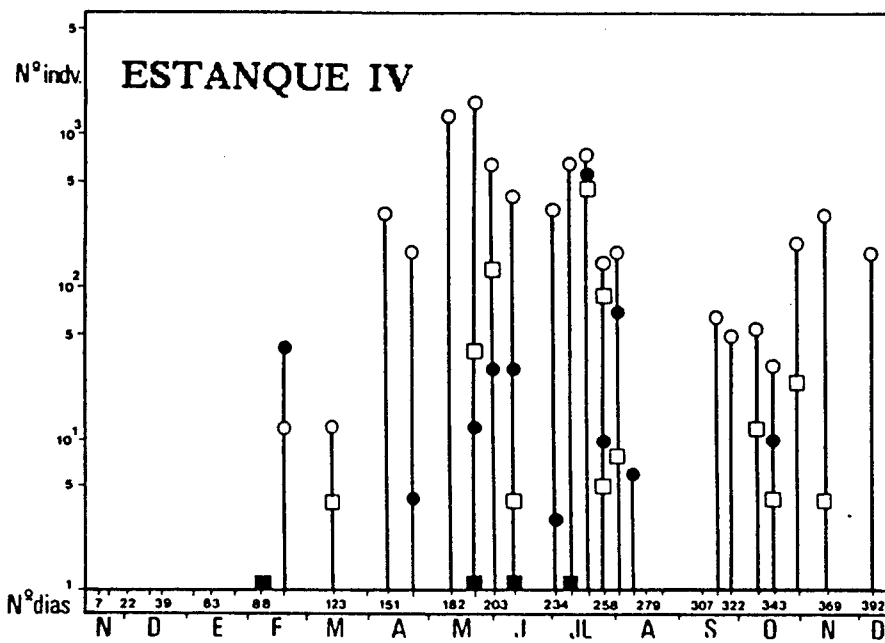


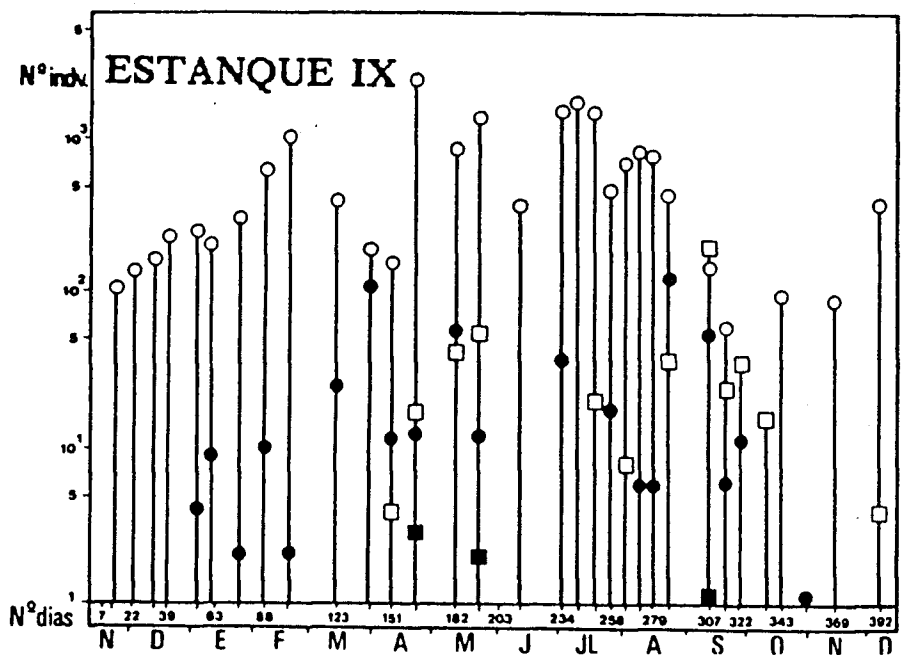
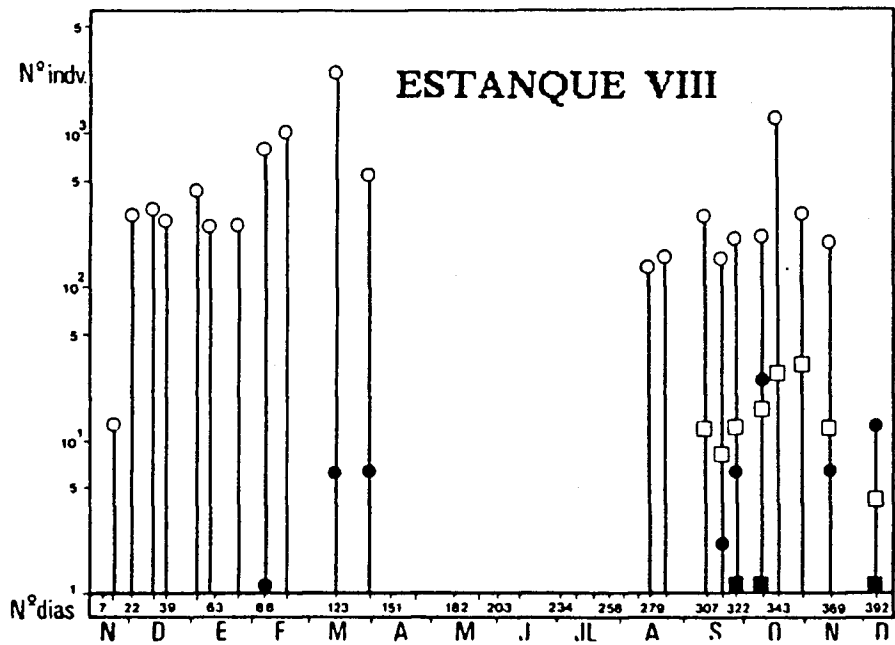
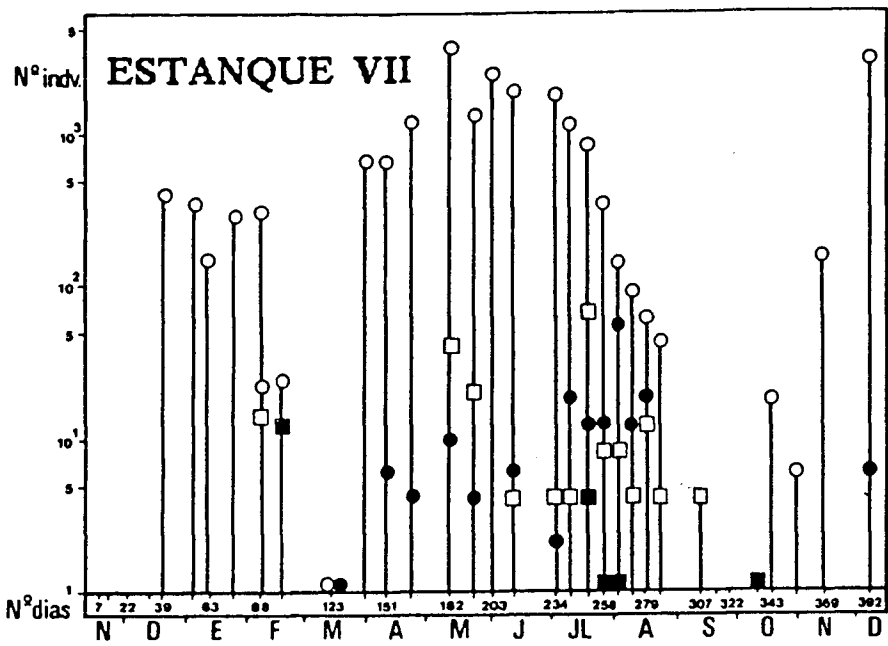
Figura 5.14: Variación temporal de las poblaciones de Culiseta longeareolata durante el periodo de estudio.

- Larvas.
- Ninfas.
- Exuvias ninfales.
- Adultos.

# *Culiseta longiareolata*









Es muy difícil estimar el número de generaciones que tienen a lo largo del año, ya que ha sido imposible distinguir las diferentes cohortes, pero como mínimo, pueden llegar a desarrollar, a lo largo del año, 6 o 7 en condiciones favorables.

Los estanques II y III, son de los últimos en ser colonizados y donde se observa unas densidades de población más bajas. La presencia de vegetación (*Cladophora* sp. en el estanque II y *Chara vulgaris* en el III) parecen ser la causa. PARDO (1923), hace algunas observaciones sobre la acción de *Chara* sp. sobre las larvas de mosquitos.

ANGERILLI & BEIRNE (1984), también observan que las poblaciones de Culicidos son bajas en charcas que tienen vegetación acuática y piensan que puede ser debido a que la vegetación influye en la selección, por parte de las hembras, de hábitats para ovopositar, al producir cambios en la temperatura del agua y en su composición fisico-química, afectar la calidad y cantidad de materia particulada, así como a la visibilidad de la superficie del agua, a la vez que favorece la presencia de especies depredadoras.

Sin embargo, en estos estanques, no parece estar afectada la ovoposición de la especie, por el gran número de puestas observadas en presencia de *Cladophora* sp., aunque sí se aprecia una disminución con *Chara vulgaris*, por lo que ésta parece ejercer más un efecto larvicida.

. *Culex pipiens pipiens*:

Aunque no se ha encontrado ningún adulto, esta especie parece desarrollar su ciclo de vida en los estanques IV, VI y VII.

Las larvas aparecen por primera vez en el estanque VII, a primeros de Julio, en el estanque IV, a mediados y en el VI a finales del mismo mes. En los dos primeros, no se vuelven a encontrar, y en el último aparecen larvas y pupas en el muestreo siguiente (2 de Agosto), tras el cual no se vuelven a registrar.

Su gran parecido morfológico con *Culiseta longeareolata* y su escasa abundancia con respecto a ésta, han ocasionado probablemente, que pasara parcialmente desapercibida.

Parece claro que existe una competencia entre estas dos especies, morfológica y ecológicamente similares, impidiendo la dominante, *Culiseta longeareolata*, que prospere esta especie en los estanques.

. *Procladius sagittalis*:

Desarrolla varias generaciones con éxito en todos los estanques excepto en el X. La evolución temporal de sus poblaciones en dichos estanques aparece representada en la figura 5.15.

La colonización tiene lugar durante los meses de Febrero (estanques I y IX), Marzo (estanques II, IV, V, VI y VII) y principios de Abril (estanque III).

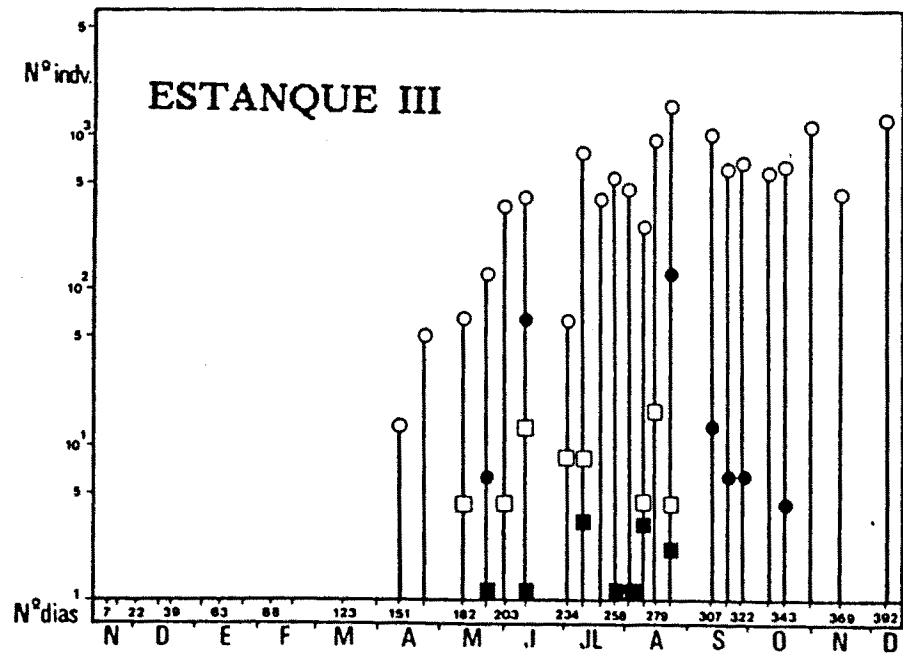
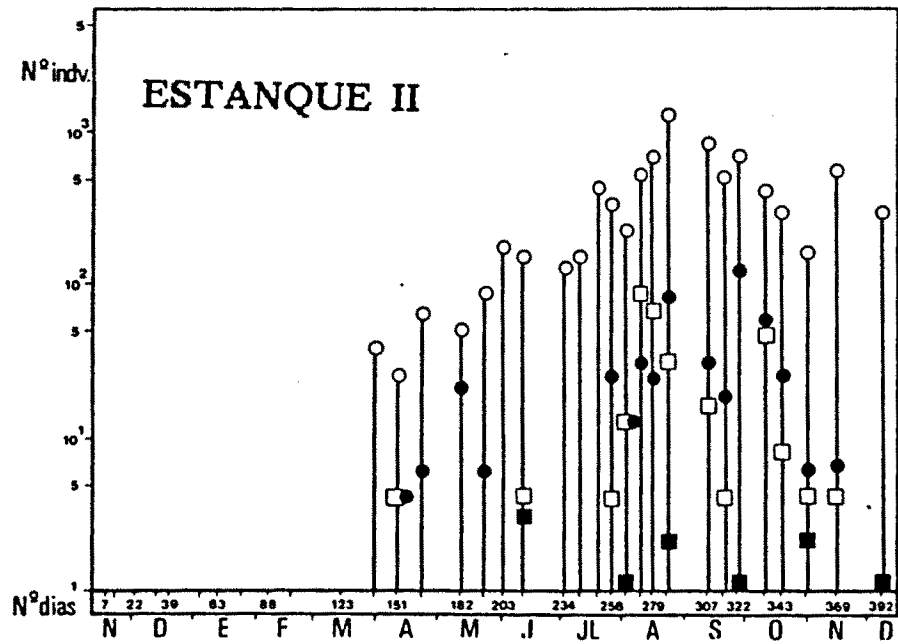
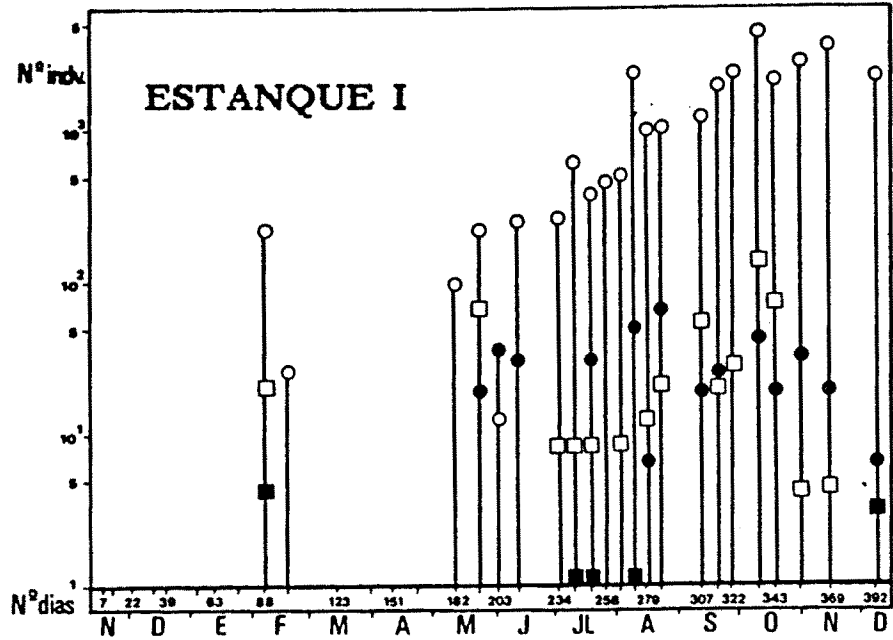
El estanque VIII, no es colonizado en su primera etapa al secarse justo cuando esta especie comienza a invadir estos medios, aunque si lo hace a los pocos días de su segundo llenado, tal vez a partir de individuos procedentes del resto de estanques.

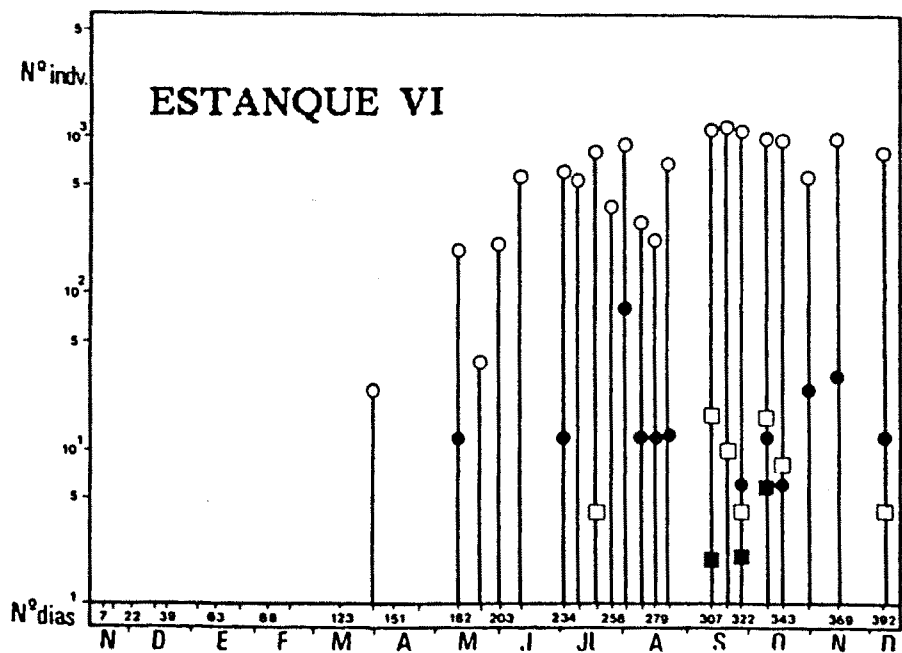
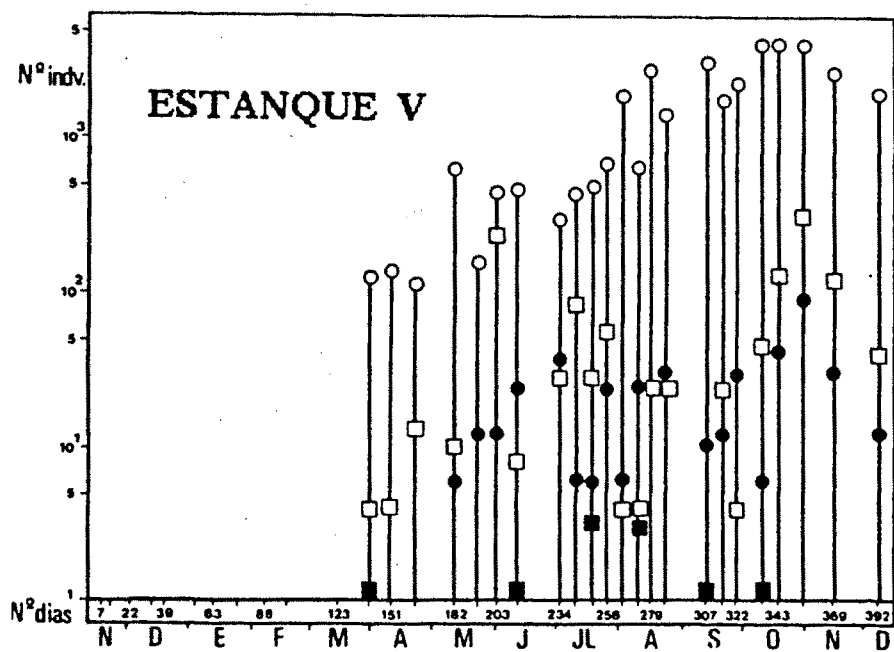
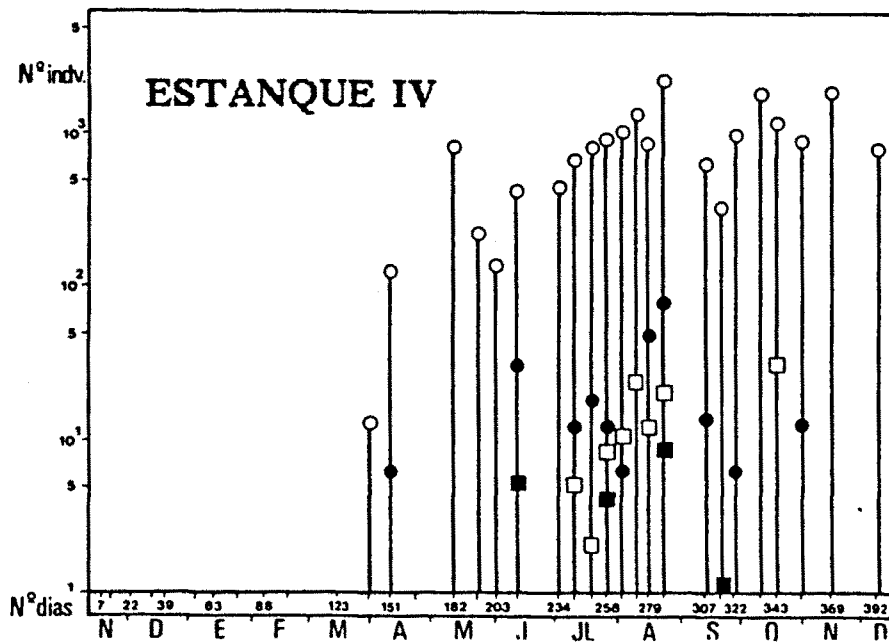
Sus poblaciones se mantienen ininterrumpidamente hasta el final del estudio, aunque en el estanque I, tras la primera

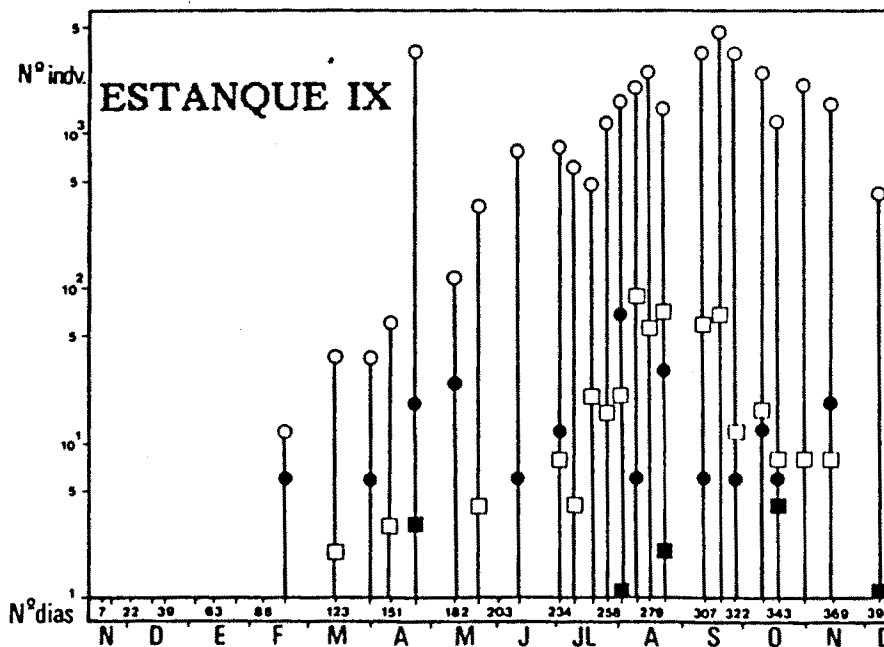
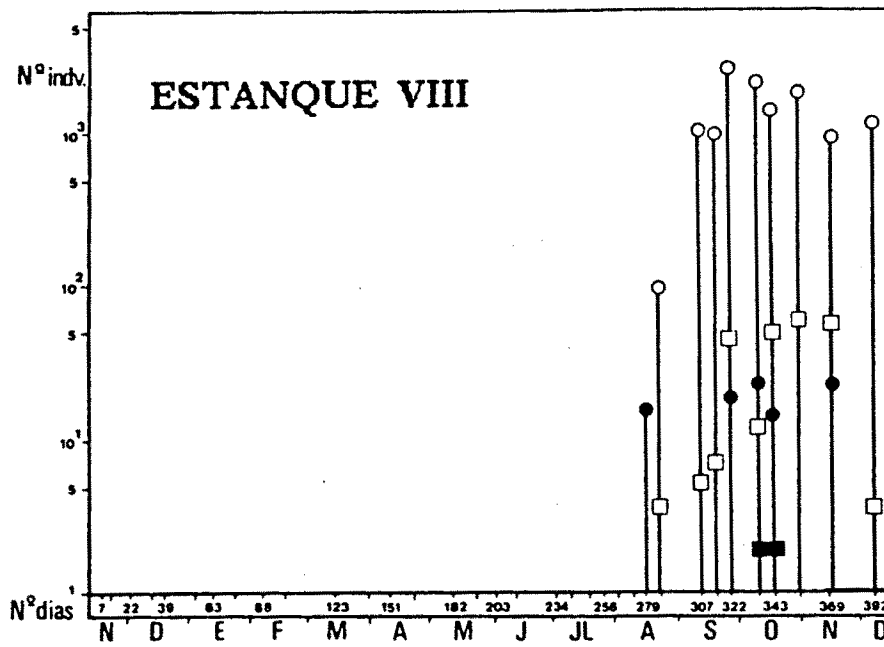
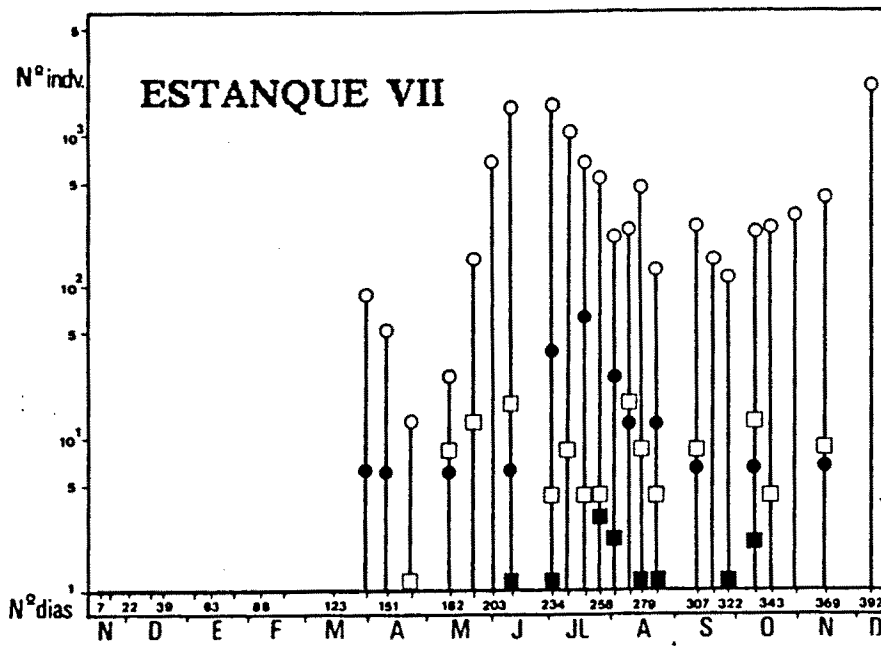
Figura 5.15: Variación temporal de las poblaciones de Procladius sagittalis durante el periodo de estudio.

- Larvas.
- Ninfas.
- Exuvias ninfales.
- Adultos.

# *Procladius sagittalis*







generación, que termina en Febrero, se observa su ausencia hasta principios de Mayo.

Tiene un tiempo generacional muy corto, que junto con un gran espectro de presas para las larvas, le permite desarrollar sucesivas generaciones en los estanques.

Esta especie mantiene una elevadísima densidad de población, pudiendo llegar a superar los 7000 individuos en el estanque V.

El desarrollo de las larvas no se ve inhibido con la llegada de las bajas temperaturas, ya que ha sido observada la pupación y emergencia de adultos durante los meses de Noviembre y Diciembre.

Por el gran número de generaciones que desarrolla, se pueden encontrar adultos voladores en cualquier época del año, por lo que el momento de colonización no está limitado por este factor, sino por la disponibilidad de alimento (larvas de otros Quironómidos fundamentalmente).

. *Cricotopus sylvestris*:

A pesar de que se reproduce en los estanques I, II, III, VI, VII y IX, parece ser que sólo llega a desarrollar el ciclo de vida completo en el I y el III. La evolución temporal de sus poblaciones aparece en la figura 5.16 .

El estanque I es el primero en ser colonizado, detectándose la presencia de larvas a principios de Enero. Estas, completan su desarrollo para dar lugar a las pupas, a las pocas semanas, emergiendo los primeros adultos entre principios y mediados de Febrero. Desarrolla una sola generación, en invierno, que coincide con el "bloom" de la

Clorofícea *Haematococcus pluvialis*, de la cual parece que se alimenta.

Posteriormente, esta especie es sustituida por otro Ortocladino, *Psectrocladius barbimanus*.

En el estanque III, su presencia se ve favorecida por *Chara vulgaris*. Se detecta a través de unas pocas exuvias aparecidas a principios de Mayo, lo que indica el desarrollo de una generación durante el mes de Abril. En Junio, se observan un gran número de larvas, que desaparecen a principios de Julio sin llegar a completar su ciclo de vida, debido, seguramente, a que es sustituida por otra especie del género, *Crycotopus* sp2.

En los estanques II, VI, VII y IX, sólo se han encontrado larvas, aunque es posible que algunas hayan completado el ciclo de vida, a pesar de no haber detectado pupas y exuvias, probablemente, por sus bajas densidades en estos medios. Aparecen en distintos momentos del año: a principios de Abril y Mayo, y posteriormente, en Octubre, en el estanque II; en Marzo y Mayo en el estanque VI; a principios de Junio en el estanque IX y a comienzos de Julio en el estanque VII, siempre coincidiendo con una bajada en la concentración de clorofila "a" de las aguas, tras el "bloom" de algas planctónicas que al morir se depositan en el fondo y son consumidas por estos organismos.

. *Cricotopus* sp2:

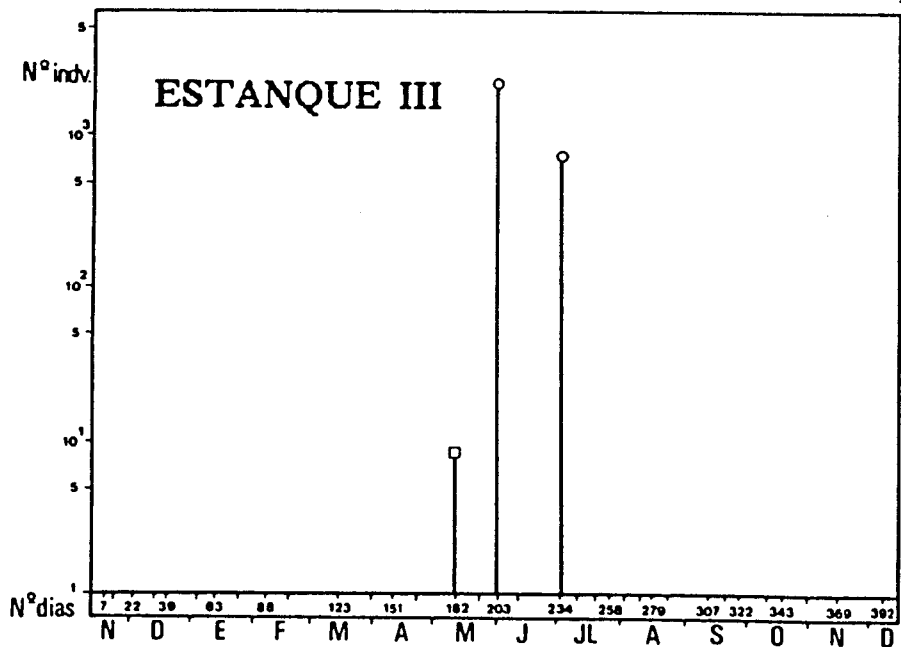
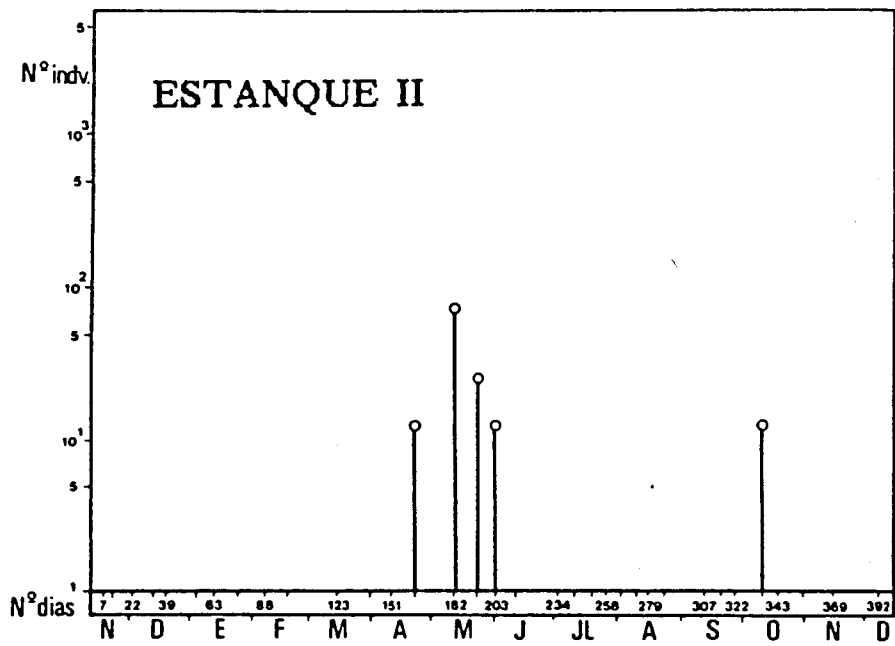
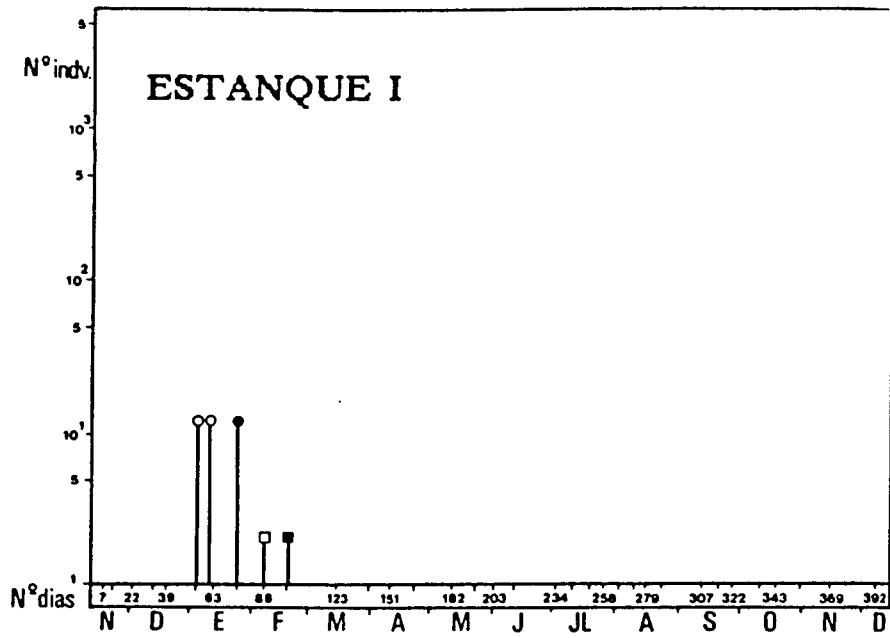
La evolución temporal de sus poblaciones, en los estanques II, III, IV y V, donde se reproduce, aparece en la figura 5.17.



Figura 5.16: Variación temporal de las poblaciones de Cricotopus sylvestris durante el periodo de estudio.

- Larvas.
- Ninfas.
- Exuvias ninfales.
- Adultos.

# *Cricotopus sylvestris*



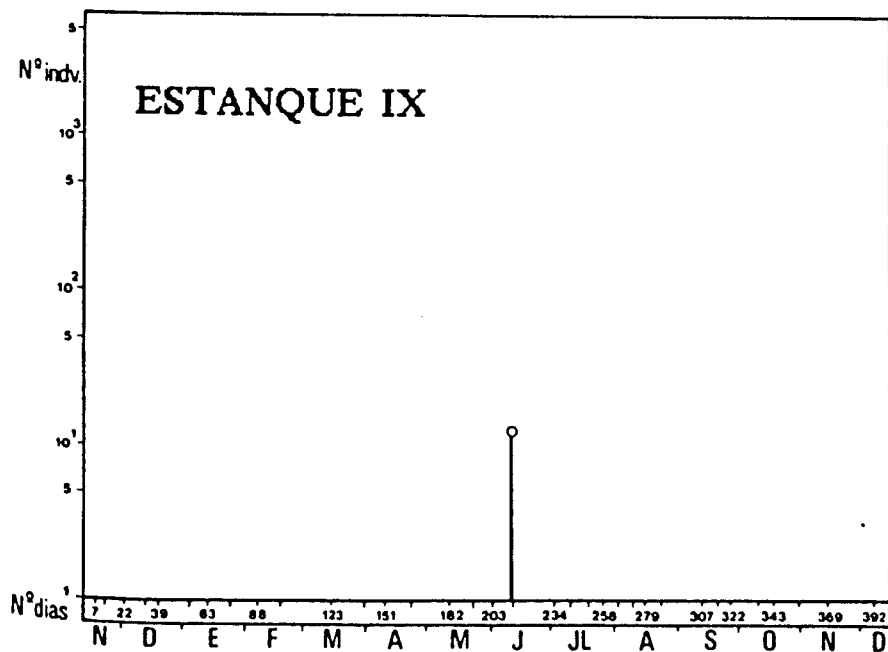
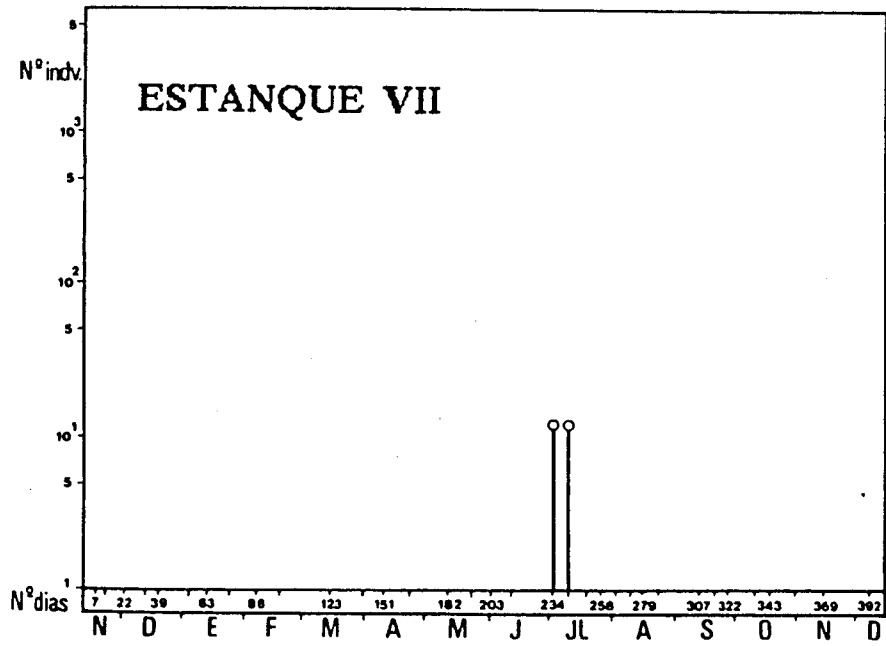
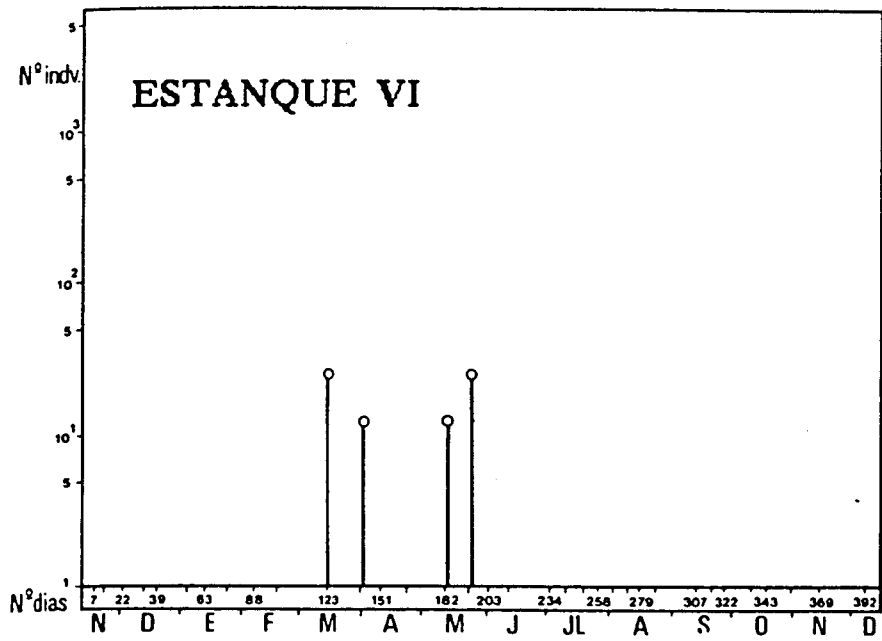
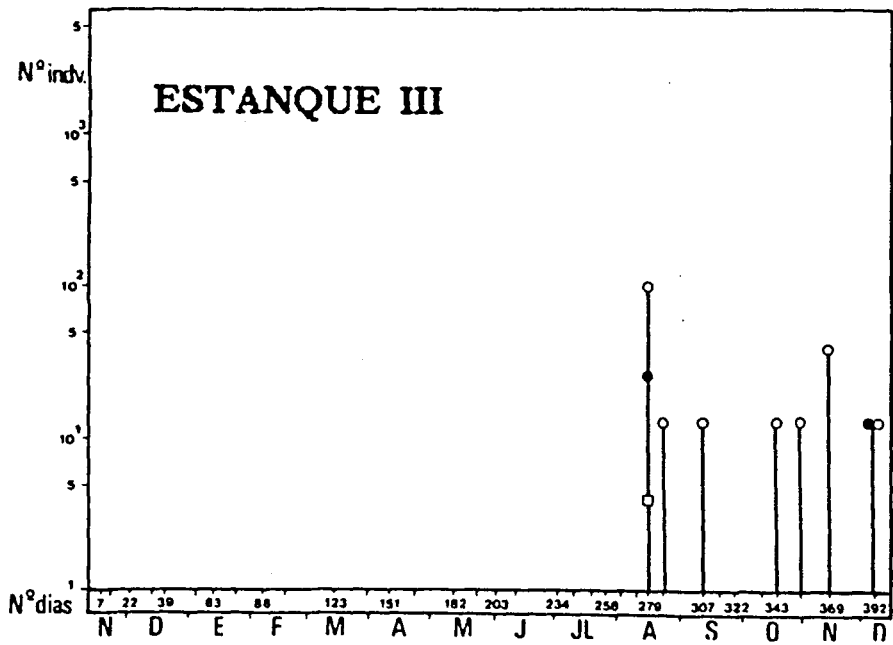
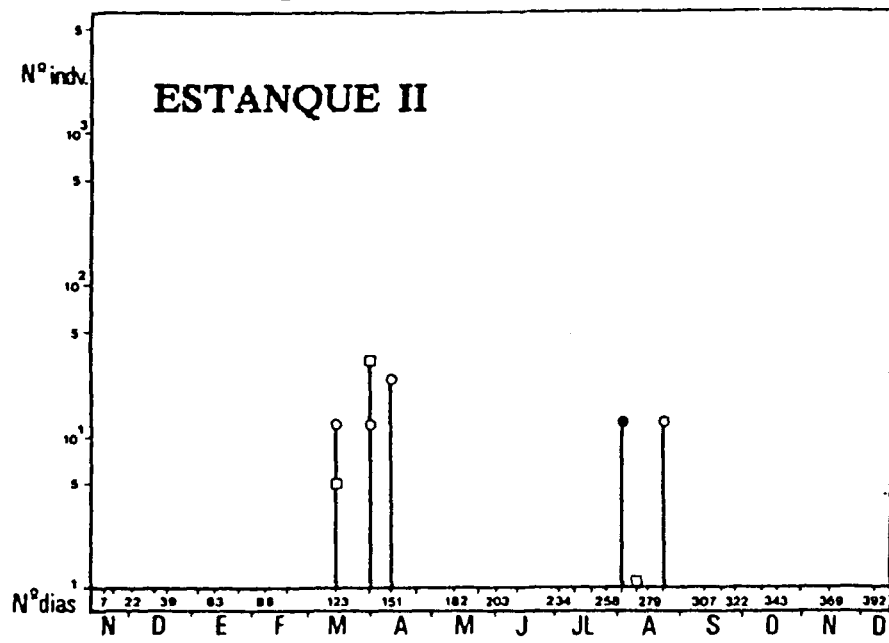
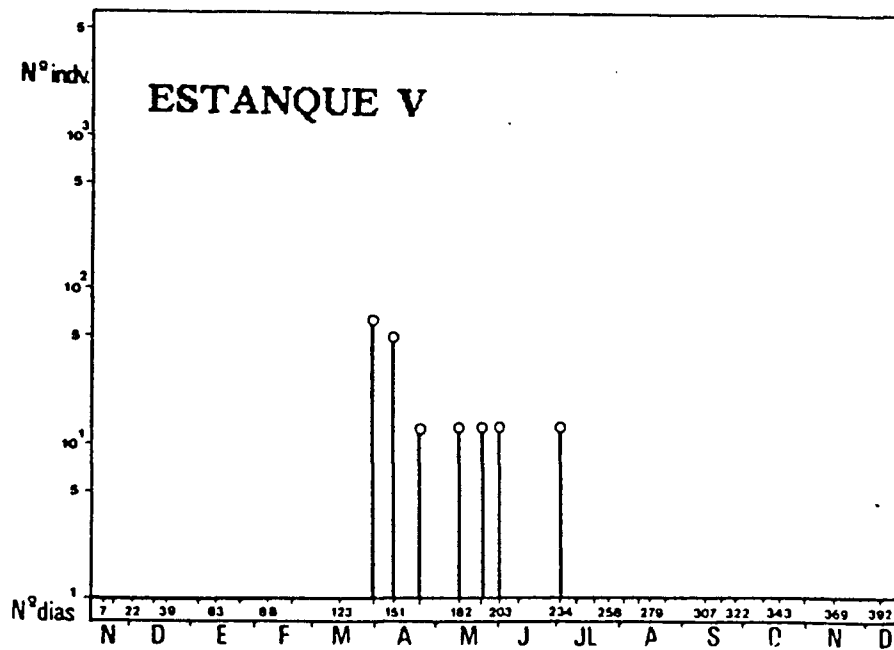
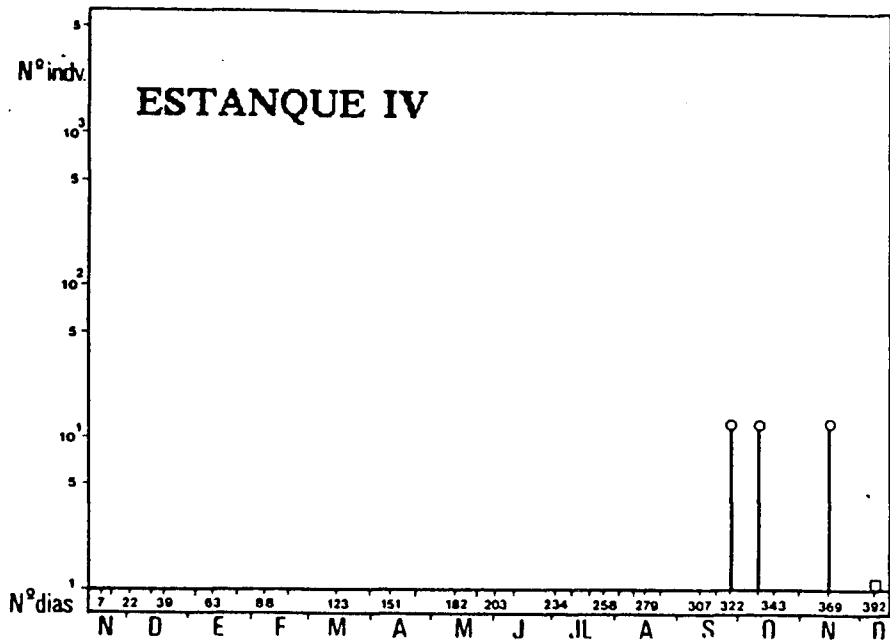


Figura 5.17: Variación temporal de las poblaciones de Cricotopus sp2 durante el periodo de estudio.

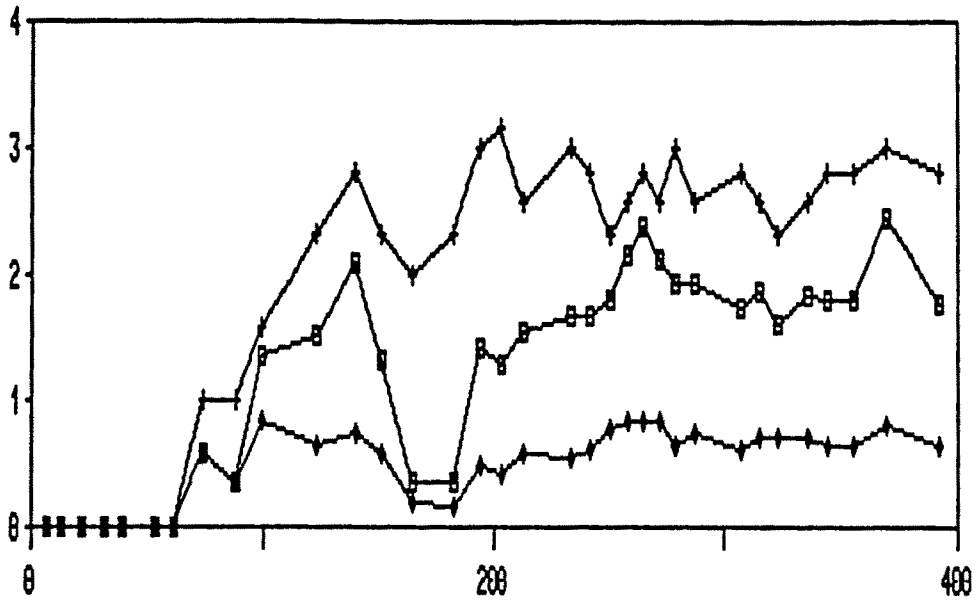
- Larvas.
- Ninfas.
- Exuvias ninfales.
- Adultos.

## *Cricotopus sp. 2*

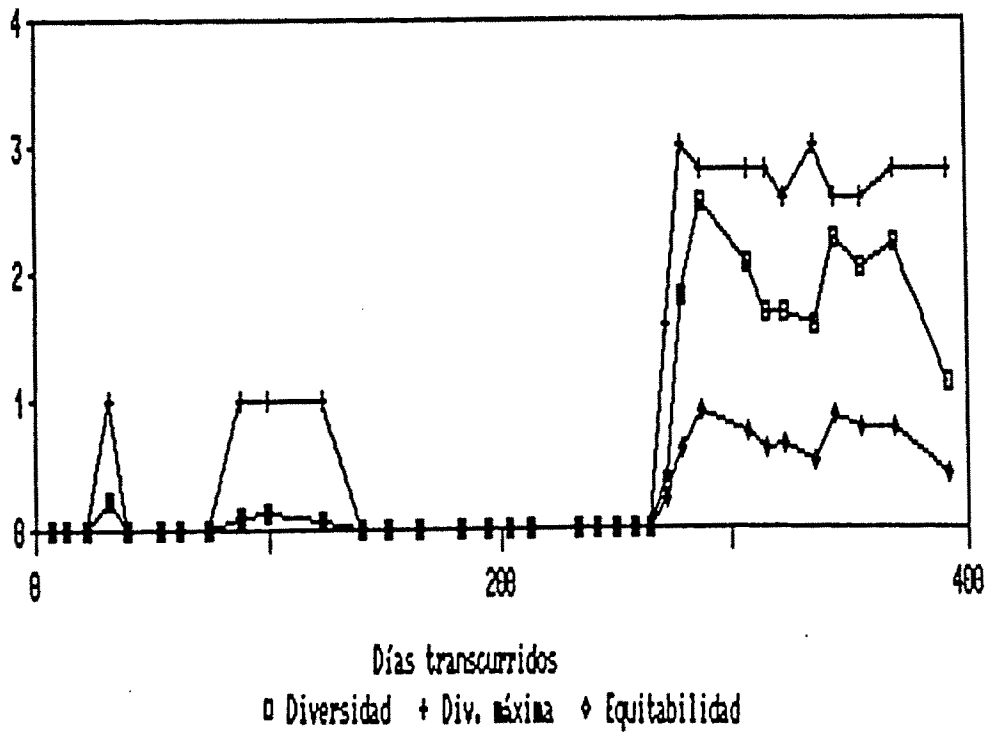




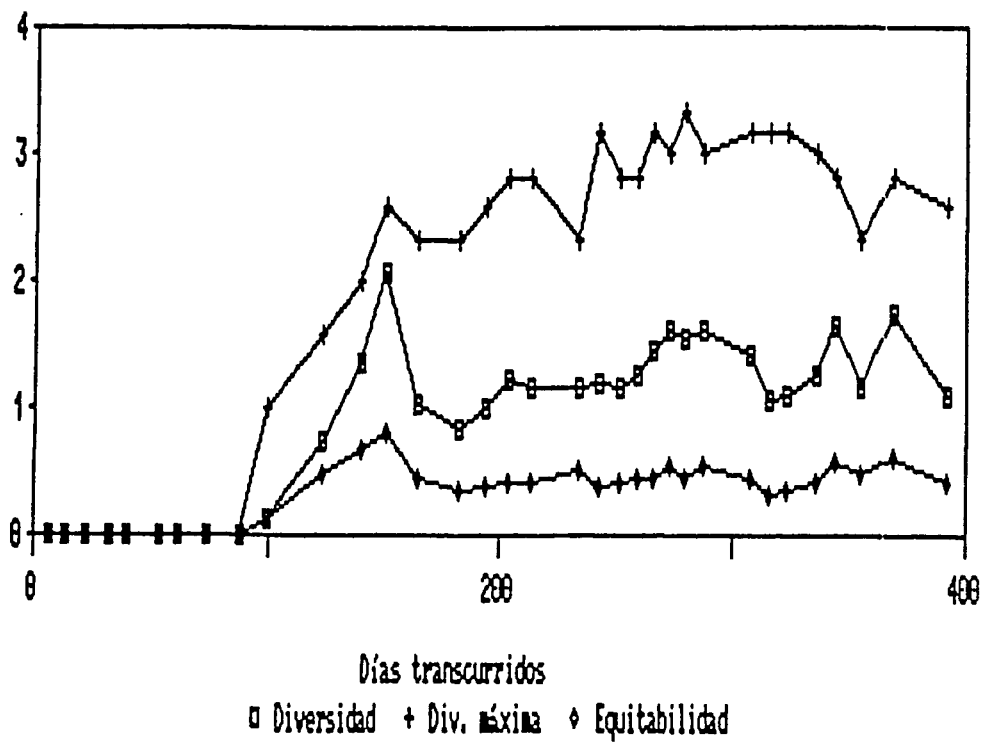
ESTANQUE VII



ESTANQUE VIII



# ESTANQUE IX





superior a 2bits/individuo), reflejo del gran número de especies que se desarrollan en estas fechas en los estanques.

Posteriormente, en los primeros días de verano, se observa, normalmente, un declive de los valores de diversidad y equitabilidad, resultado de la desaparición de determinadas especies típicas de primavera, como *Dasyhelea* sp.1, *Chironomus riparius* y algunos Orthocladinos, que tras completar sus ciclos de vida en los estanques, los abandonan; y de la disminución de las densidades de población de algunas especies que permanecen en estos medios, entre una generación y la siguiente.

En Julio y Agosto, vuelve a aumentar la complejidad de estos sistemas, con la llegada de especies depredadoras, con ciclos de vida típicos de verano, como es el caso del Heteróptero *Anisops debilis perplexa*. La desaparición de éstas poblaciones durante los meses de Septiembre y principios de Octubre, producen nuevamente una disminución de la diversidad y equitabilidad.

En otoño, cuando la mayoría de las especies que permanecen en los estanques están en un etapa de desarrollo lento, aumentan ligeramente los valores de diversidad.

Finalmente, cabe resaltar, que las mayores fluctuaciones de los índices de diversidad, se producen en el estanque V, durante la primavera, debido a los fuertes cambios en las densidades de población de sus especies dominantes (*Culiseta longiareolata* y *Chironomus riparius*).

### 5.7. ESTRUCTURA TROFICA DE LAS COMUNIDADES DE INSECTOS ACUATICOS DE LOS ESTANQUES.

La cantidad y calidad de las fuentes de alimento, en cualquier medio, constituye un factor decisivo en la configuración de sus comunidades (MARGALEF, 1977).

La mayoría de los insectos acuáticos son generalistas tróficos, polípagos o eurípagos, ya que consumen una gran variedad de alimentos, en función de su disponibilidad en el medio (HYNES, 1970; CUMMINS, 1973; HUTCHINSON, 1981) y de su estado en el ciclo de vida.

Así, por ejemplo, en diferentes lugares, o en el mismo sitio, pero en épocas distintas, especies filtradoras se pueden alimentar de algas, detritos o tejidos animales, dependiendo de la relativa importancia de estos alimentos en el medio. También, muchas especies no depredadoras, con el aumento del tamaño o la edad, pasan de un régimen herbívoro a uno carnívoro (LAMBERTI & MOORE, 1984). Según esto, la mayoría de los macroinvertebrados acuáticos se pueden considerar omnívoros, en sentido amplio (BERRIE, 1976).

El estudio de la estructura trófica en ecosistemas acuáticos, normalmente, se ha realizado en función de los sistemas generales de clasificación de las categorías o grupos tróficos, basados bien, en la naturaleza del alimento o en los mecanismos utilizados por las especies para la alimentación, teniendo en cuenta el tamaño y textura de las partículas ingeridas, o bien, en una combinación de ambos (CUMMINS, 1973; MERRIT & CUMMINS, 1978).

Como se ha visto con anterioridad, la secuencia de colonización de los estanques va a estar determinada en gran parte, por los diferentes tipos de alimento disponible. Es por ello, por lo que en este estudio se ha optado por un

El primer estanque que colonizan es el II, donde se detectan a la vez, larvas y exuvias a mediados de Marzo, manteniendo su población hasta principios de Abril. Posteriormente esta especie reaparece en el mes de Agosto, donde desarrolla otra generación.

En el estanque III, se mantiene desde finales de Agosto hasta Diciembre, donde parece llevar a cabo, al menos, dos generaciones.

En estos dos estanques, sus poblaciones se van alternando en el tiempo con *C. sylvestris*.

En los estanques IV y V no está claro que llegue a desarrollar el ciclo de vida completo, por la ausencia de pupas y exuvias en las muestras.

La dinámica de esta población es muy similar a la de *C. sylvestris*, ya que pueden colonizar los estanques en cualquier momento del año, pero generalmente coincidiendo con el "bloom" de algas, de las cuales se alimentan.

Presenta densidades de población muy bajas en todos los estanques y no llega a mantenerse durante mucho tiempo, por lo que no completa el ciclo de vida en muchos casos, tal vez por la presencia de otras especies de Orthocladinos, con mayor capacidad competitiva, como *Psectrocladius barbimanus* o *P. limbatellus*.

. *Psectrocladius barbimanus*:

Es la especie de Orthocladino con una distribución más amplia en los estanques. Se reproduce en todos los estanques,

excepto en el IV y X. La variación temporal de las poblaciones en los diferentes estanques que coloniza aparece en la figura 5.18.

Coloniza estos medios en distintos momentos del año: a mediados de Febrero los estanques V y VI; en Marzo los estanques I, III y VII; en Abril los estanques II y IX, y en Noviembre el estanque VIII, llegando a desarrollar varias generaciones (4 o 5 en los estanques III, V, VI, VII y IX). El tiempo generacional parece ser de aproximadamente un mes.

Normalmente, se mantienen sus poblaciones desde el momento en que colonizan hasta finales de verano, coincidiendo con las máximas densidades de fitoplancton en los estanques. Sin embargo, coloniza el estanque VIII en Noviembre, ajustándose al desarrollo de algas en otoño.

. *Psectrocladius limbatellus*:

Unicamente coloniza y se reproduce con éxito en el estanque IV, donde desarrolla varias generaciones a lo largo del periodo de estudio. La variación temporal de sus poblaciones aparece en la figura 5.19.

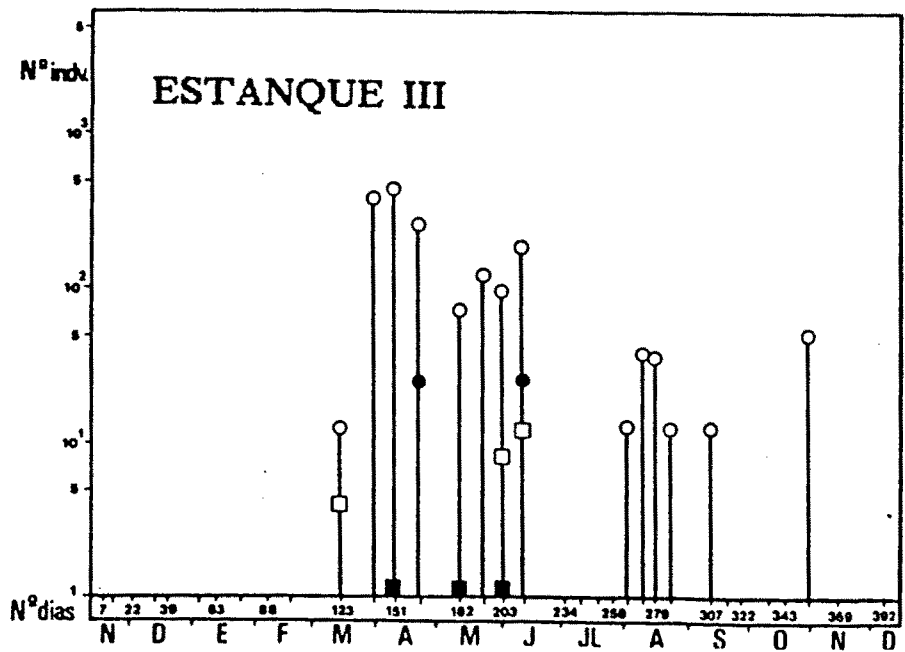
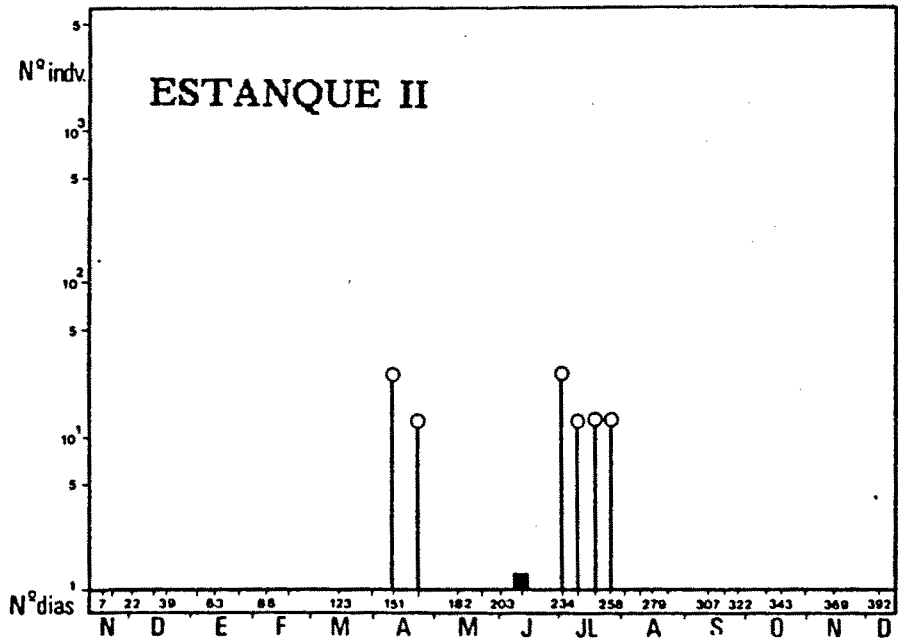
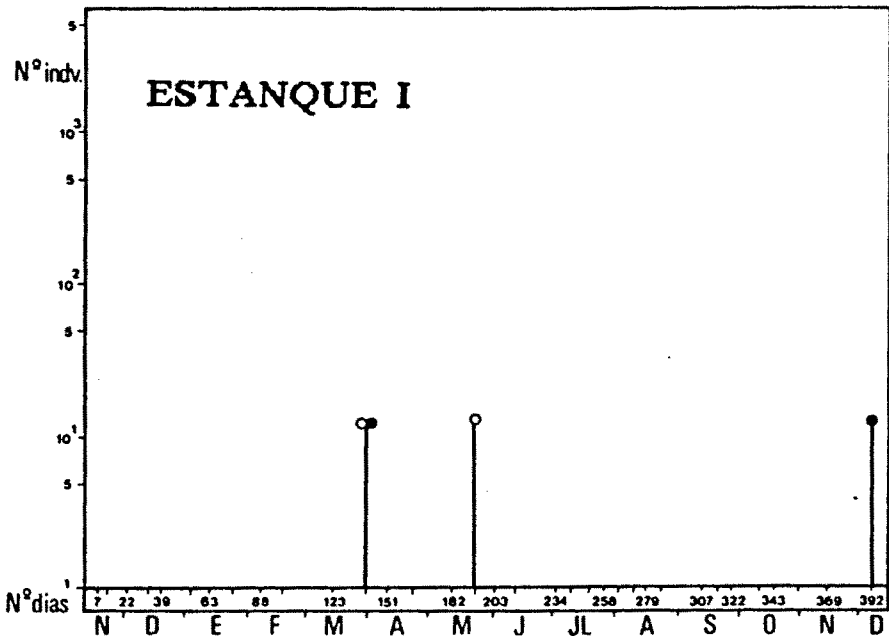
Se detecta por primera vez su presencia a principios de Febrero, con la aparición de una exuvia. Posteriormente, a finales de Marzo, aparecen larvas que completan su ciclo de vida en un mes. A partir de esta segunda generación, se suceden 2 o 3 más, hasta el final del periodo de estudio, cuando sus poblaciones desaparecen.

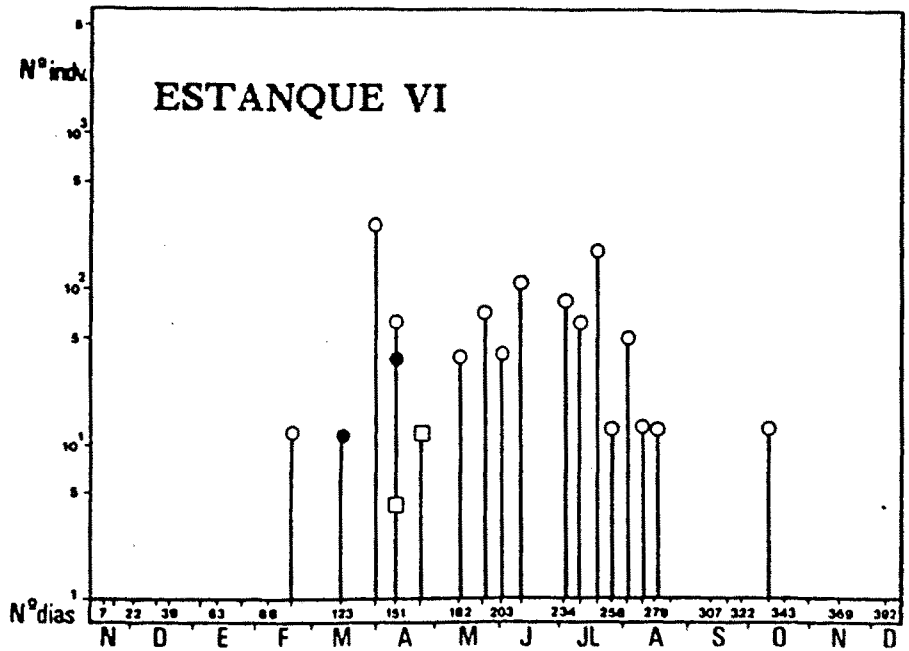
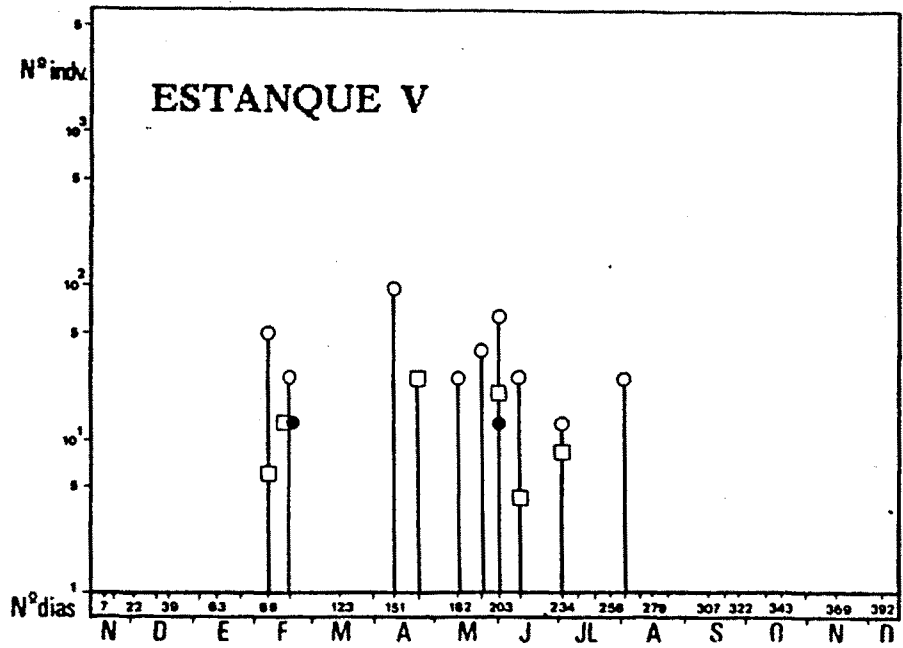
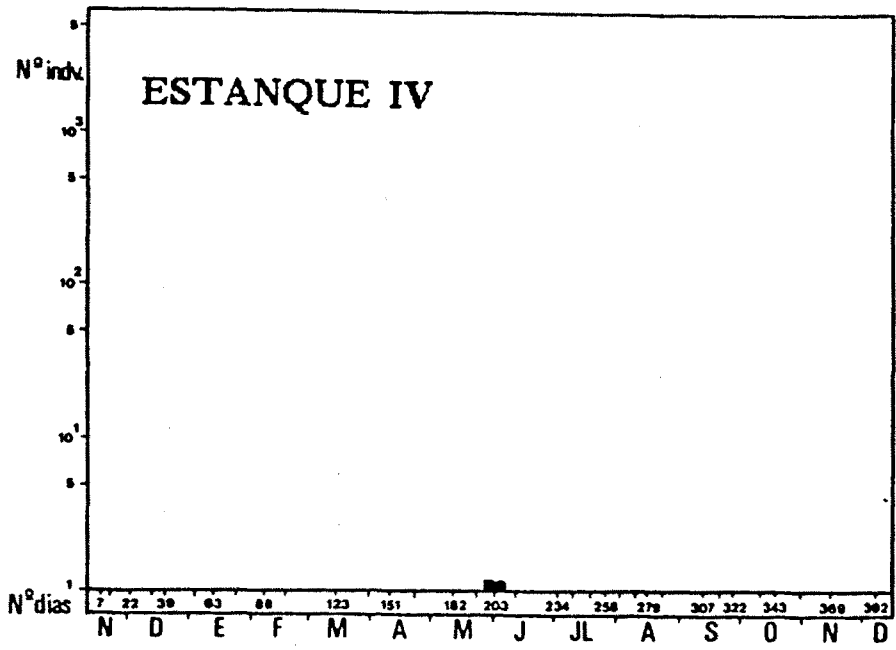
El tiempo generacional es de aproximadamente un mes, al menos en las primeras.

Figura 5.18: Variación temporal de las poblaciones de Psectrocladius barbimanus durante el periodo de estudio.

- Larvas.
- Ninfas.
- Exuvias ninfales.
- Adultos.

# *Psectrocladius barbimanus*





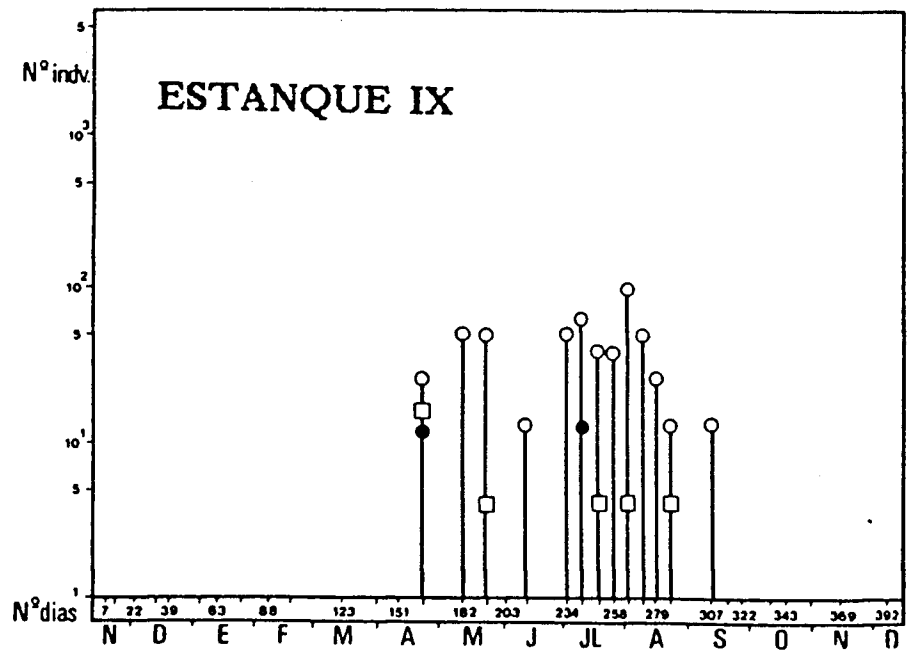
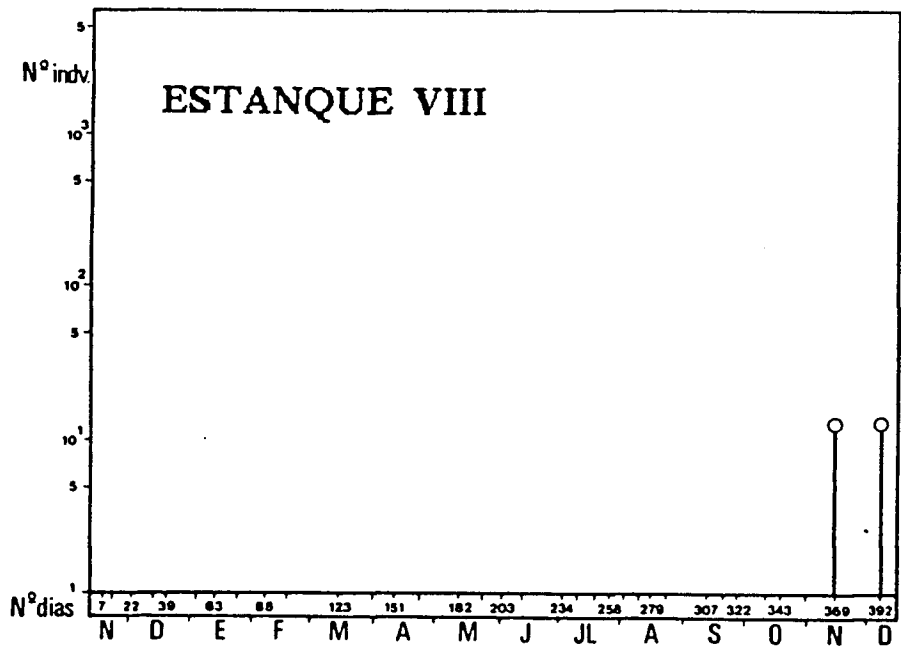
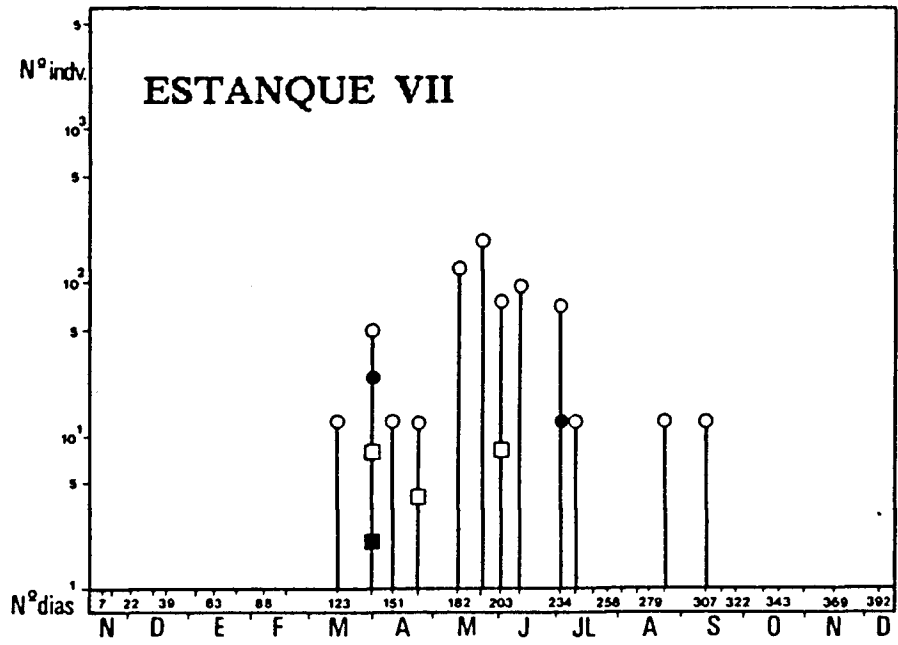
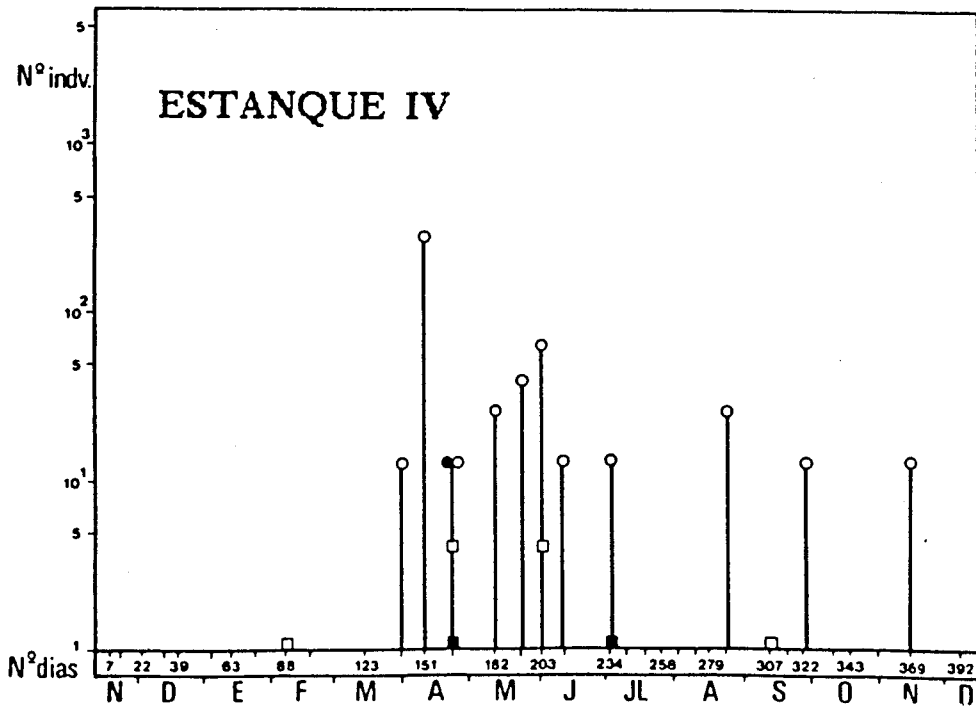
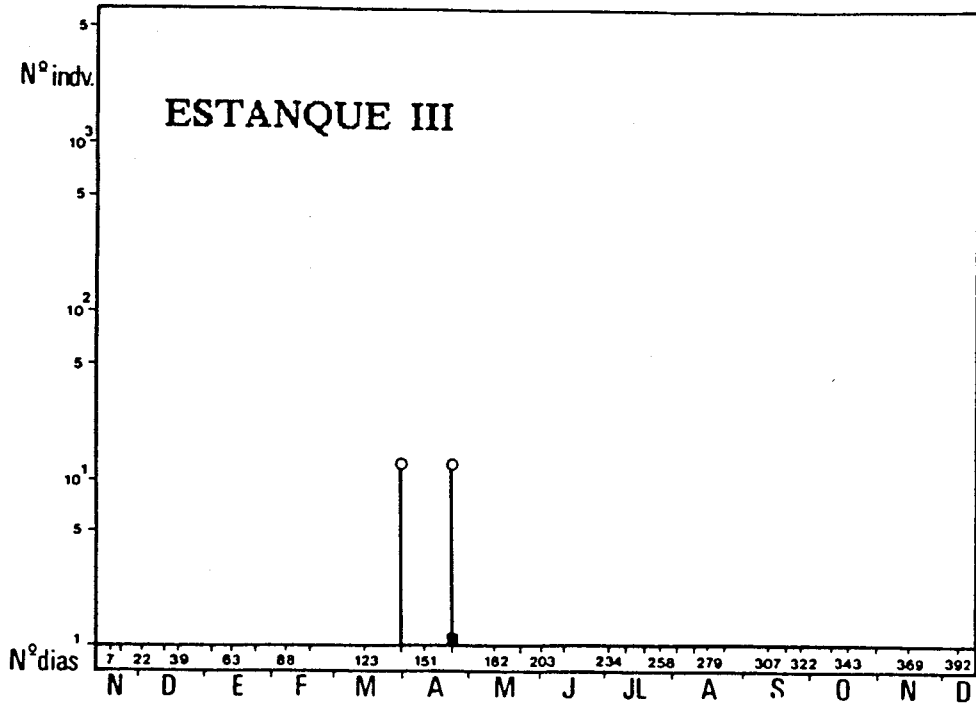




Figura 5.19: Variación temporal de la población de Psectrocladius limbatellus durante el periodo de estudio.

- Larvas.
- Ninfas.
- Exuvias ninfales.
- Adultos.

# *Psectrocladius limbatellus*



El asentamiento de esta especie en el estanque impide la colonización con éxito de *P. barbimanus*. En cambio, en el estanque III, donde se han encontrado unas pocas larvas, el 30 de Marzo y 23 de Abril, ocurre al contrario, la presencia *P. barbimanus* impide el desarrollo de esta especie.

Esto indica que las dos especies son competidoras, excluyéndose mutuamente, de forma que los estanques que han sido ocupados previamente por una de ellas, no se puede establecer la ótra.

. *Chironomini* spl:

Sólo se han detectado dos larvas a finales de Agosto, en el estanque IX. No llega a completar el ciclo de vida en dicho estanque.

. *Chironomus riparius*:

Es otra de las especies de Quironómidos que coloniza con éxito todos los estanques (excepto el X). La evolución temporal de sus poblaciones aparece representada en la figura 5.20.

Es una de las primeras especies colonizadora de los estanques, junto con *C. longiareolata*.

Se detecta por primera vez, en forma de larvas, en el estanque VIII, 13 días después de su primer llenado, observándose, pasados 19 días, las primeras exuvias pupales en los estanques I, III, V y VI. Sus poblaciones aparecen más tarde en los estanques VII (finales de Enero), II y IV (mediados de Marzo).

Desarrollan varias generaciones en este tipo de medios, manteniendo sus poblaciones normalmente hasta principios de verano, aunque en el estanque I llegan hasta principios de Agosto, y en el estanque II se encuentran larvas de forma aislada, a finales de Septiembre.

Durante los meses de verano, se han observado algunos adultos en varios estanques que llegan volando de otros medios, pero que no consiguen asentarse en esas fechas ya que las comunidades son muy ricas en especies competidoras.

Su caracter pionero y oportunista, alimentación a base de microdetritos del sedimento y rápida tasa de reproducción, le permiten explotar ambientes donde es pequeña la competencia con otros insectos (PINDER, 1986), por lo que es frecuente en medios acuáticos temporales o cuerpos de agua recientes (STREET & TITMUS, 1979; RASMUSSEN, 1985).

. *Polypedilum laetum*:

También se ha encontrado en todos los estanques, excepto el I y X, a partir de Julio y Agosto, cuando *C. riparius* desaparece de ellos.

La variación temporal de sus poblaciones en dichos estanques aparece representada en la figura 5.21.

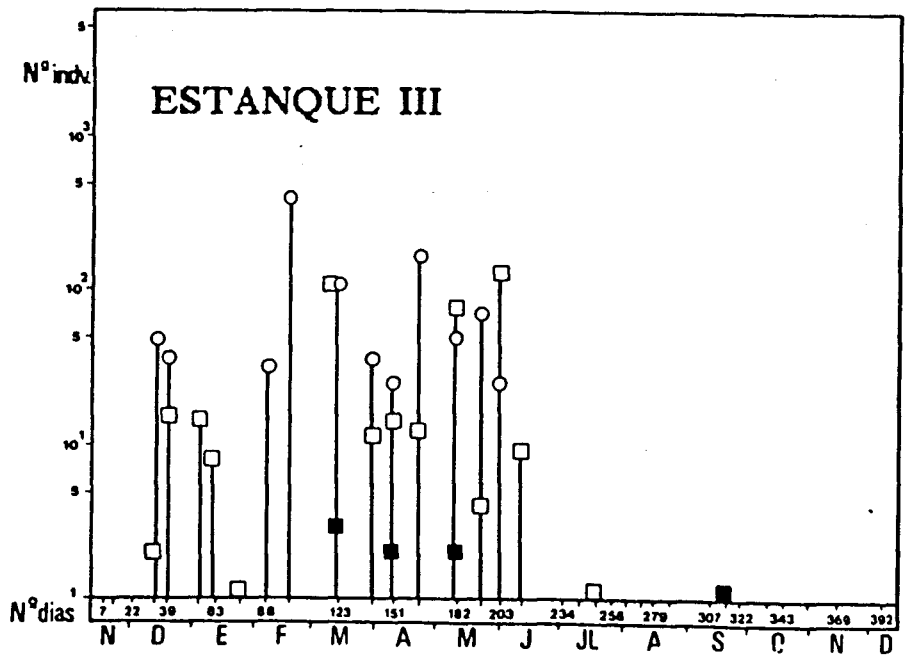
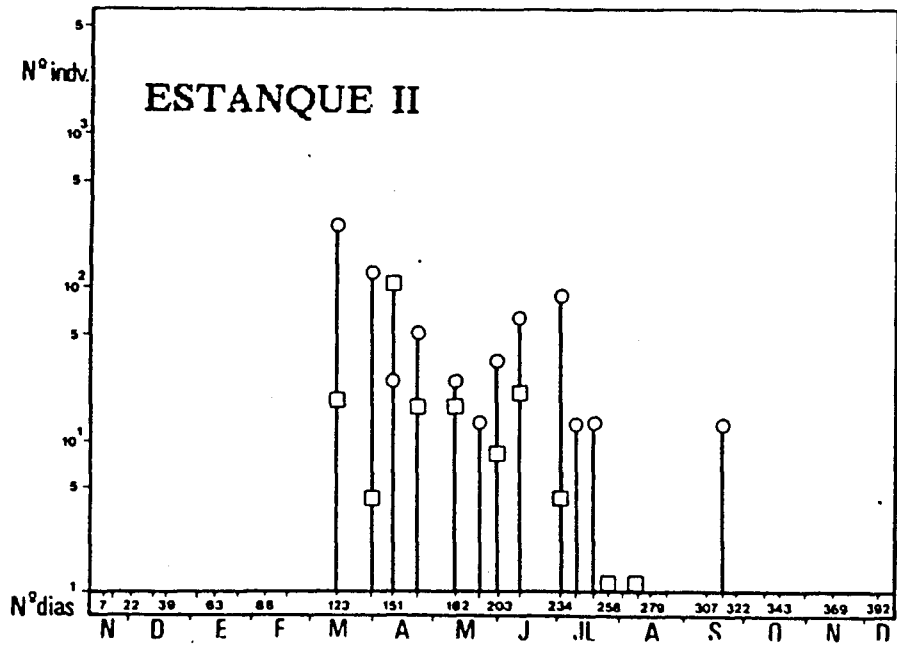
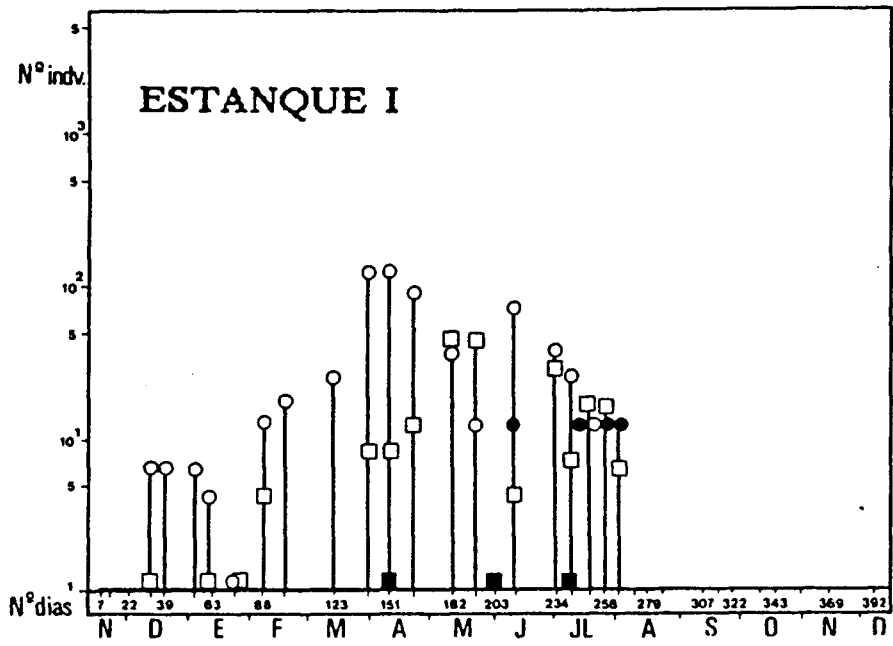
El estanque V es uno de los primeros en ser colonizado, detectándose la presencia de larvas y exuvias a principios de Julio.

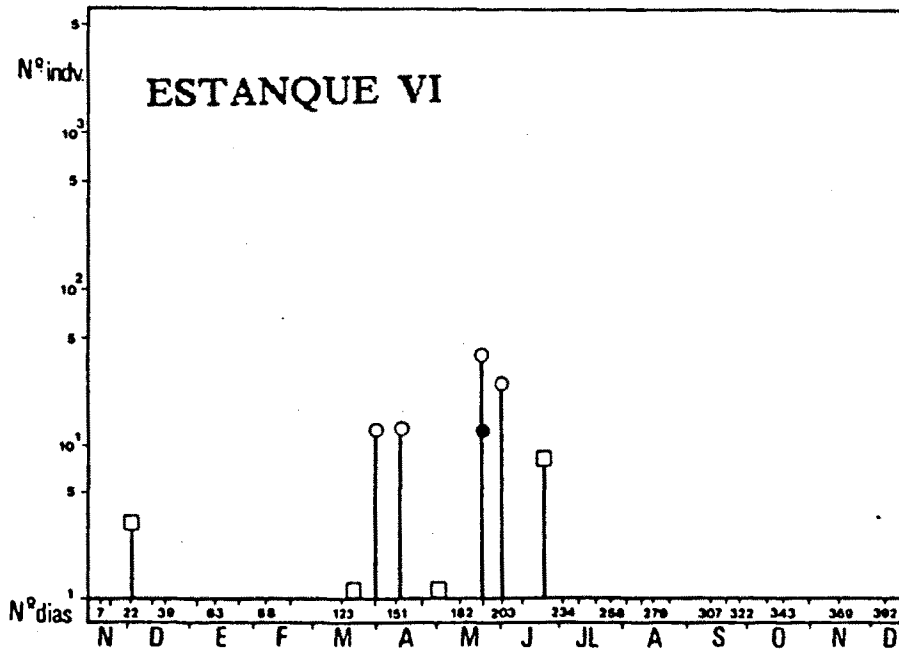
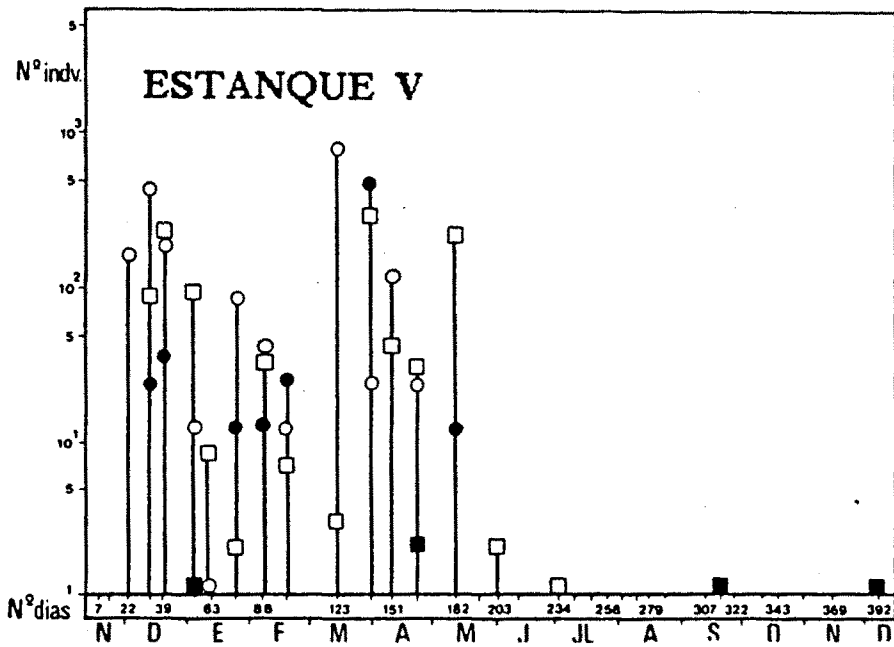
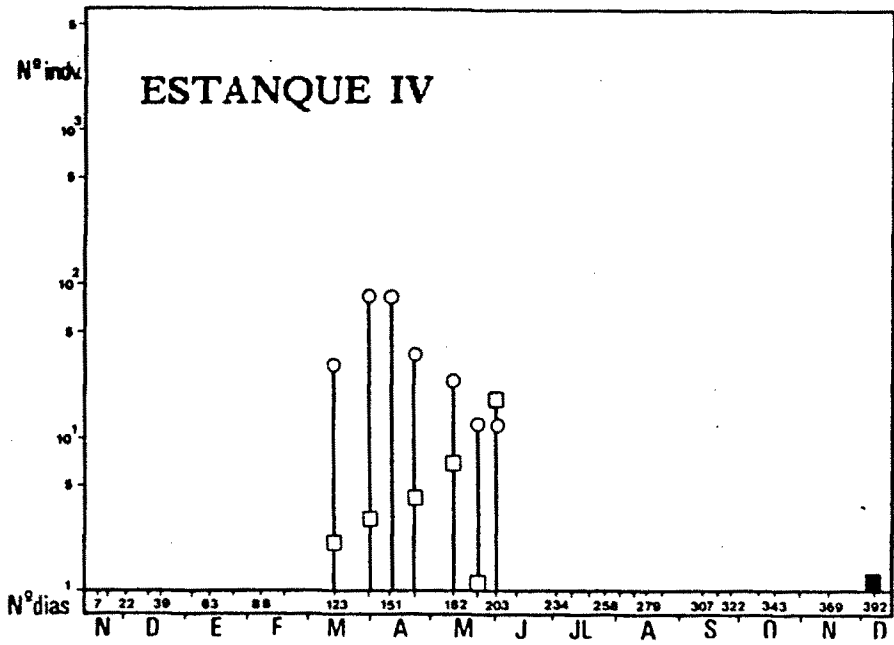
Llegan a desarrollar 3 o 4 generaciones, manteniendo sus poblaciones hasta finales del estudio. En esta fecha se han encontrado larvas y exuvias, por lo que parece continuar su desarrollo durante todo el invierno, aunque más lentamente.

Figura 5.20: Variación temporal de las poblaciones de Chironomus riparius durante el periodo de estudio.

- Larvas.
- Ninfas.
- Exuvias ninfales.
- Adultos.

# *Chironomus riparius*





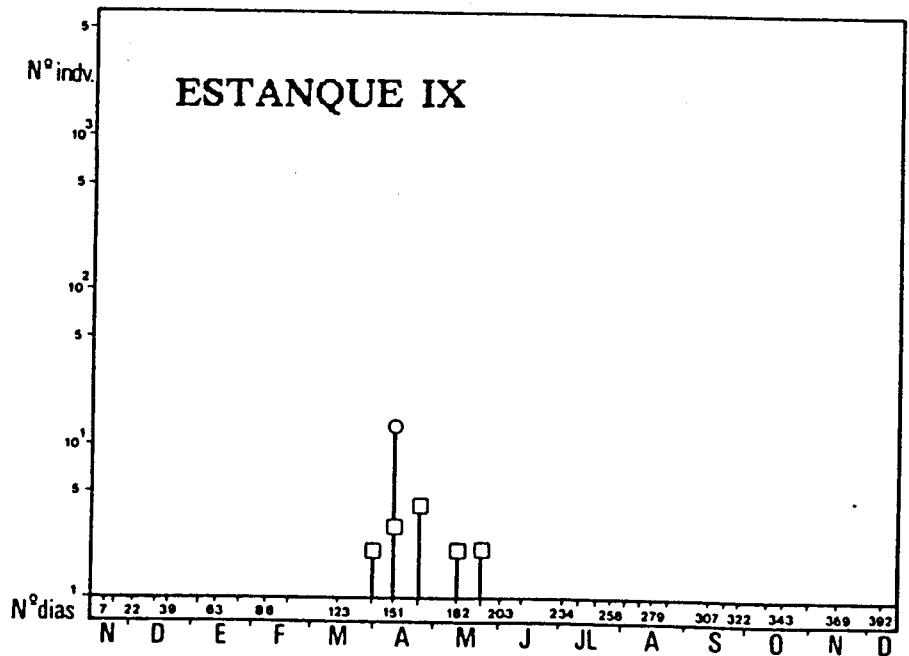
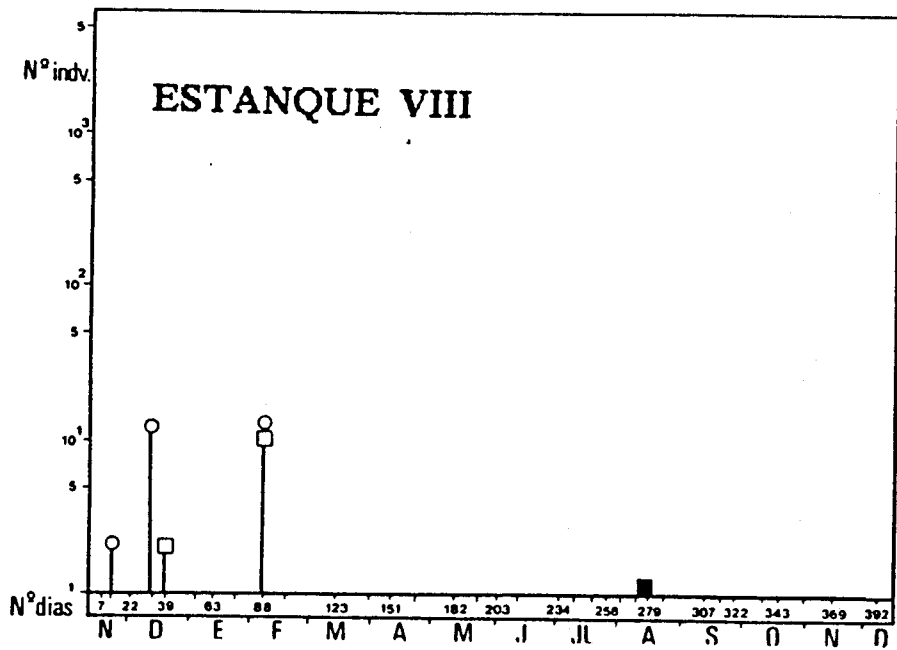
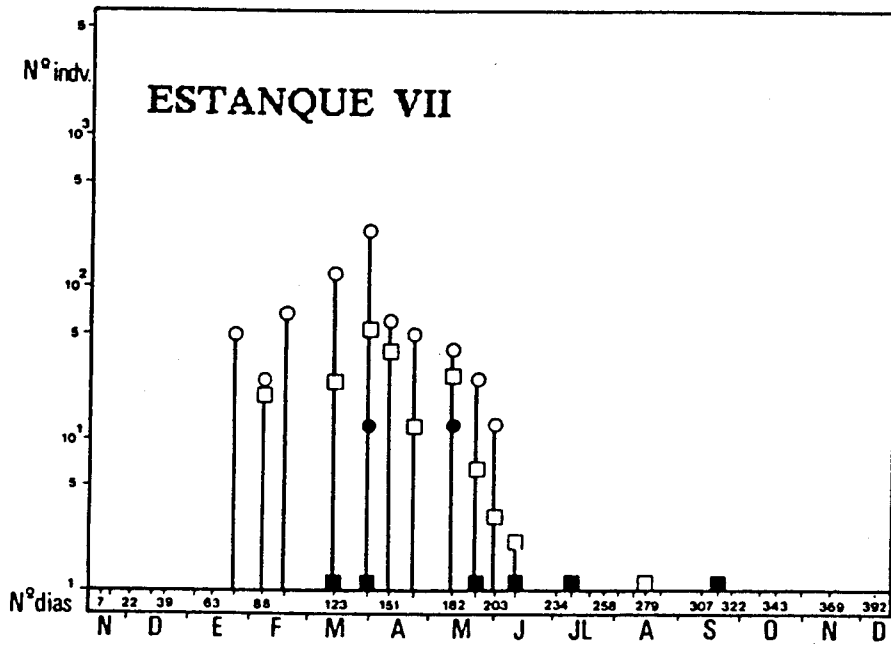
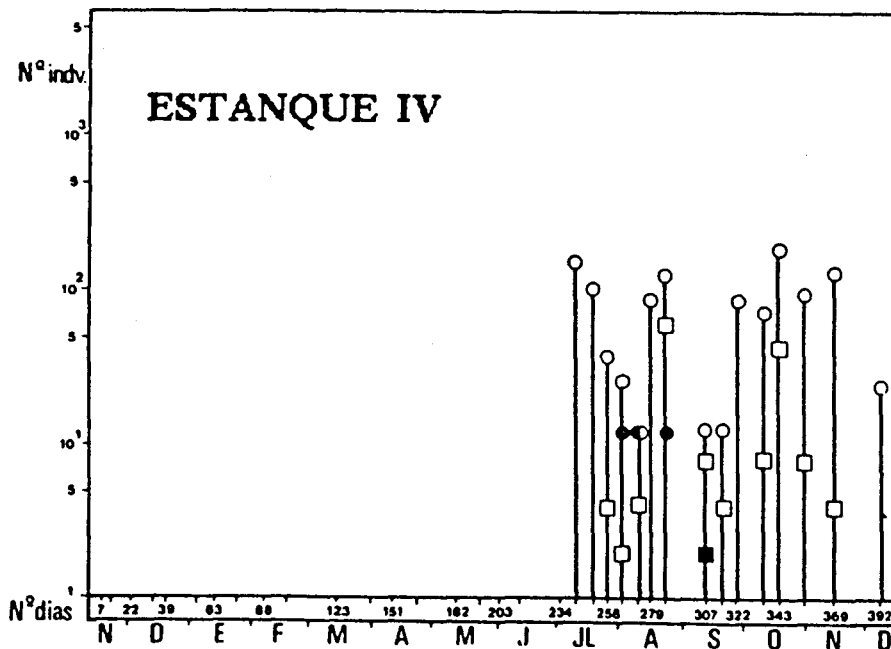
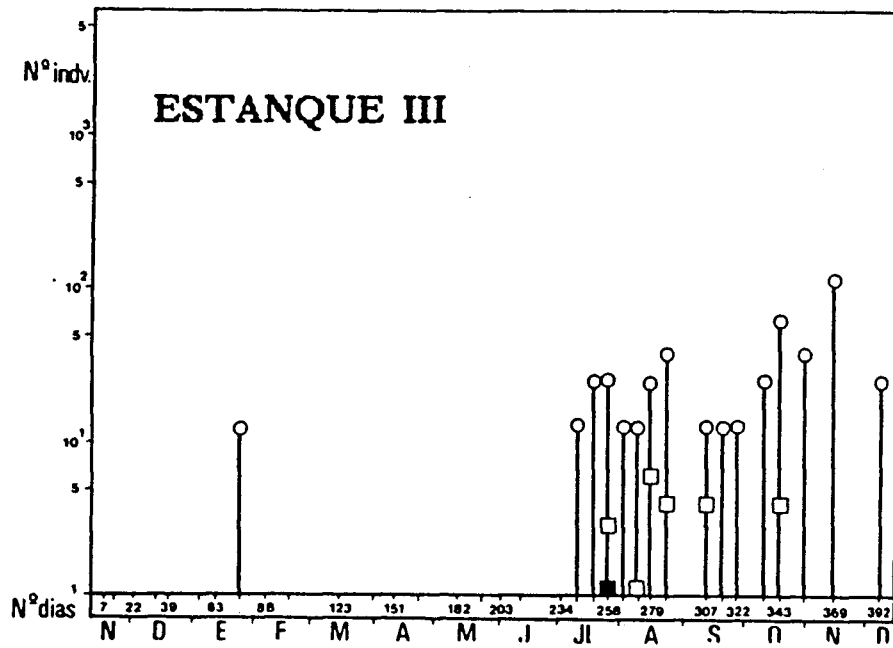
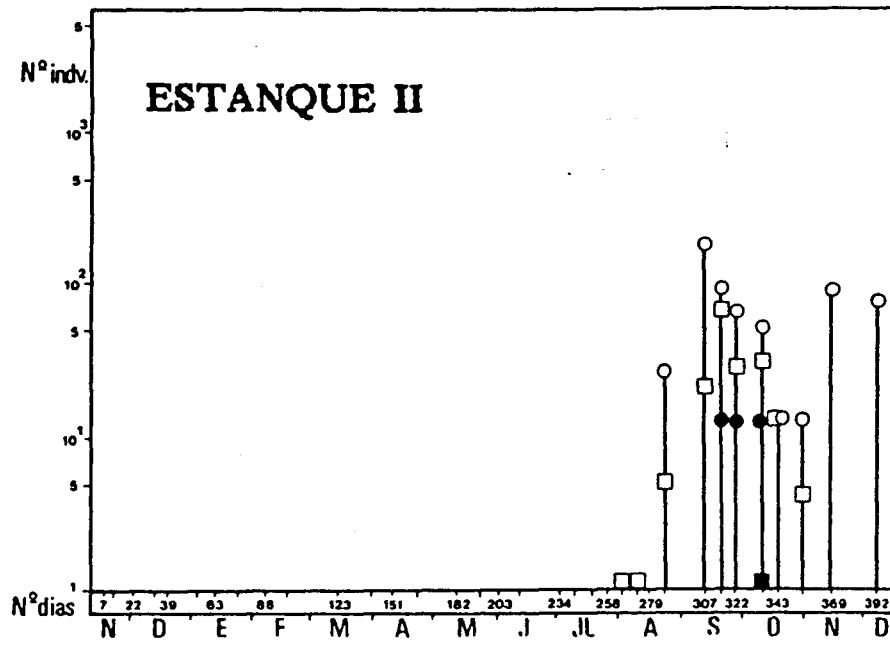


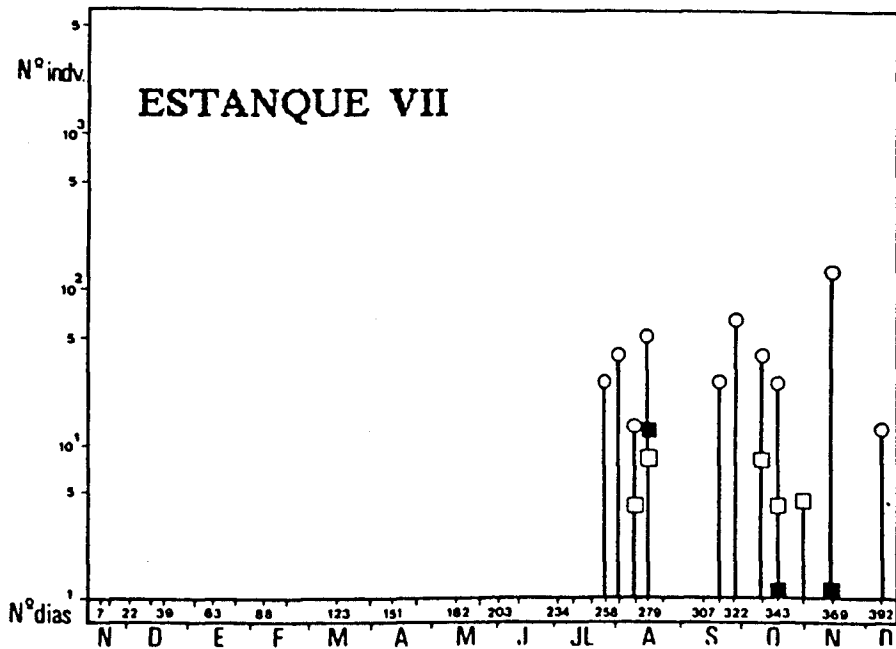
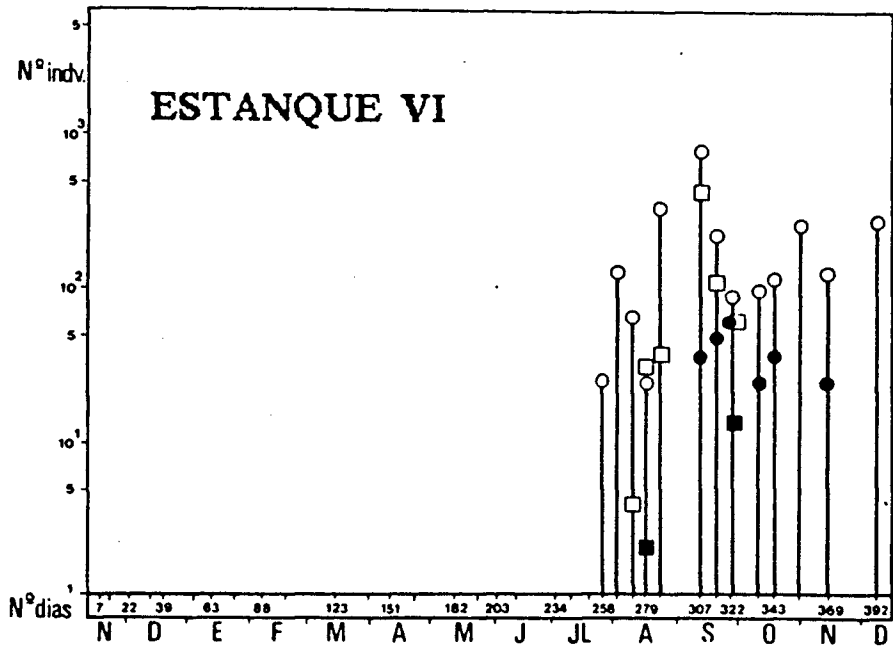
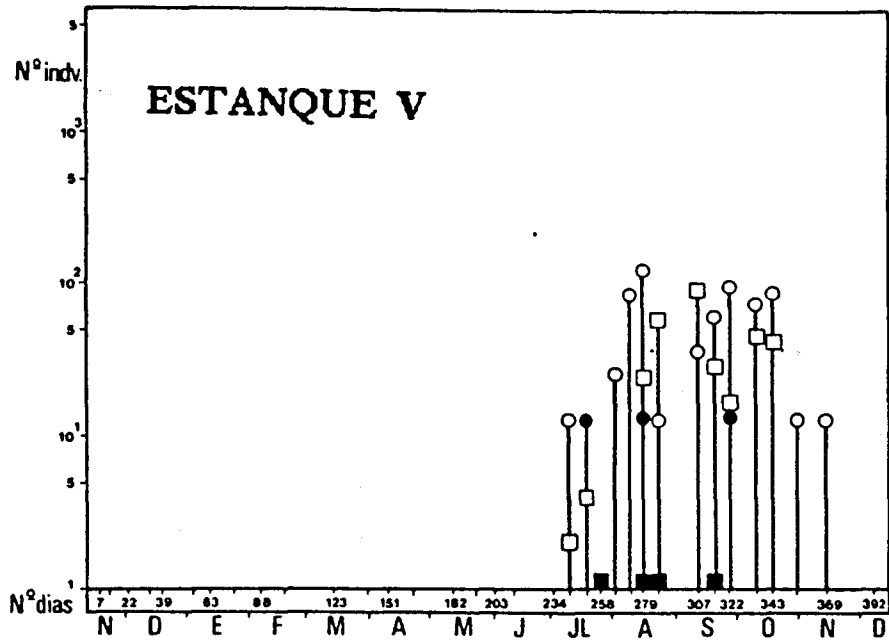


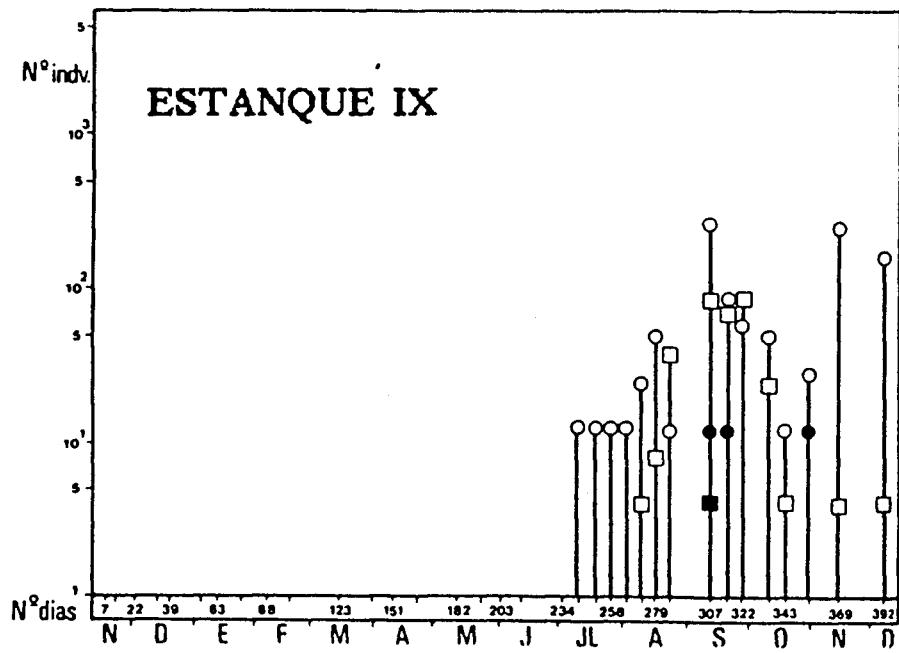
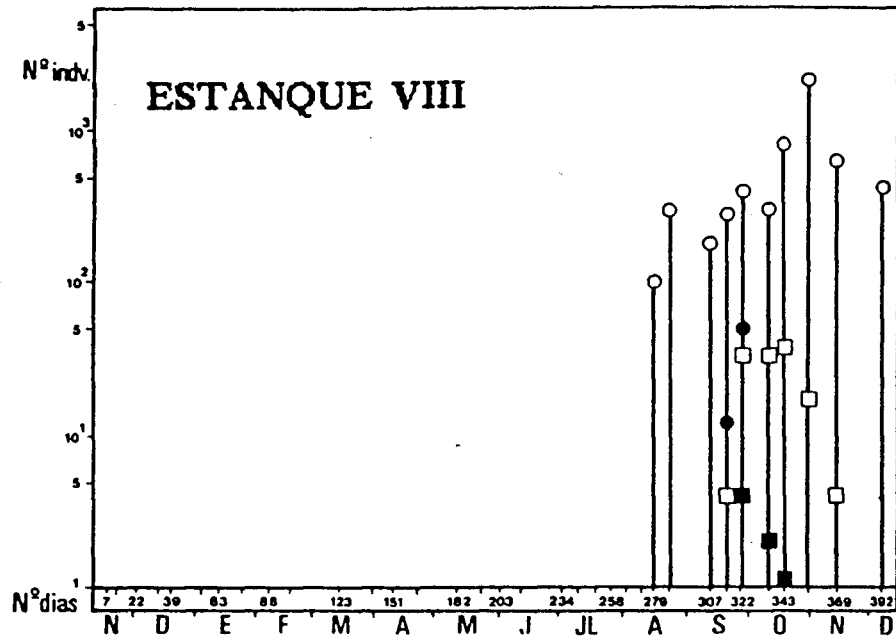
Figura 5.21: Variación temporal de las poblaciones de Polypedilum laetum durante el periodo de estudio.

- Larvas.
- Ninfas.
- Exuvias ninfales.
- Adultos.

# *Polypedilum laetum*







Se aprecia una clara sucesión entre estas dos especies de Quironómidos, a lo largo del proceso de colonización de los estanques, apareciendo en el primer momento de la formación de estos medios *C. riparius*, la especie más oportunista, siendo sustituida a partir del verano por *P. laetum*, que es más competitiva.

. *Polypedilum pullum*:

Unicamente se ha encontrado en el estanque I, donde desarrolla varias generaciones durante el periodo de estudio. La evolución de esta población aparece reflejada en la figura 5.22.

Llega al estanque en Febrero, mucho antes que *P. laetum* al resto de los estanques. En estas fechas convive con *C. riparius* y desarrolla su primera generación, tras la cual desaparece para colonizarlo nuevamente en el mes de Julio, cuando las poblaciones de *C. riparius* están declinando.

A partir de ese momento, hasta finales de estudio, sus poblaciones se mantienen, dando lugar, al menos, a 4 generaciones. Pasan los meses de Noviembre y Diciembre en forma de larva, viéndose su desarrollo retardado por la influencia de las bajas temperaturas.

. *Cladotanytarsus atridorsum*:

Se desarrolla con éxito en todos los estanques menos en el VIII y en el X. La variación temporal de sus poblaciones aparece representada en la figura 5.23.

Comienza a colonizar los estanques y establecer sus poblaciones, normalmente, a partir de los meses de Julio y Agosto, aunque en los estanques I, III y V lo hace antes.

El primer estanque que colonizan es el I, a principios de Febrero donde parece desarrollar una generación en muy corto espacio de tiempo. Posteriormente no se detecta hasta finales de Mayo, cuando empiezan a aparecer pupas de otra generación. Es ya a principios de Julio cuando el estanque es colonizado definitivamente por esta especie, desarrollando sucesivas generaciones hasta el final del periodo de estudio.

En el estanque V, sigue prácticamente la misma pauta, con una generación aislada durante el mes de Abril y varias generaciones a partir del mes de Agosto.

En el estanque III, a pesar de ser colonizado rápidamente por esta especie, no llega a asentarse durante los meses de verano, no observándose una población estable de larvas hasta mediados de Octubre.

En el resto de estanques se producen varias generaciones sucesivas durante el verano y otoño.

. *Cladotanytarsus mancus*:

Sólo coloniza y se reproduce en el estanque VIII, al encontrarlo, probablemente, tras su segundo llenado, en un estado primario de sucesión, lo que supone un hábitat adecuado para esta especie, de carácter más oportunista que la anterior.

Las primeras larvas aparecen a finales de Agosto y rápidamente completan su desarrollo, emergiendo los primeros adultos a principios de Septiembre. Tras esta generación, parece desarrollar otras dos hasta finales del periodo de estudio, como puede observarse en la figura 5.24.

## *Polypedilum pullum*

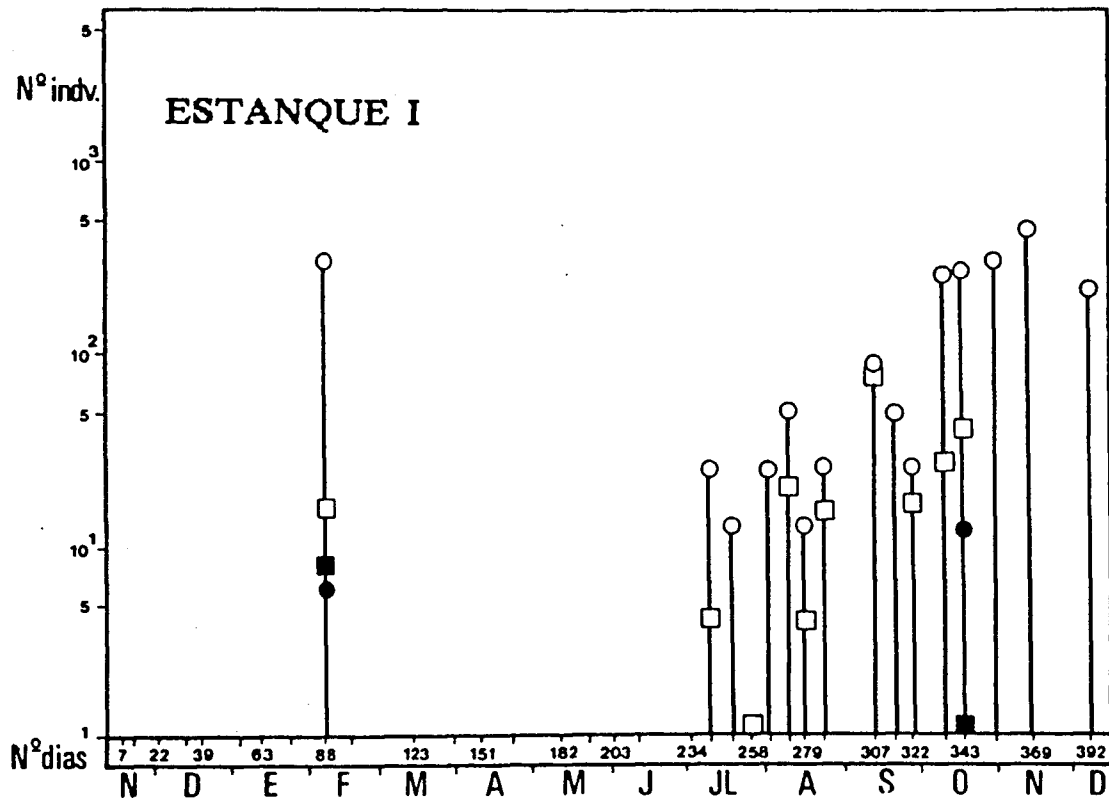


Figura 5.22: Variación temporal de la población de Polypedilum pullum durante el periodo de estudio.

- Larvas.
- Ninfas.
- Exuvias ninfales.
- Adultos.

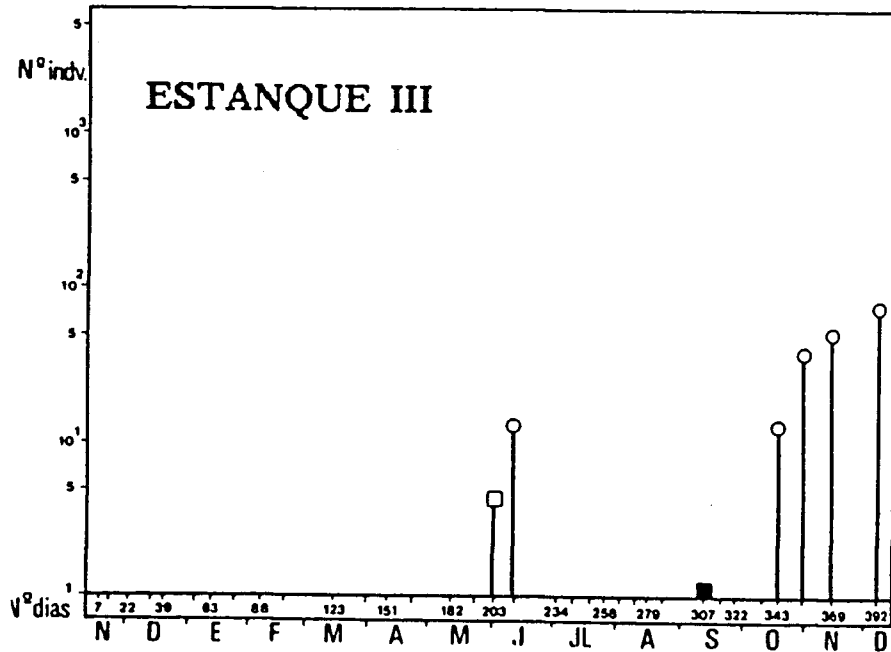
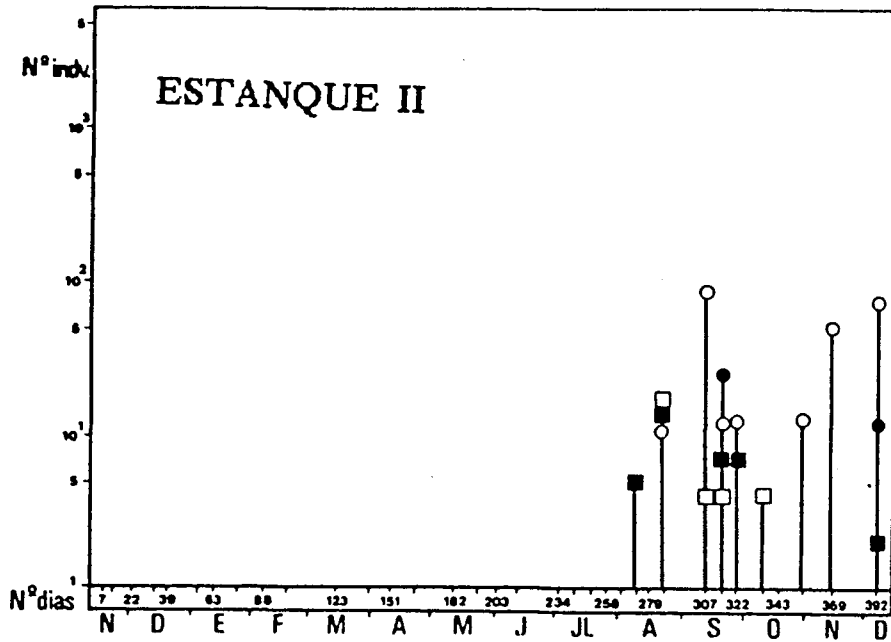
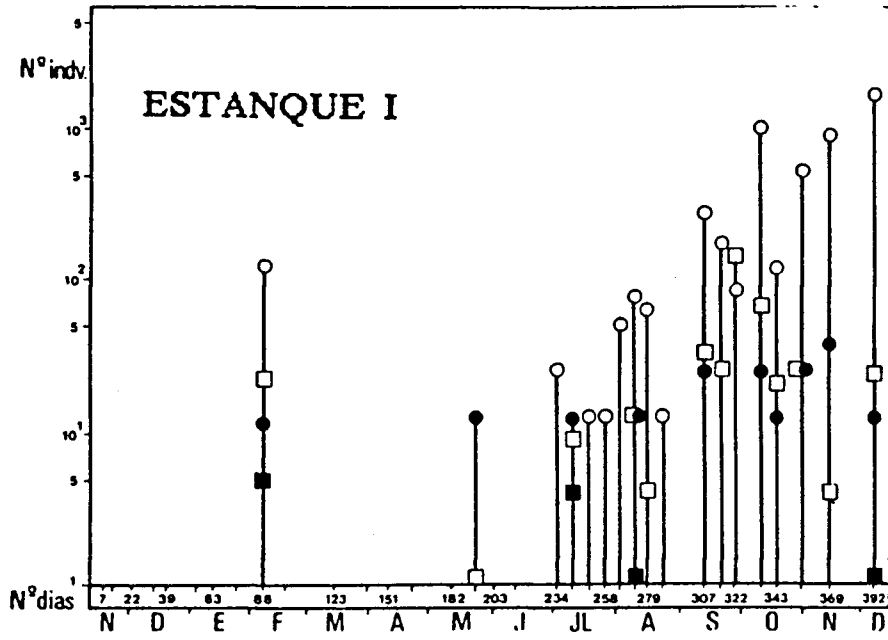


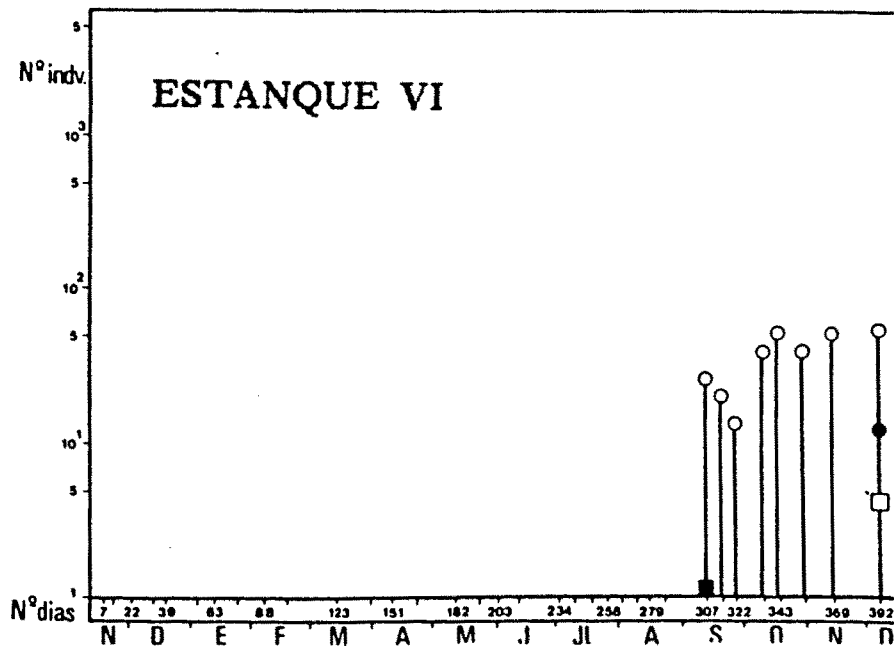
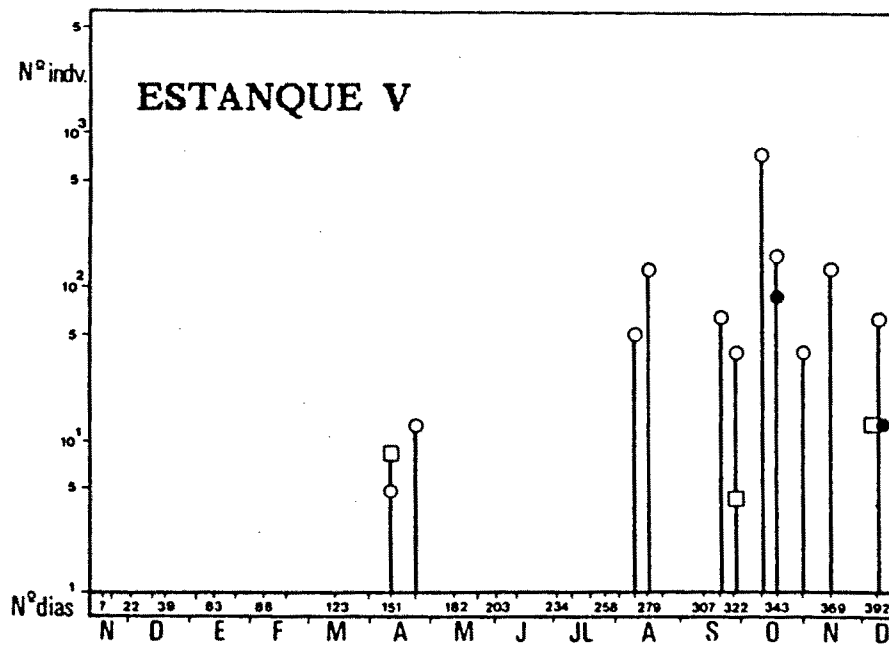
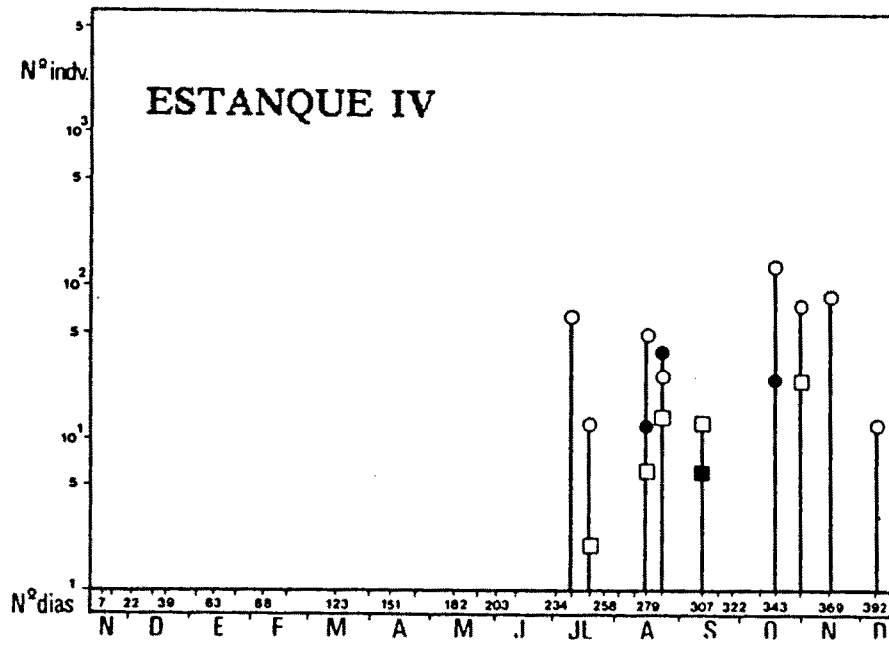


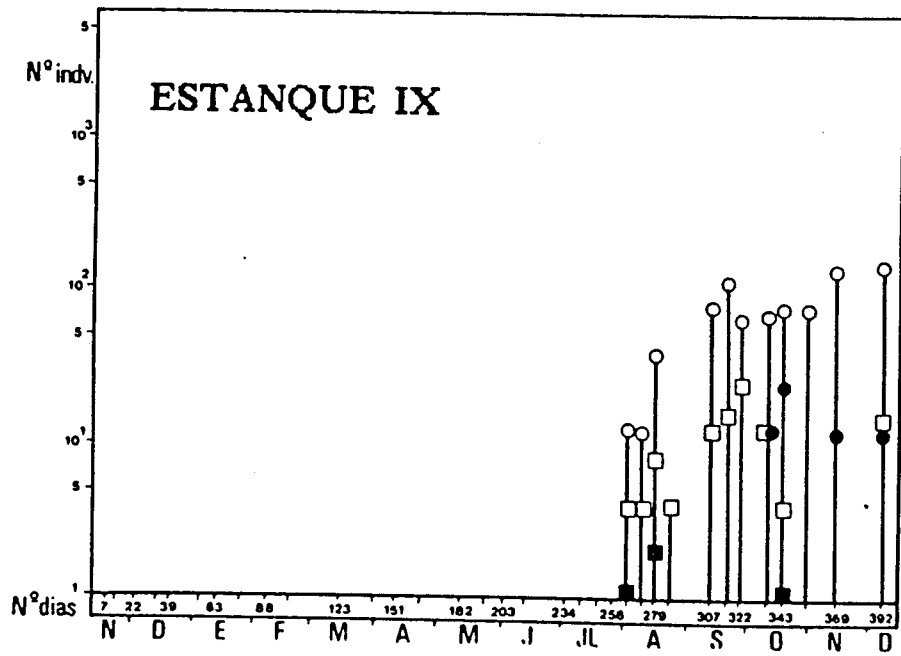
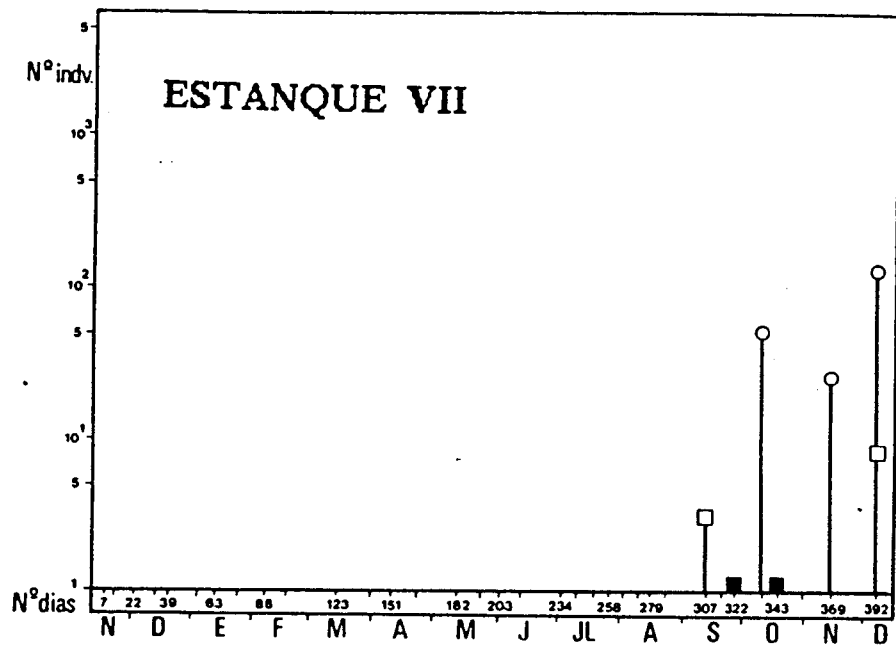
Figura 5.23: Variación temporal de las poblaciones de Cladotanytarsus atridorsum durante el periodo de estudio.

- Larvas.
- Ninfas.
- Exuvias ninfales.
- Adultos.

# *Cladotanytarsus atridorsum*







## *Cladotanytarsus mancus*

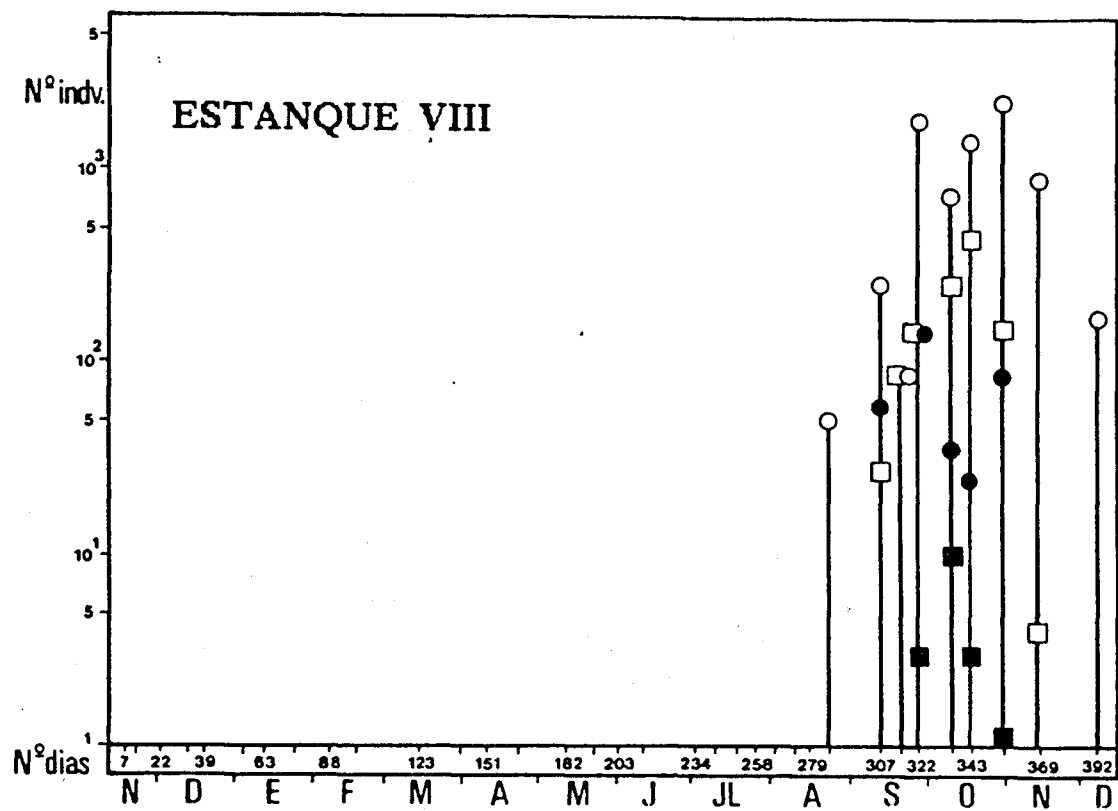


Figura 5.24: Variación temporal de la población de Cladotanytarsus mancus durante el periodo de estudio.

- Larvas.
- Ninfas.
- Exuvias ninfales.
- Adultos.



La dinámica de la población es prácticamente la misma que la de *C. atridorsum*.

. *Tanytarsus ejuncidus*:

Es otra de las especies de Tanytarsinos que se reproduce en todos los estanques, salvo en el VIII y X. La variación temporal de sus poblaciones aparece representada en la figura 5.25.

El estanque I es el primero en ser colonizado y donde se mantienen por más tiempo sus poblaciones. Sigue el mismo proceso de colonización que *C. atridorsum* en dicho estanque. En Febrero desarrolla la primera generación, tras la cual desaparece del estanque hasta principios de Julio, donde vuelve a desarrollar varias generaciones sucesivas hasta el final del periodo de estudio.

En los estanques IV y IX, también desarrolla varias generaciones durante los meses de verano y otoño. En cambio, en los estanques II, VI y VII, se detecta de una forma más esporádica, desarrollando dos o tres generaciones, pero de forma discontinua.

Sólo se han encontrado algunas larvas, junto con varios adultos aislados, en los estanques III y V, por lo que no se puede considerar que lleguen a completar su ciclo de vida en dichos medios.

En el estanque VIII, la presencia de *C. mancus* y *Tanytarsus* sp2 parece impedir su establecimiento.

. *Tanytarsus* sp2:

Es el *Tanytarsino* de mayor éxito reproductivo en los estanques, ya que en todos ellos, excepto en el I y X, desarrolla varias generaciones y mantiene su población durante gran parte del año. La evolución temporal de sus poblaciones aparecen en la figura 5.26.

El estanque I, no lo ha colonizado probablemente, por el gran desarrollo de las poblaciones de *C. atridorsum* y *T. ejuncidus*, aunque está claro que pueden coexistir por su concurrencia en otros estanques.

El estanque V es el primero en ser colonizado (desde finales de Marzo) y donde desarrollan gran número de generaciones hasta el final del periodo de estudio, alcanzando la mayor densidad de todos los estanques. Su dominio en este estanque parece limitar, en parte, el desarrollo de las otras dos especies anteriores, sobre todo de *T. ejuncidus*.

El efecto de la interacción entre las dos especies de *Tanytarsus* se manifiesta en algunos casos por una separación temporal entre sus poblaciones, como ocurre en los estanques II, III, VI y VII.

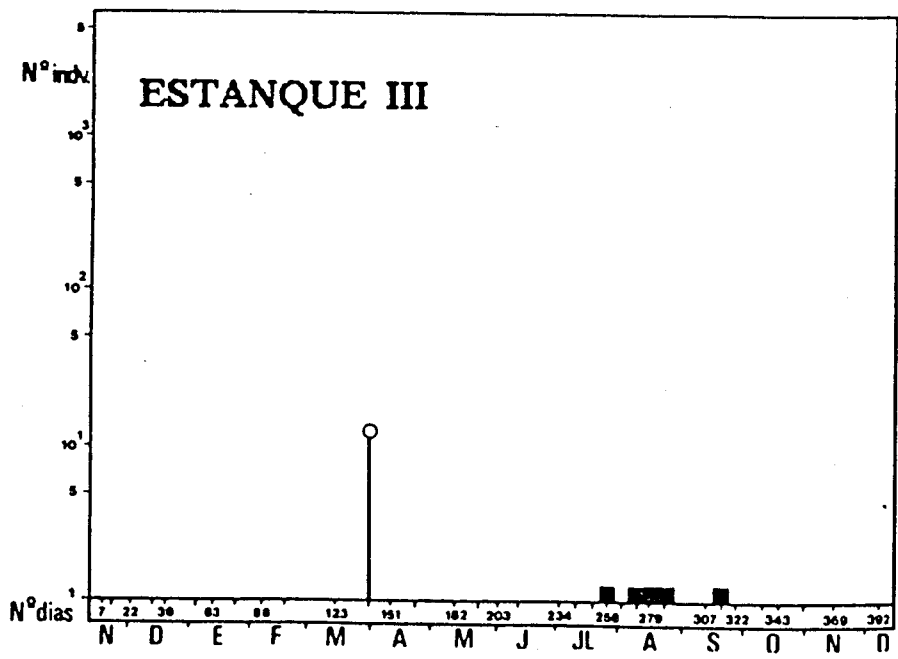
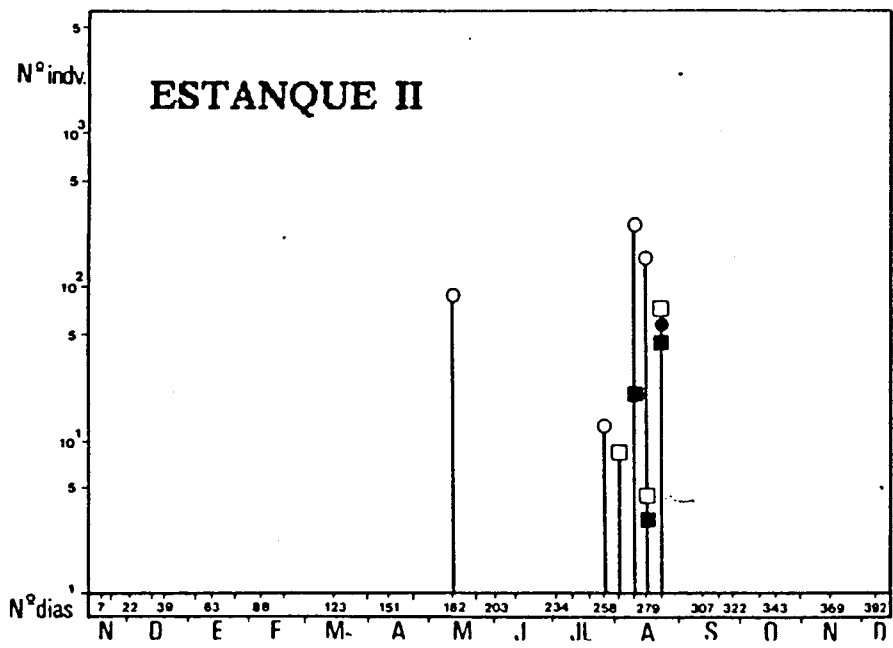
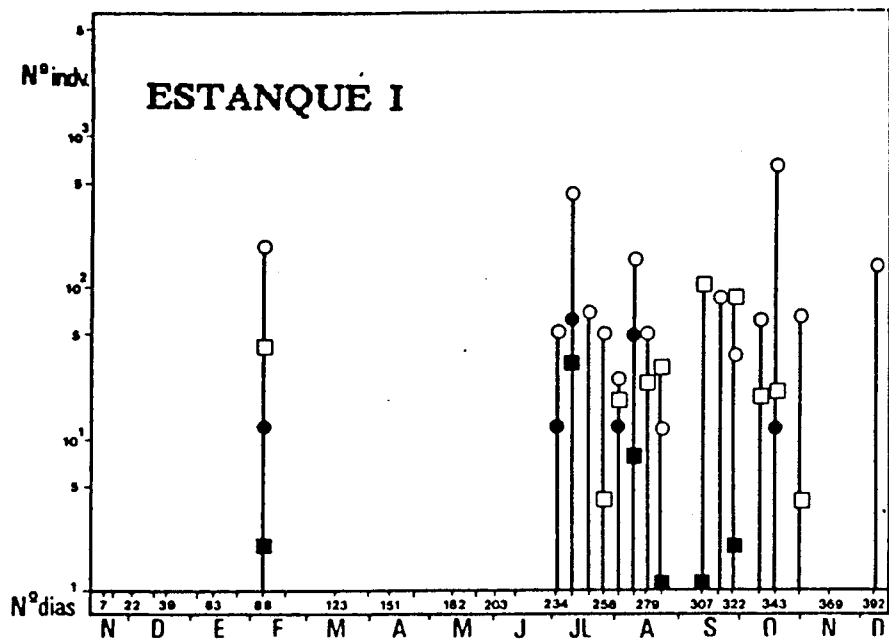
En cambio, en el IV, V y IX, en los momentos en que coexisten las dos poblaciones, una de ellas predomina sobre la otra.

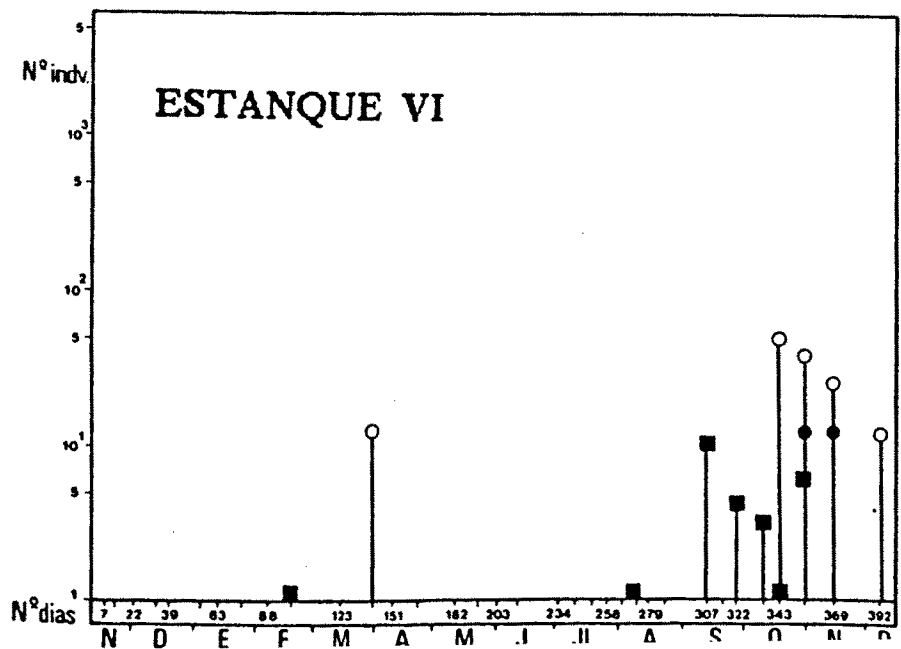
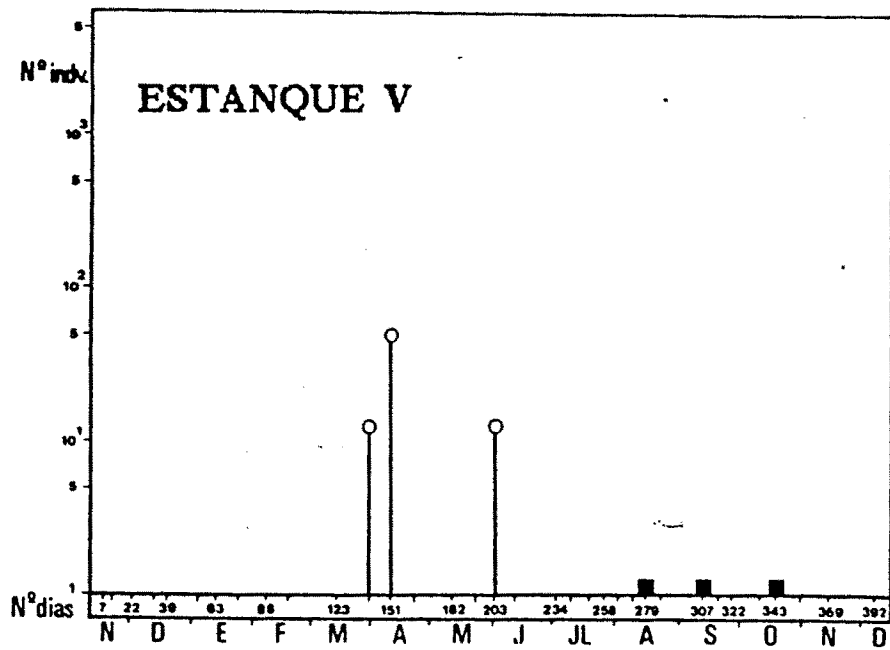
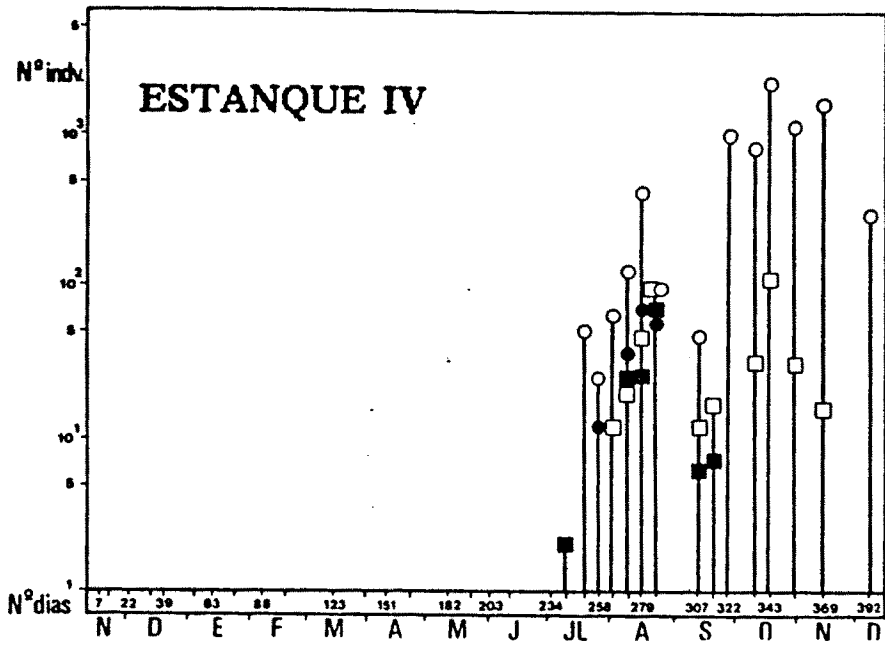


Figura 5.25: Variación temporal de las poblaciones de Tanytarsus ejuncidus durante el periodo de estudio.

- Larvas.
- Ninfas.
- Exuvias ninfales.
- Adultos.

# *Tanytarsus ejuncidus*





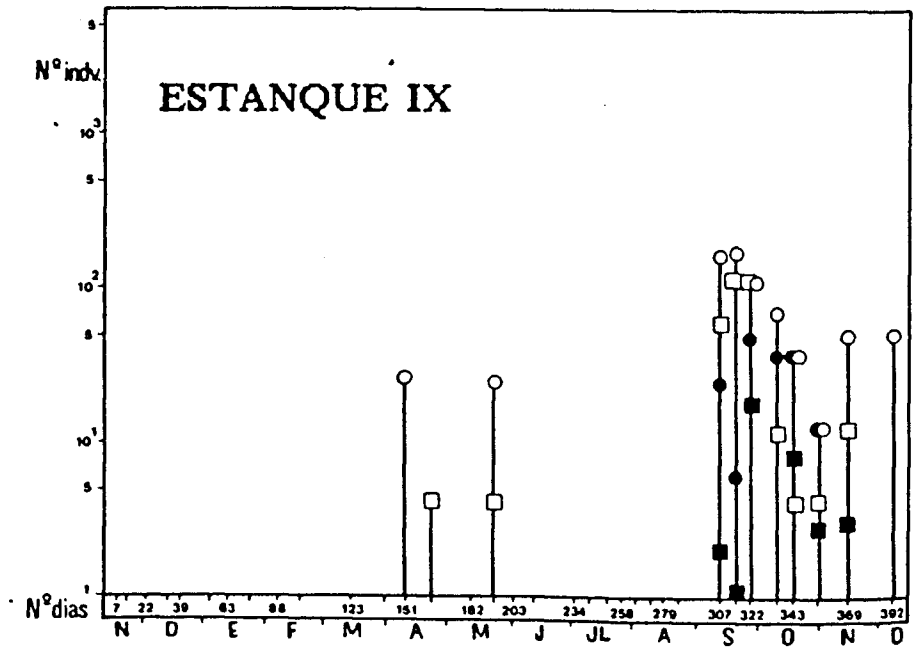
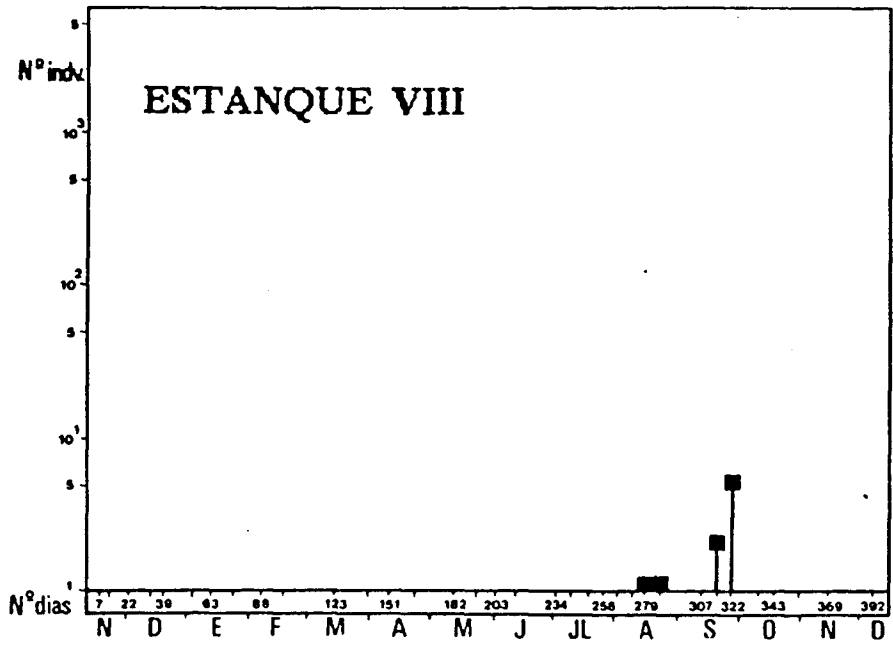
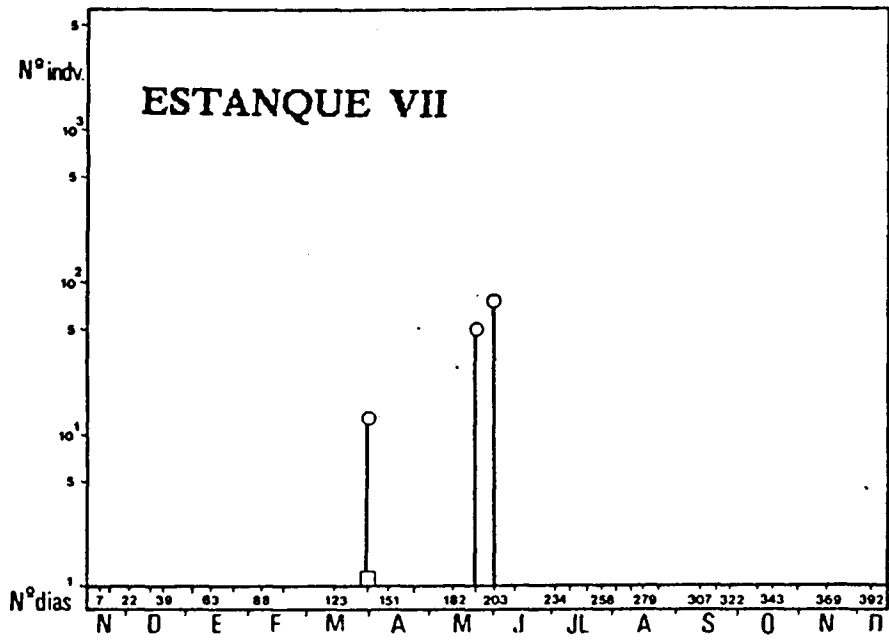
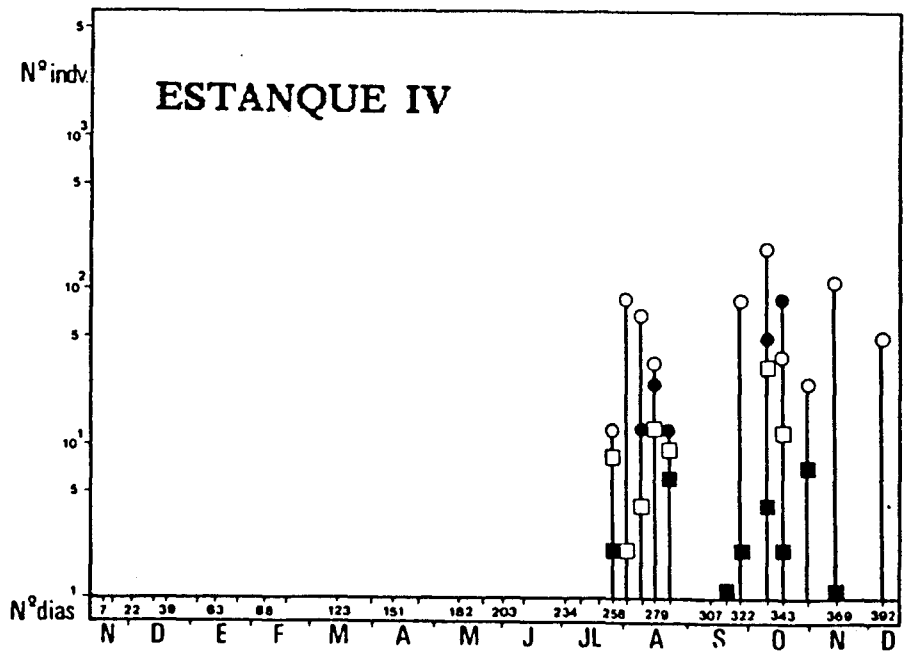
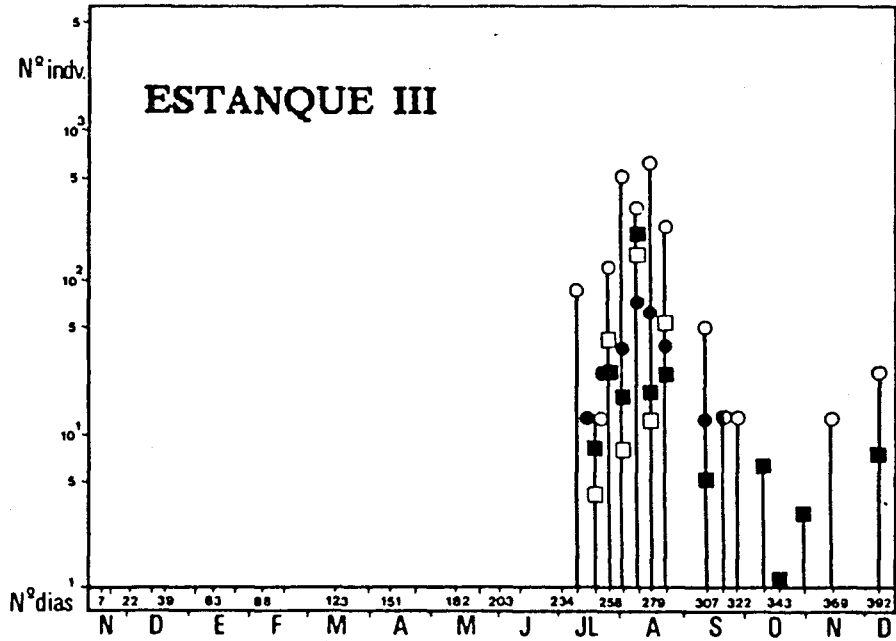
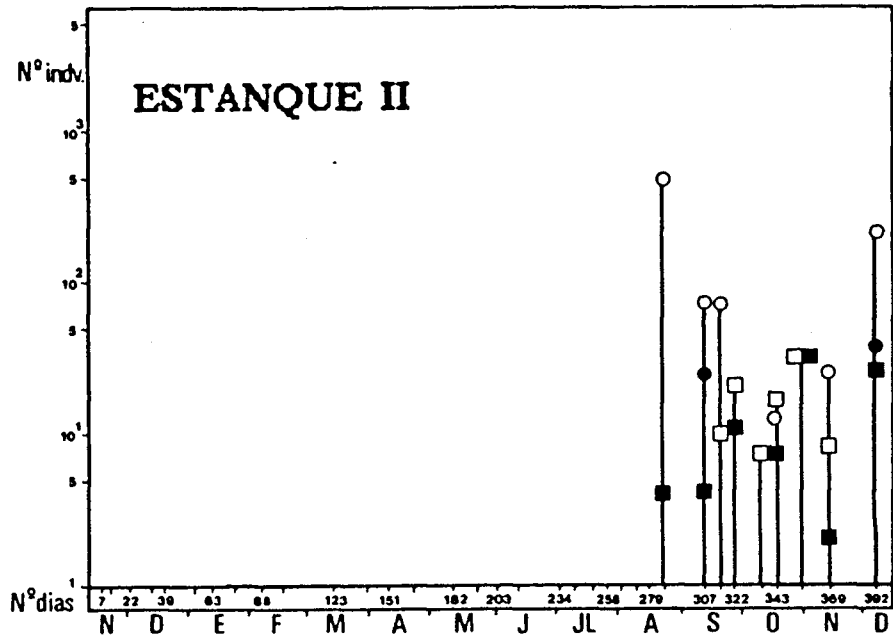
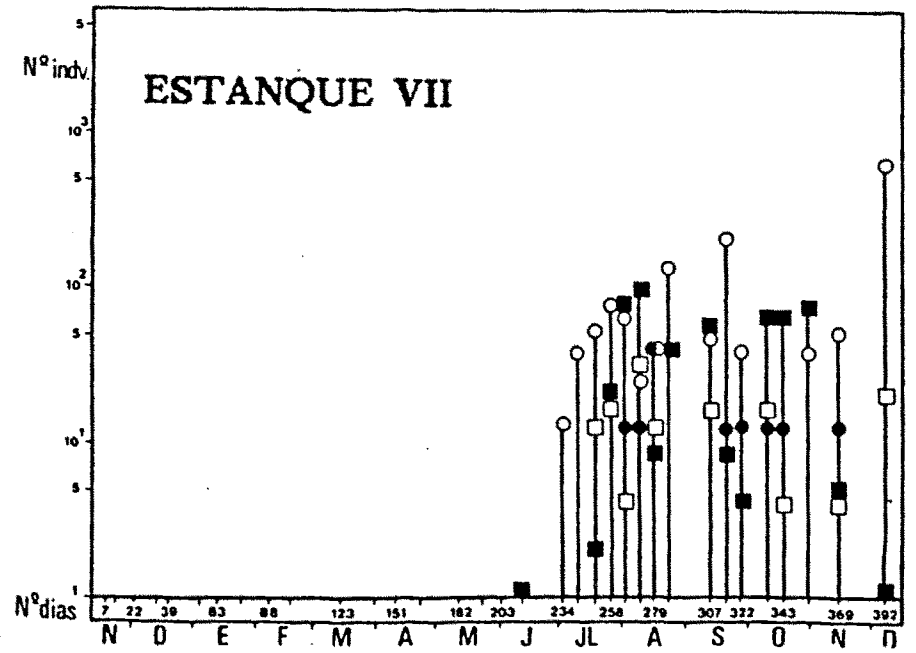
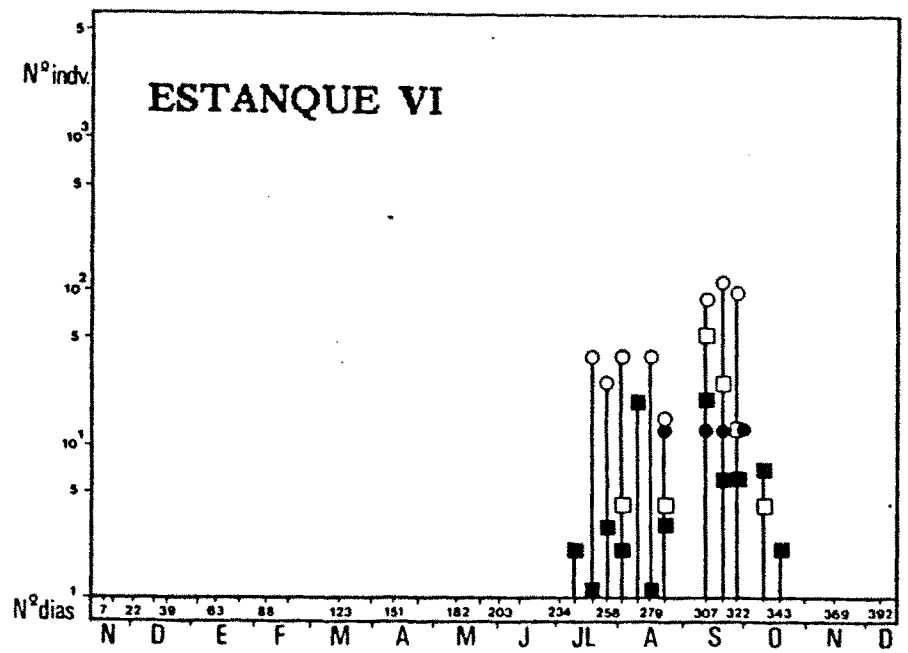
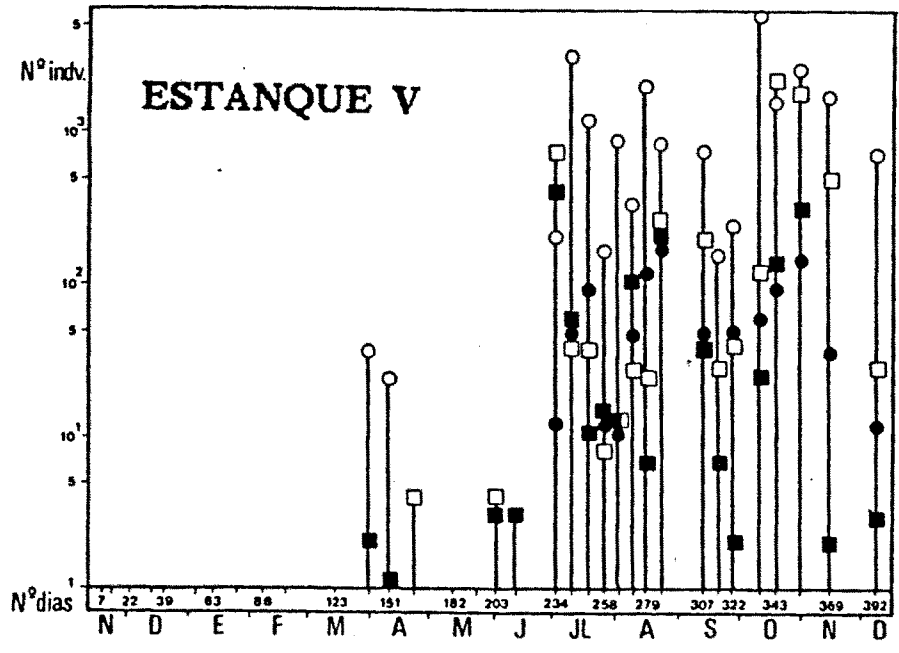


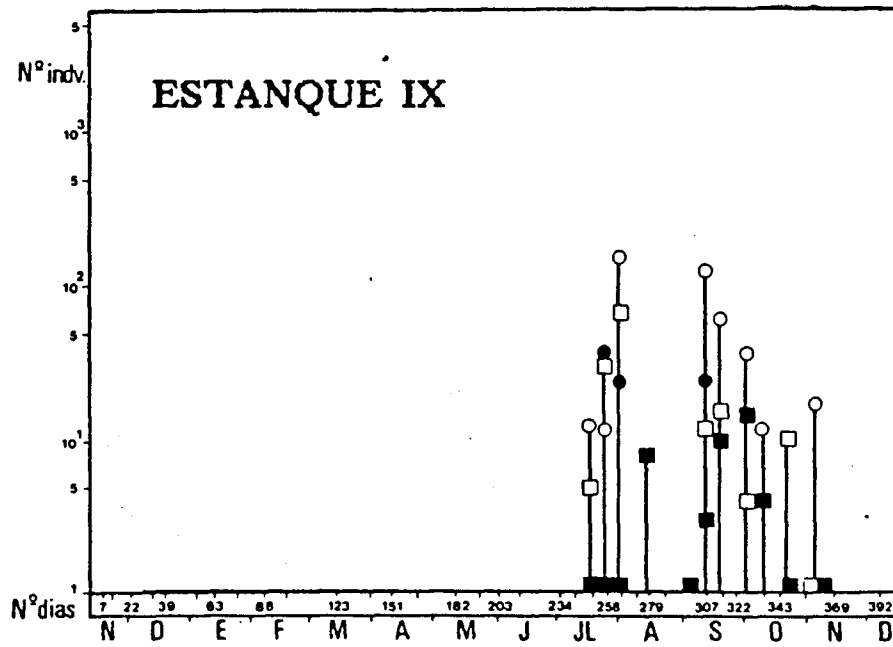
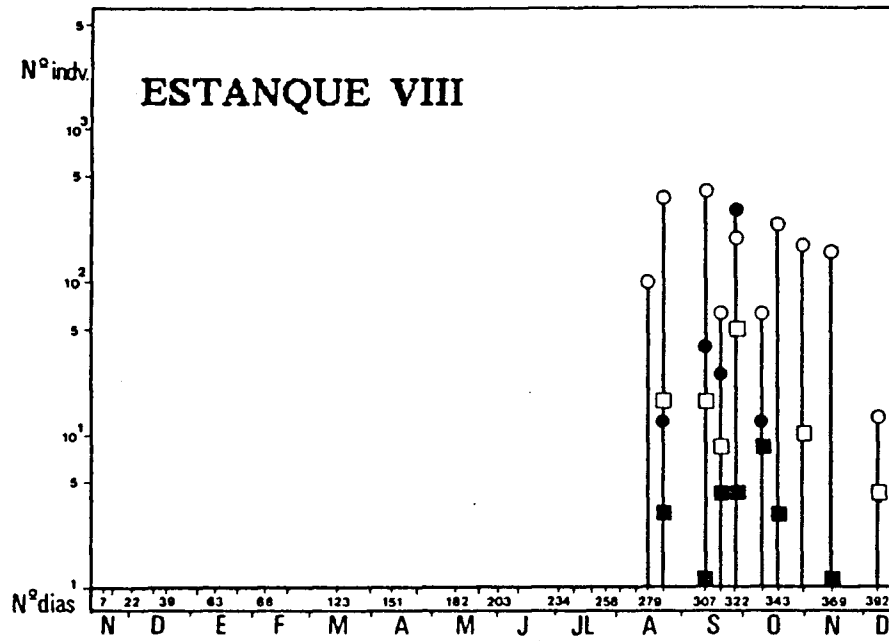
Figura 5.26: Variación temporal de las poblaciones de Tanytarsus sp.2 durante el periodo de estudio.

- Larvas.
- Ninfas.
- Exuvias ninfales.
- Adultos.

# *Tanytarsus* sp. 2









. *Dasyhelea* sp1:

Es el único Ceratopogónido que se reproduce en todos los estanques menos el X.

También es uno de los primeros colonizadores, encontrándose larvas y pupas en el estanque I a los 32 días después de su llenado, aunque en la mayoría se encuentran a partir de Febrero y Marzo.

Permanece poco tiempo en los estanques, generalmente, hasta mediados de Junio. Durante este periodo, parece desarrollar una generación (estanques III, IV, V, VI, VII, VIII), dos (estanques I, II) e incluso tres, en el estanque IX, donde excepcionalmente permanece hasta principios de Agosto.

La variación temporal de sus poblaciones aparece en la figura 5.27.

. *Dasyhelea* sp2:

Solamente se ha encontrado en los estanques VI, VII, VIII y IX, donde produce una sola generación durante el periodo de estudio. La evolución temporal de sus poblaciones puede observarse en la figura 5.28.

Generalmente, coloniza estos estanques cuando la especie anterior ha desaparecido de ellos, aunque en el IX convive con ella durante su corta permanencia en este medio.

Las larvas aparecen por primera vez en el estanque VI, a finales de Marzo y completan su desarrollo aproximadamente en un mes. La posterior colonización de los otros estanques se realiza, probablemente, a partir de los adultos emergidos de esta generación.

Tras completar su ciclo de vida desaparece de los estanques.

. *Ephydra* sp:

Es la única especie que coloniza con éxito el estanque X, ya que es típica de aguas salinas (BERTRAND, 1954; MACAN, 1975). La variación temporal de las poblaciones aparece representada en la figura 5.29.

Su presencia se detecta partir de Junio, en forma de larvas, y pupas agarradas a tallos vegetales de origen terrestre, que fueron arrastrados por el viento hasta el estanque.

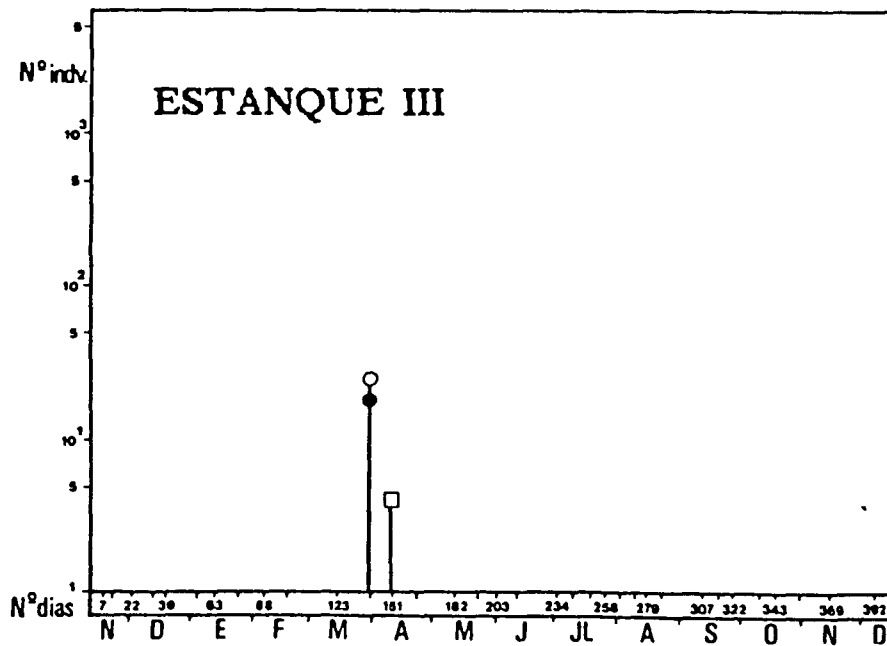
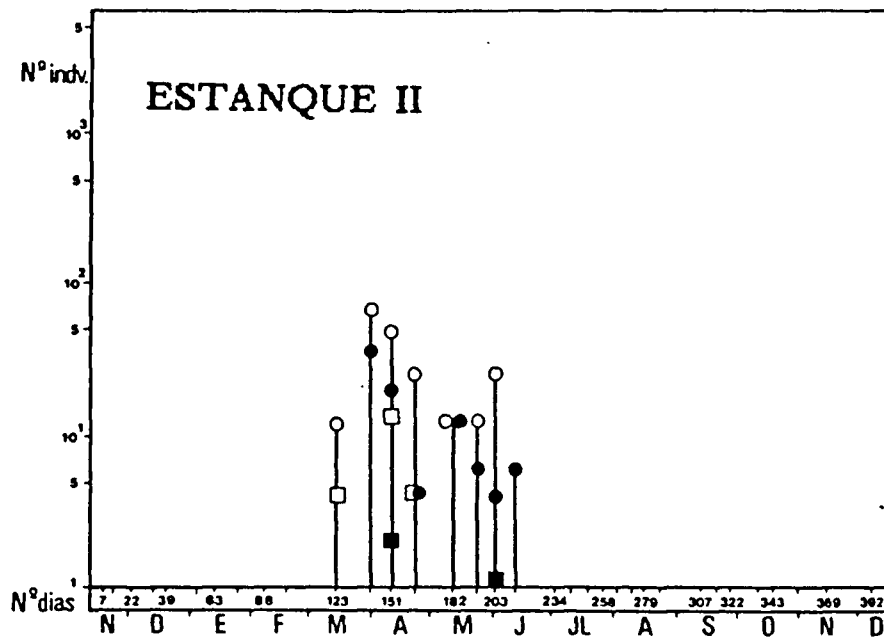
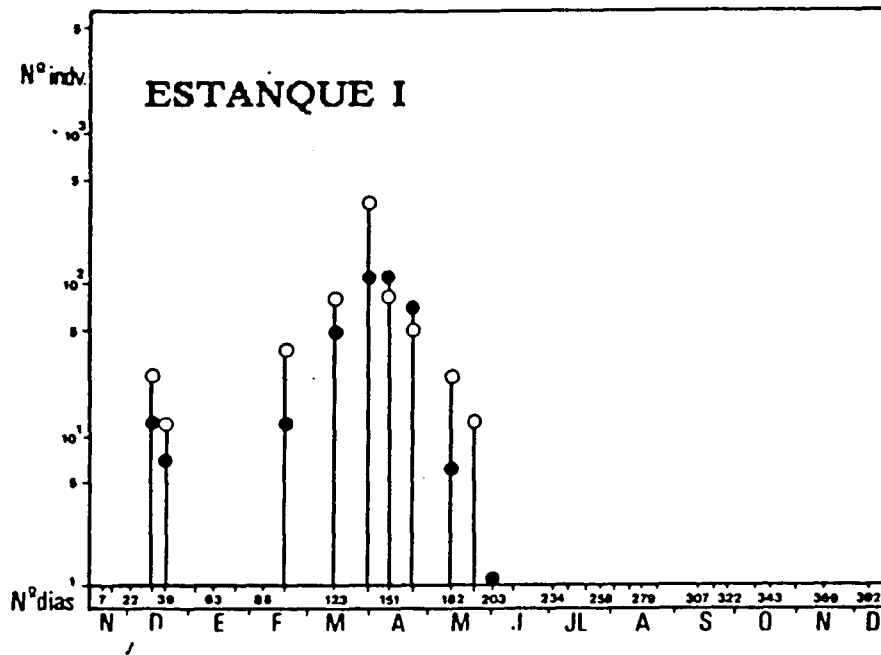
Desarrolla, al menos, dos generaciones en el estanque. Sus últimas pupas fueron observadas a final del mes de Octubre.

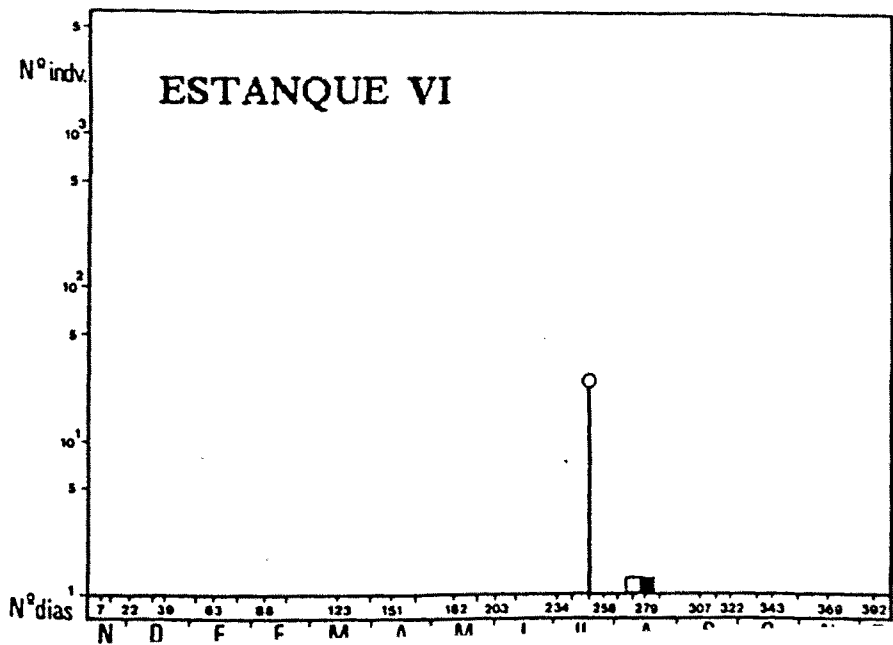
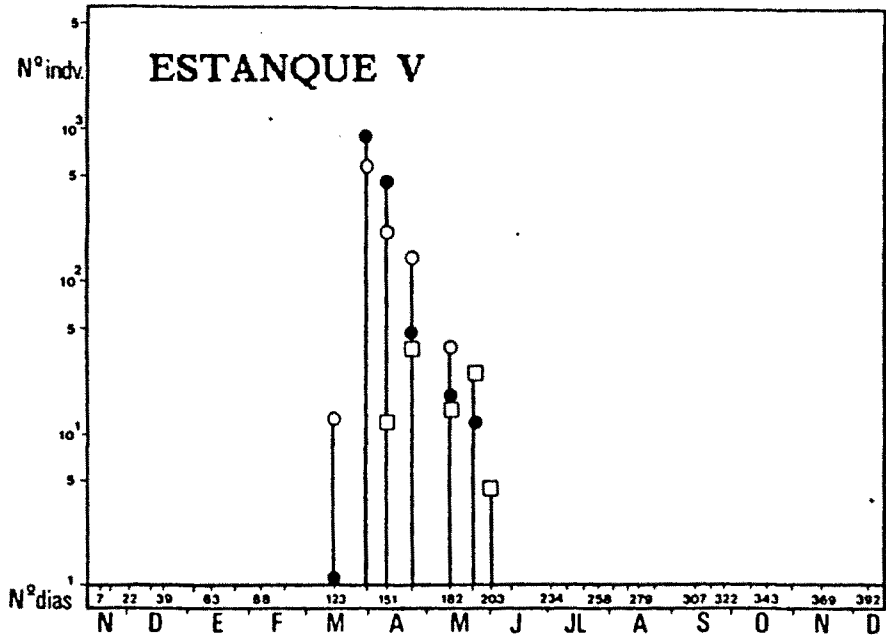
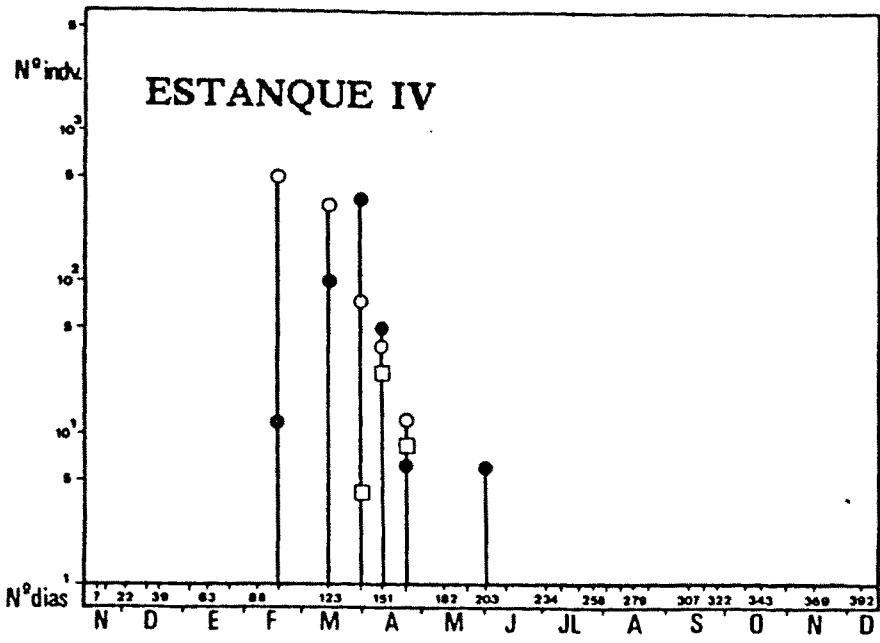
Los adultos resultantes de la primera generación han sido observados alimentándose durante varios días en la superficie de este y otros estanques (V y IX).

Figura 5.27: Variación temporal de las poblaciones de Dasyhelea sp.1 durante el periodo de estudio.

- Larvas.
- Ninfas.
- Exuvias ninfales.
- Adultos.

# Dasyhelea sp. 1





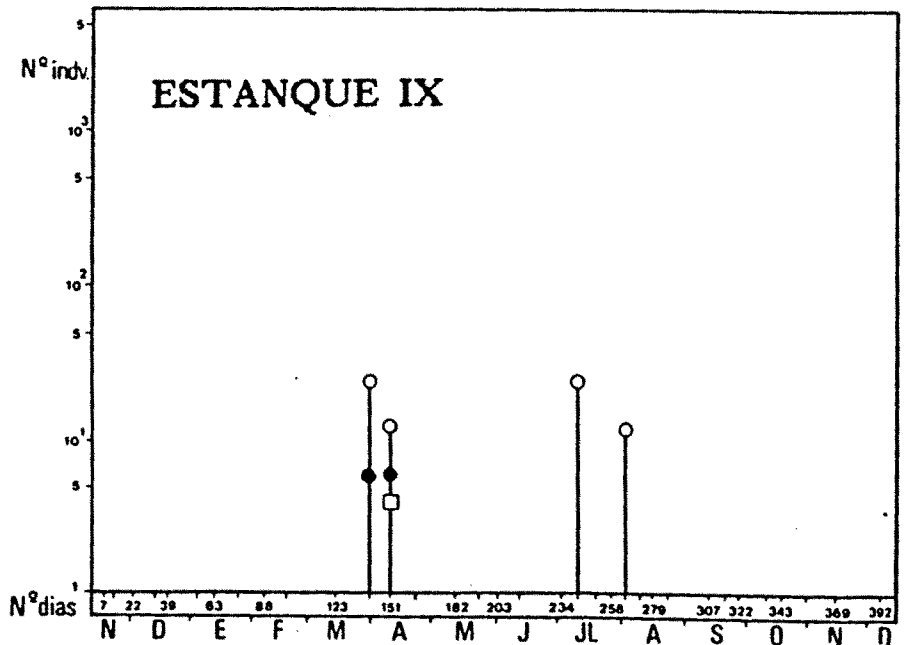
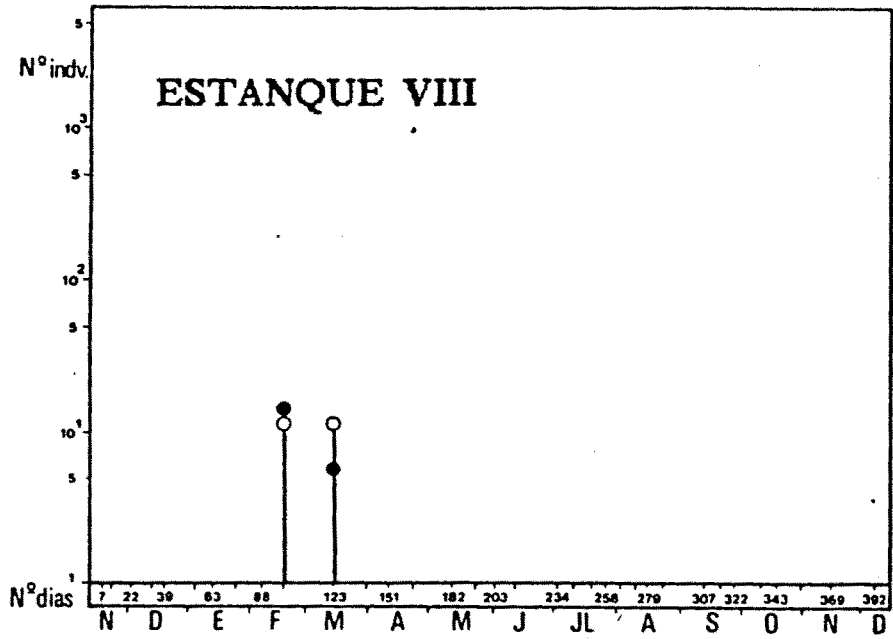
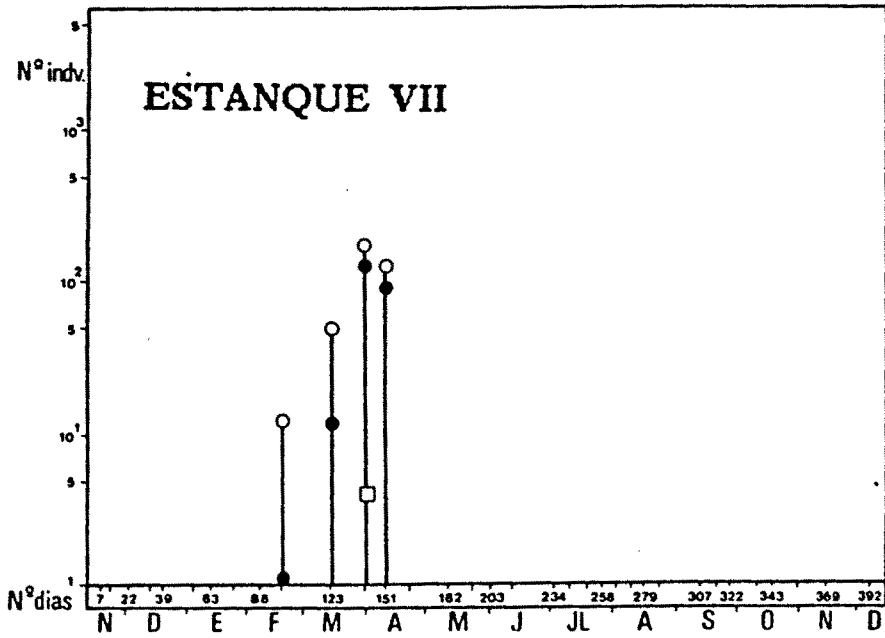
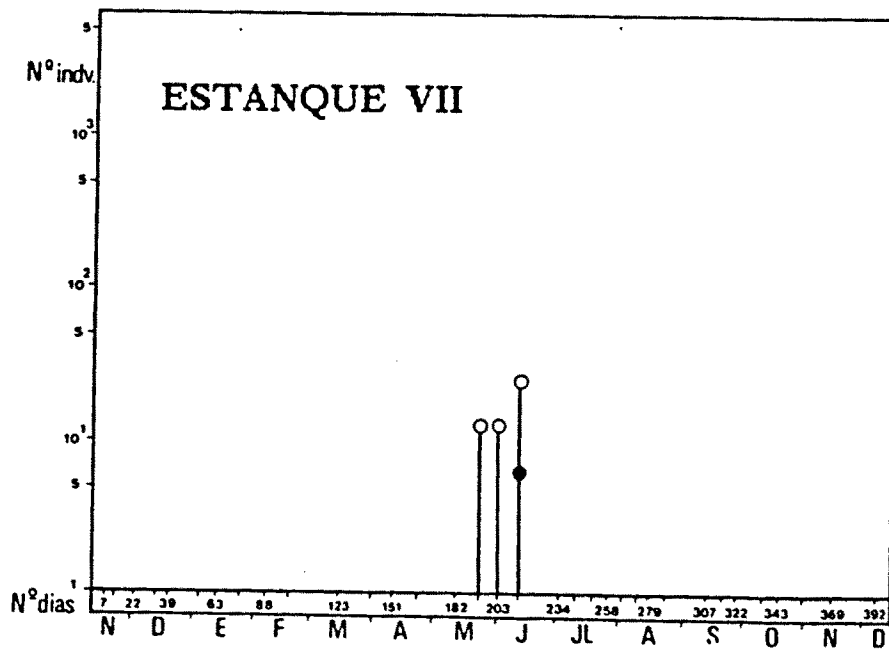
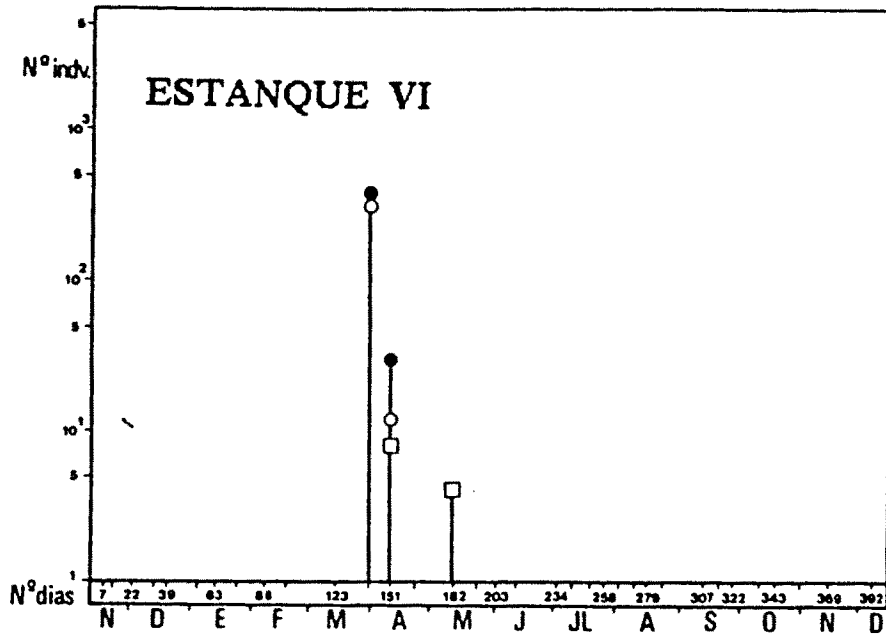


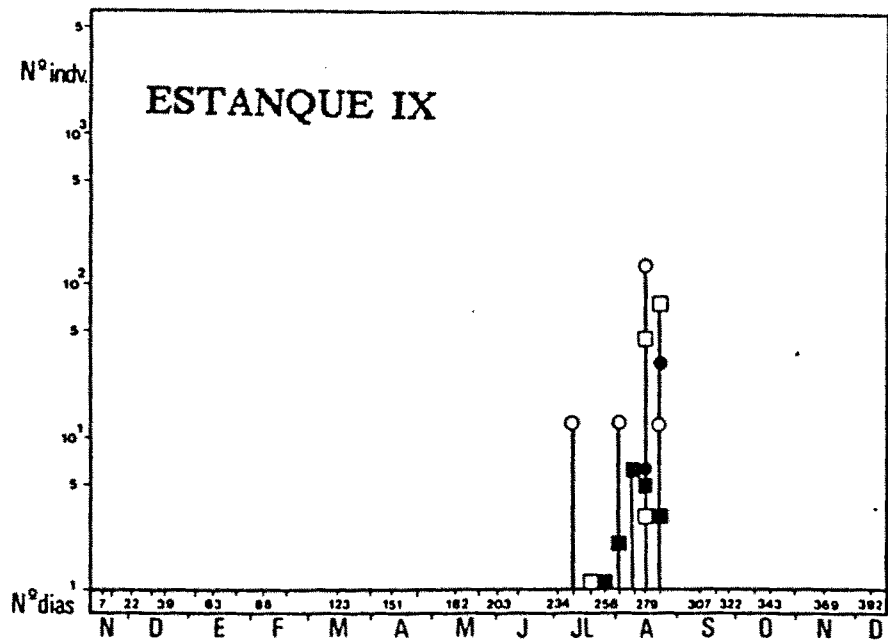
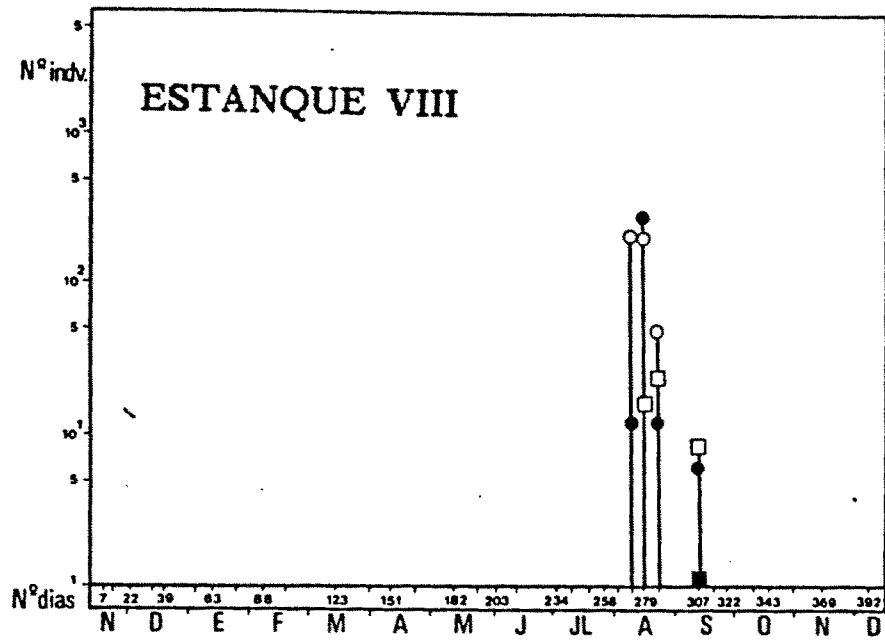
Figura 5.28: Variación temporal de las poblaciones de Dasyhelea sp.2 durante el periodo de estudio.

- Larvas.
- Ninfas.
- Exuvias ninfales.
- Adultos.

*Dasyhelea* sp. 2









*Ephydra sp.*

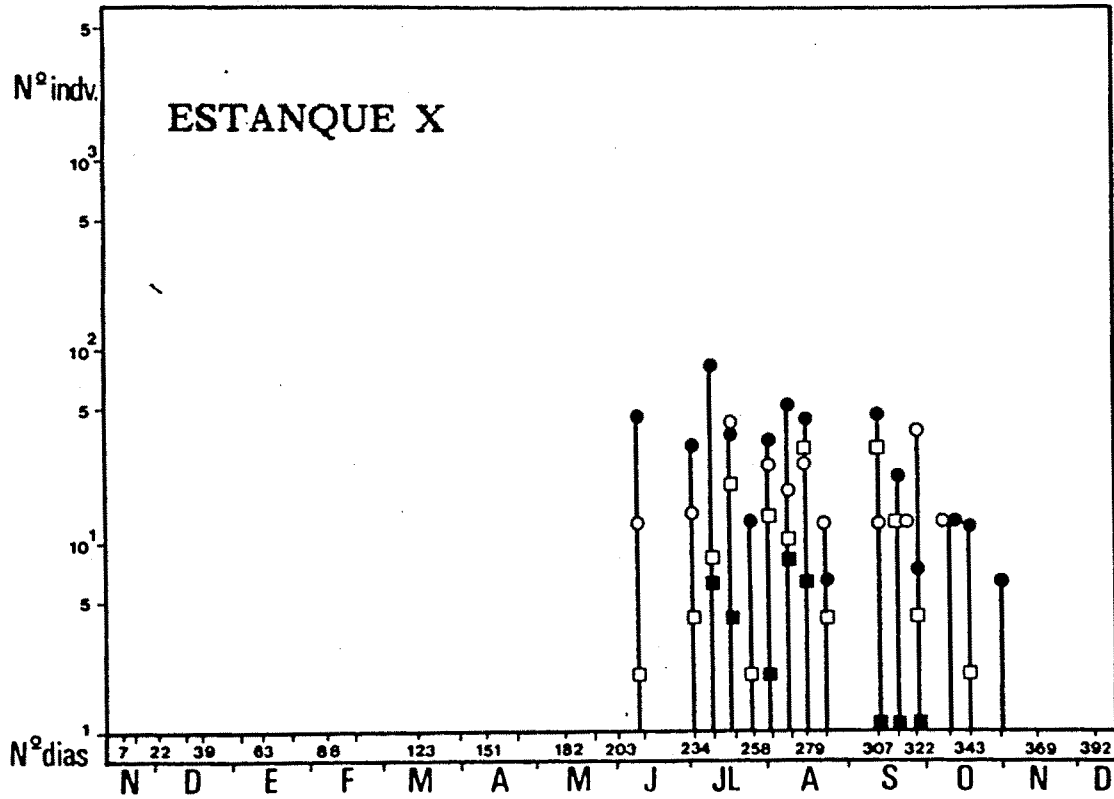


Figura 5.29: Variación temporal de las poblaciones de Ephydra sp. durante el periodo de estudio.

- Larvas.
- Ninfas.
- Exuvias ninfales.
- Adultos.



## ESTRATEGIAS DE VIDA DE LAS ESPECIES.

En base al estudio de la variación temporal de las poblaciones, se han podido distinguir dos tipos básicos de estrategias de vida en las especies estudiadas:

1) Especies que utilizan los estanques como medios para su alimentación, sin llegar a reproducirse en ellos. Forman parte activa de la comunidad, a pesar de que su permanencia en ésta suele ser esporádica y ocasional.

2) Especies que se reproducen u ovopositan en los estanques. Sus poblaciones constituyen los componentes básicos de las comunidades de los estanques y son las que permanecen mayor tiempo en ellos. Dentro de este grupo, se pueden distinguir dos tipos:

a) Especies que no llegan a desarrollar el ciclo de vida completo por alguna de estas causas: cambios en las condiciones medioambientales, bajo número de puestas, predación de huevos y/o larvas, competición intra e interespecífica, falta de determinados requerimientos ecológicos, etc.

b) Especies que desarrollan su ciclo de vida completo. Dependiendo del número de generaciones que realizan se distinguen:

- Univoltinas: una sola generación anual.
- Polivoltinas: más de una generación anual.

En la tabla 5.6, se especifica la estrategia de vida seguida por cada una de las especies en los estanques donde se han localizado, atendiendo a los grupos anteriormente diferenciados.

TAXONES	ESTANQUES									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
<i>Cloeon dipterum</i>	2b(P)	2b(P)	2b(P)	2b(P)	2b(P)	2b(P)	2b(P)	2b(P)	2b(P)	2b(P)
<i>Caenis luctuosa</i>		2b(U)	2b(P)	2b(P)	2b(P)				2b(U)	
<i>Orthetrum cancellatum</i>			2b(P)	2b(P)			2a			
<i>Crocothemis erythraea</i>				2a	2a					
<i>Heliocorisa vermiculata</i>		2b(P)	1	1	1	1	2b(P)	2a	2b(U)	
<i>Sigara lateralis</i>						2b(P)	1			
<i>Anisops debilis-perplexa</i>				1	2b(U)	1		1	1	
<i>Anisops sardea</i>	1		1							
<i>Microvelia pygmaea</i>				1	1				1	
<i>Haliphus lineatocollis</i>			2a	2a?						
<i>Hydroglyphus pusillus</i>				2b(P)	2b(P)	2b(P)	1		2b(P)	
<i>Potamonectes cerisyi</i>	1									
<i>Agabus sp.</i>	2a									
<i>Melochares lividus</i>	2a	2b(U)			2b(U)	1			1	
<i>Ochthebius meridionalis</i>		2a				1			2a	
<i>Tipula sp.</i>	2a	2a								
<i>Culiseta longeaenolata</i>	2b(P)	2b(P)	2b(P)	2b(P)	2b(P)	2b(P)	2b(P)	2b(P)	2b(P)	2b(P)
<i>Culex pipiens pipiens</i>					2b(U)		2b(U)	2b(U)		
<i>Procladius sagittalis</i>	2b(P)	2b(P)	2b(P)	2b(P)	2b(P)	2b(P)	2b(P)	2b(P)	2b(P)	2b(P)
<i>Cricotopus sylvestris</i>	2b(U)	2a	2b(P)			2a	2a			2a
<i>Cricotopus sp2</i>		2b(P)	2b(P)	2a	2a					
<i>Psectrocladius barbimanus</i>	2b(P)	2b(P)	2b(P)		2b(P)	2b(P)	2b(P)	2a	2b(P)	
<i>Psectrocladius limbatellus</i>			2a	2b(P)						
<i>Chironomini sp1</i>									2a	
<i>Chironomus riparius</i>	2b(P)	2b(P)	2b(P)	2b(P)	2b(P)	2b(P)	2b(P)	2b(P)	2b(P)	2b(P)
<i>Polypedilum laetum</i>		2b(P)	2b(P)	2b(P)	2b(P)	2b(P)	2b(P)	2b(P)	2b(P)	2b(P)
<i>Polypedilum pullum</i>	2b(P)									
<i>Cladotanytarsus atridorsum</i>	2b(P)	2b(P)	2b(P)	2b(P)	2b(P)	2b(P)	2b(P)		2b(P)	
<i>Cladotanytarsus nancus</i>								2b(P)		
<i>Tanytarsus ejuncidus</i>	2b(P)	2b(P)	2b(P)	2b(P)	2b(P)	2b(P)	2b(P)	2b(P)	2b(P)	2b(P)
<i>Tanytarsus sp2</i>		2b(P)	2b(P)	2b(P)	2b(P)	2b(P)	2b(P)	2b(P)	2b(P)	2b(P)
<i>Dasyhelea sp1</i>	2b(P)	2b(P)	2b(U)	2b(U)	2b(U)	2b(U)	2b(U)	2b(U)	2b(P)	
<i>Dasyhelea sp2</i>						2b(U)	2b(U)	2b(U)	2b(U)	
<i>Ephydra sp.</i>					1				1	2b(P)

Tabla 5.6: Estrategias de vida de las especies de insectos acuáticos en cada uno de los estanques estudiados.

1: No se reproducen.

2: Se reproducen: a) No completan el ciclo de vida.

b) Completan el ciclo de vida:

- U: univoltinas.

- P: polivoltinas.

### 5.6.2. SECUENCIA DE COLONIZACION: LLEGADA Y ASENTAMIENTO DE LAS POBLACIONES.

En la figura 5.30 se representa la secuencia de aparición de especies y el tiempo de permanencia de éstas, en cada uno de los estanques, durante el periodo de estudio. Se ha elaborado teniendo en cuenta la presencia de cualquiera de los estados de su ciclo de vida, incluyendo exuvias y considerando que una especie está presente en el intervalo entre dos fechas de muestreo donde ha sido registrada, siempre que éste no sea superior a un mes.

El tiempo de permanencia de las especies, como se ha visto en el apartado anterior, varía dependiendo fundamentalmente, de su reproducción en los estanques del número de generaciones que realizan y de las interacciones que se producen entre ellas.

La colonización de los estanques I, III, V, VI, VII, VIII y IX es muy rápida, estableciéndose las especies durante el primer o segundo mes, después de su llenado. En cambio, los estanques IV, II y X son colonizados más tarde, en Febrero, Marzo y Junio, respectivamente.

En el estanque X, es evidente que la alta salinidad de sus aguas limita la colonización y asentamiento de las especies.

En general, todos los estanques siguen la misma pauta de colonización, salvo el VIII y el X, que se comentarán más adelante.

Los Dípteros son los primeros colonizadores de estos medios. *Culiseta longiareolata* y *Chironomus riparius*, especies típicamente oportunistas, son, normalmente, las que

primero se establecen y componen la comunidad básica de los estanques, durante los primeros meses, después de ser llenados.

En Enero no se registra la aparición de nuevas especies, debido a las rigurosas condiciones climáticas de este mes, donde se alcanzan las temperaturas mínimas más bajas. Sin embargo, a partir de Febrero, cuando las temperaturas empiezan a aumentar y desarrollarse las comunidades fitoplanctónicas, van apareciendo otros Dípteros detritívoros como *Dasyhelea* sp.1 y *Tipula* sp., y herbívoros como los Orthocladinos *Cricotopus sylvestris*, *Cricotopus* sp.2, *Psectrocladius barbimanus* y *P. limbatellus*.

*Procladius sagittalis*, la única especie carnívora de los Quironómidos, aparece un poco más tarde cuando sus requerimientos nutritivos están asegurados.

En Febrero, también coloniza el Efemeróptero *Cloeon dipterum*, que se mantiene en los estanques, al igual que la especie anterior, durante todo el periodo de estudio.

En estas fechas, aparece a su vez, el Coleóptero *Haliphus lineatocollis*, en el estanque III.

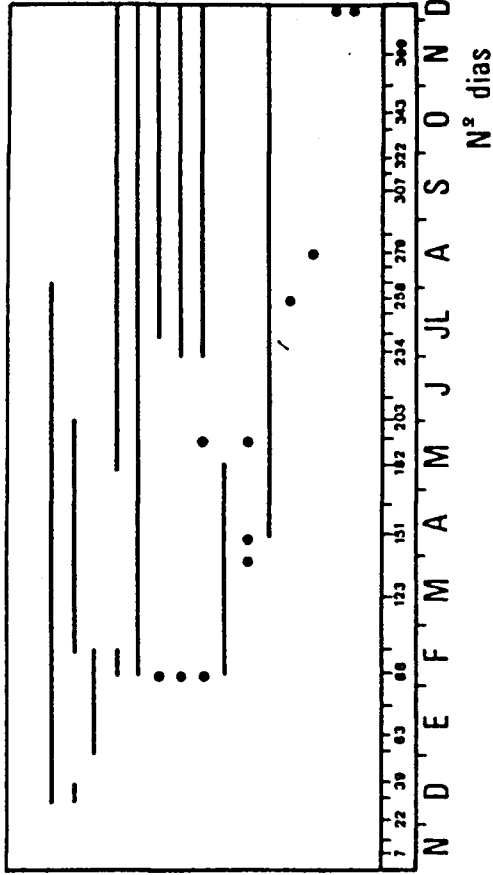
A partir de Mayo, cuando las temperaturas son bastante elevadas y la comunidad de los estanques mucho más compleja, comienzan a asentarse algunas especies de Heterópteros y Coleópteros, como *Hydroglyphus pusillus* en los estanques IV, V, VI, VII y IX; *Heliocorisa vermiculata* en los estanques II, VII y IX; y *Sigara lateralis* en el estanque VI.

Ya en los meses típicamente de verano, se establecen gran número de especies de Quironómidos, principalmente Tanytarsinos, *Cladotanytarsus atridorsum*, *Tanytarsus*



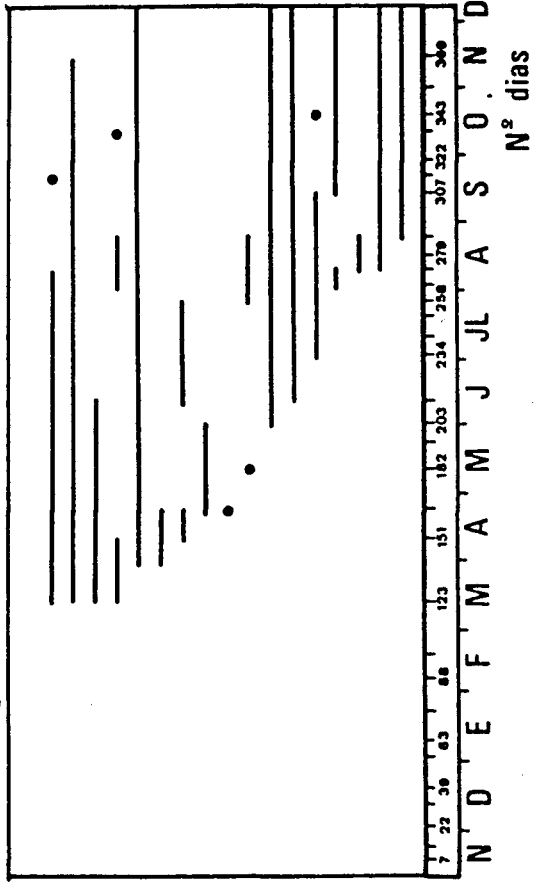
**Figura 5.30: Secuencia de llegada de las especies colonizadoras y tiempo de permanencia de éstas en cada uno de los estanques.**

### ESTANQUE I



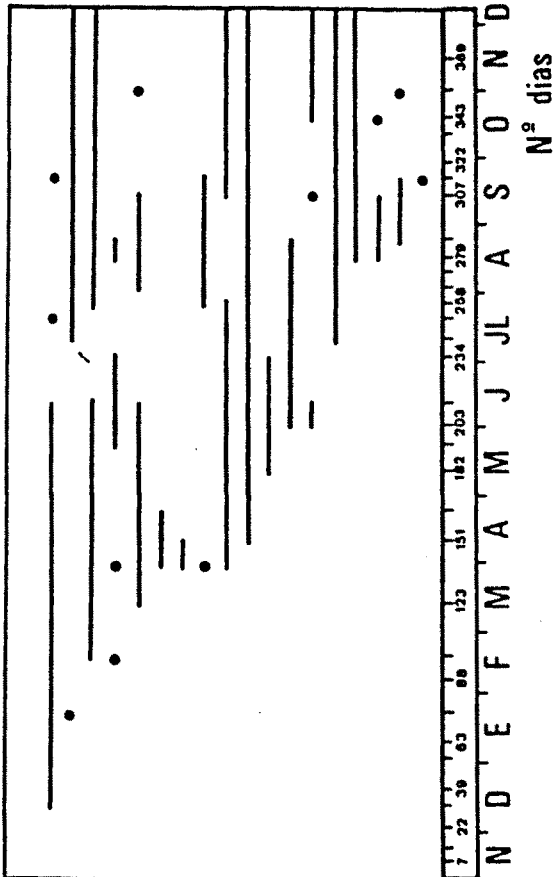
Chironomus riparius  
 Dasyhelea sp1  
 Cricotopus sylvestris  
 Procladius sagittalis  
 Cloeon dipterum  
 Polypedillum pullum  
 Tanytarsus ejaucidus  
 Cladotanytarsus atridorsum  
 Tipula sp  
 Psectrocladius barbimanus  
 Culiseta longiareolata  
 Anisops sardéa  
 Helochaeres lividus  
 Agabus sp  
 Potamonectes cerisyi

### ESTANQUE II



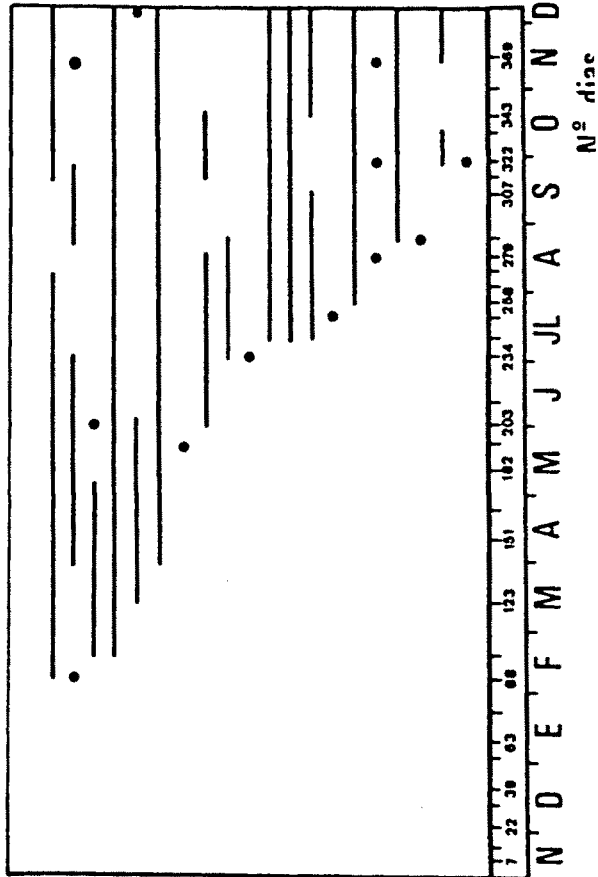
Chironomus riparius  
 Culiseta longiareolata  
 Dasyhelea sp1  
 Cricotopus sp2  
 Procladius sagittalis  
 Tipula sp  
 Psectrocladius barbimanus  
 Cricotopus sylvestris  
 Ochthebius meridionalis  
 Tanytarsus ejaucidus  
 Cloeon dipterum  
 Heliochorisa vermiculata  
 Helochaeres lividus  
 Polypedillum laetum  
 Caenis luctuosa  
 Cladotanytarsus atridorsum  
 Tanytarsus sp2

### ESTANQUE III



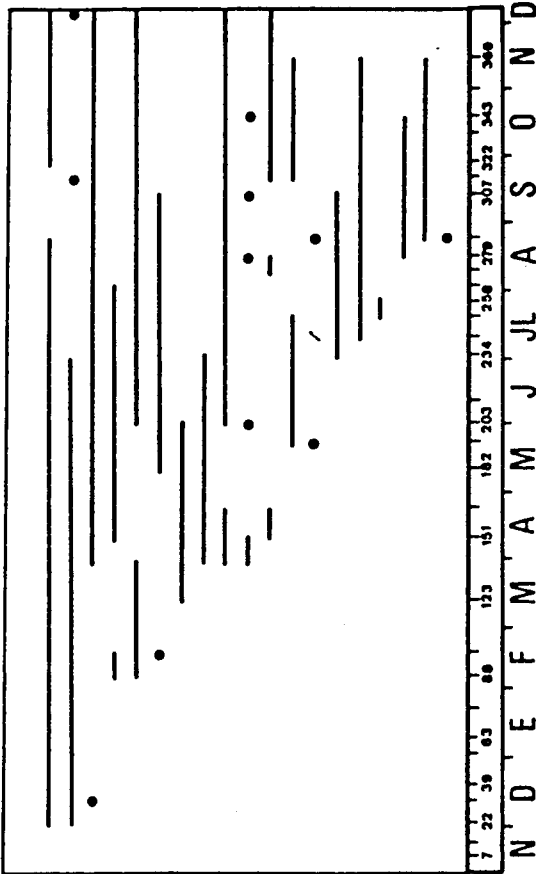
*Chironomus riparius*  
*Polypedilum pullum*  
*Cloeon dipterum*  
*Haliphus lineatocollis*  
*Psectrocladius barbimanus*  
*Psectrocladius limbatellus*  
*Dasyhelea spi*  
*Tanytarsus ejuncidus*  
*Culişeta longearcolata*  
*Procladius sagittalis*  
*Cricotopus sylvestris*  
*Caenis luctuosa*  
*Cladotanytarsus atridorsum*  
*Tanytarsus sp2*  
*Orthetrum cancellatum*  
*Cricotopus sp2*  
*Anisops sardea*  
*Heliocorisa vermiculata*

### ESTANQUE IV



*Culiseta longearcolata*  
*Psectrocladius limbatellus*  
*Dasyhelea spi*  
*Cloeon dipterum*  
*Chironomus riparius*  
*Procladius sagittalis*  
*Haliphus lineatocollis*  
*Caenis luctuosa*  
*Hydroglyphus pusillus*  
*Heliocorisa vermiculata*  
*Polypedilum laetum*  
*Tanytarsus ejuncidus*  
*Cladotanytarsus atridorsum*  
*Culex pipiens pipiens*  
*Tanytarsus sp2*  
*Crocothemis erythraea*  
*Orthetrum cancellatum*  
*Anisops debilis-perplexa*  
*Cricotopus sp2*  
*Microvelia pygmaea*

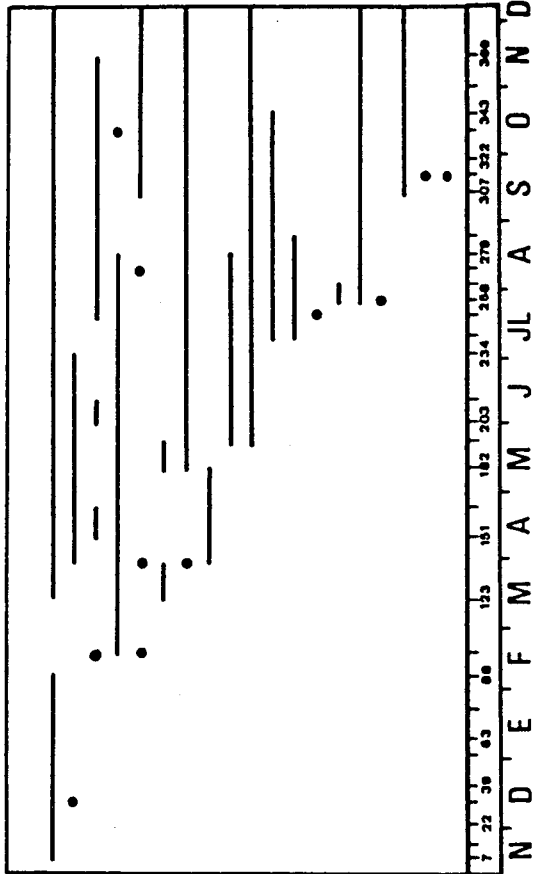
### ESTANQUE V



- Culiseta longearcolata
- Chironomus riparius
- Procladius sagittalis
- Psectrocladius barbimanus
- Cloeon dipterum
- Hydroglyphus pusillus
- Dasyhelea sp1
- Cricotopus sp2
- Tanytarsus sp2
- Tanytarsus ejuncidus
- Cladotanytarsus atridorsum
- Caenis luctuosa
- Microvelia pygmaea
- Helochaeres lividus
- Polypedillum laetum
- Heliochorisa vermiculata
- Crocothemis erythraea
- Anisops debilis-perplexa
- Ephydra sp.

Nº dias

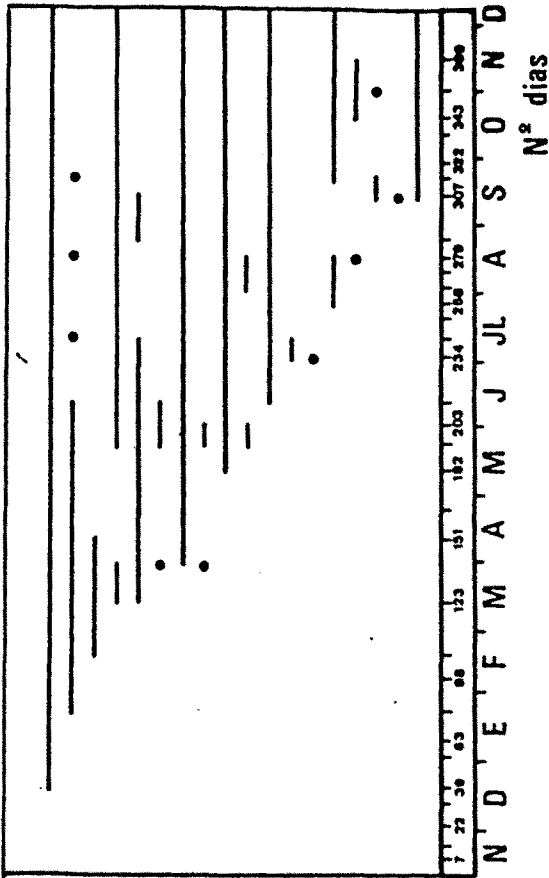
### ESTANQUE VI



Nº dias

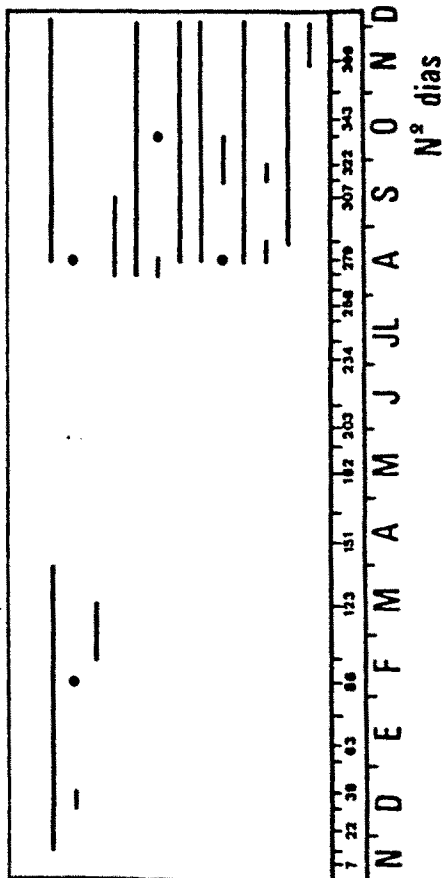
- Culiseta longearcolata
- Chironomus riparius
- Cloeon dipterum
- Psectrocladius barbimanus
- Tanytarsus ejuncidus
- Cricotopus sylvestris
- Procladius sagittalis
- Dasyhelea sp1
- Hydroglyphus pusillus
- Sigara lateralis
- Tanytarsus sp2
- Heliochorisa vermiculata
- Dasyhelea sp2
- Culex pipiens pipiens
- Polypedillum laetum
- Ochthebius meridionalis
- Cladotanytarsus atridorsum
- Helochaeres lividus
- Anisops debilis-perplexa

### ESTANQUE VII



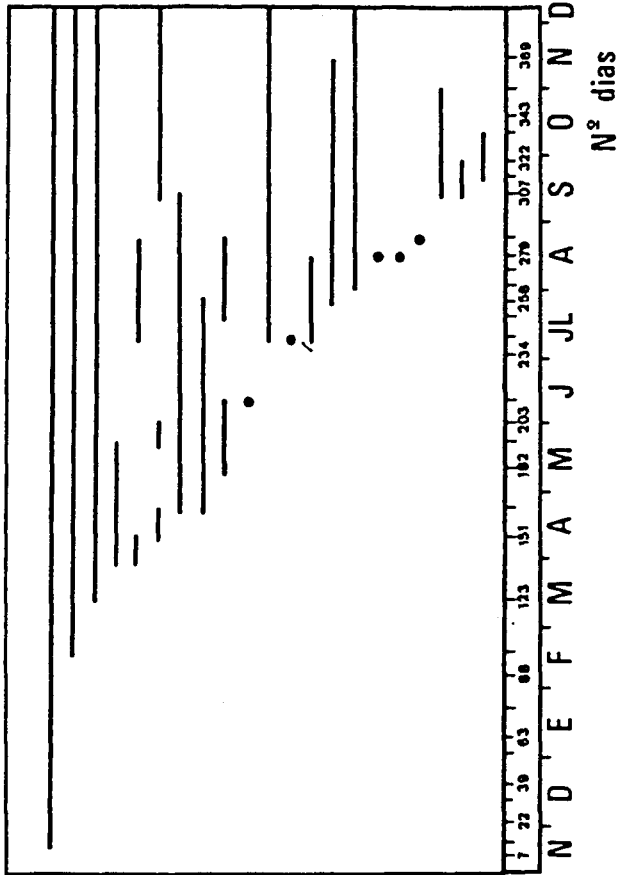
- Culiseta longiareolata
- Chironomus riparius
- Dasyhelea sp1
- Cloeon dipterum
- Psectrocladius barbimanus
- Dasyhelea sp2
- Procladius sagitalis
- Tanytarsus ejuncidus
- Heliocorisa vermiculata
- Hydroglyphus pusillus
- Tanytarsus sp2
- Cricotopus sylvestris
- Culex pipiens pipiens
- Polypedillum laetum
- Orthetrum cancellatum
- Anisops sardea
- Sigara lateralis
- Cladotanytarsus atridorsum

### ESTANQUE VIII

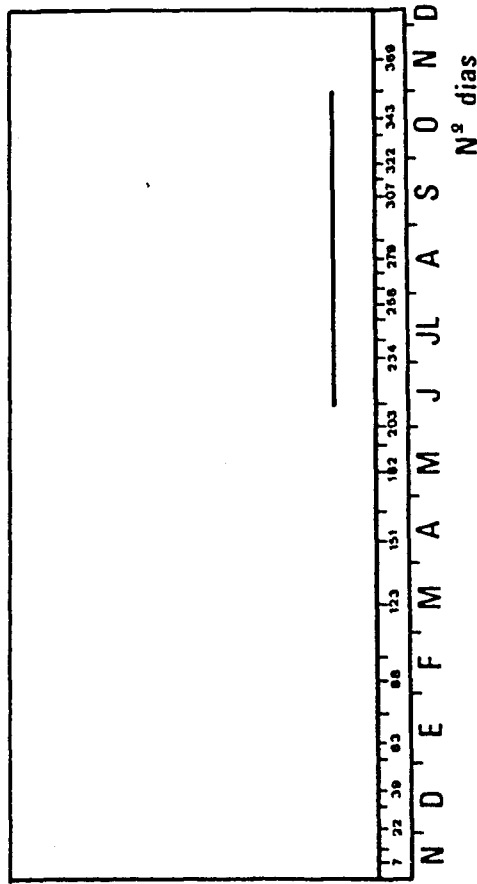


- Culiseta longiareolata
- Chironomus riparius
- Dasyhelea sp1
- Dasyhelea sp2
- Cloeon dipterum
- Heliocorisa vermiculata
- Tanytarsus sp2
- Polypedillum laetum
- Anisops debilis-perplexa
- Procladius sagitalis
- Tanytarsus ejuncidus
- Cladotanytarsus mancus
- Psectrocladius barbimanus

# ESTANQUE IX



# ESTANQUE X



- Culiseta longiareolata*
- Procladius sagittalis*
- Cloeon dipterum*
- Chironomus riparius*
- Dasyhelea* sp1
- Tanytarsus eijuncidus*
- Psectrocladius barbimanus*
- Helicorisa vermiculata*
- Hydroglyphus pusillus*
- Cricotopus sylvestris*
- Polypedillum laetum*
- Ochthebius meridionalis*
- Dasyhelea* sp2
- Tanytarsus* sp2
- Cladotanytarsus atridorsum*
- Helochares lividus*
- Ephydra* sp1
- Chironomini* sp1
- Caenis luctuosa*
- Microvelia pygmaea*
- Anisops debilis-perplexa*

*Ephydra* sp.

*ejuncidus* y *Tanytarsus* sp.2; y también el Quironomino *Polypedilum laetum*, que sustituye a las poblaciones de *Chironomus riparius*. Todas estas especies requieren para su desarrollo, la presencia en el medio de abundante sedimento, donde se alimentan y construyen sus tubos; condiciones que se dan durante estos meses.

También hace su presencia *Dasyhelea* sp.2 en los estanques VI, VII y IX; *Culex pipiens pipiens* en los estanques IV, VI y VII; y *Caenis luctuosa* en los estanques II, III, IV y V.

Por otro lado, colonizan los grandes depredadores, como los Odonatos *Ortethrum cancellatum* en los estanques III, IV y VII, y *Crocothemis erythraea* en los estanques IV y V; el Heteróptero *Anisops debilis perplexa* en el estanque V, y el Coleóptero *Helochares lividus* en los estanques II y V.

Es en estos meses de verano, cuando se observa en la mayoría de los estanques, la aparición de adultos aislados de algunas especies de Coleópteros y Heterópteros, que utilizan estos medios como lugares de paso en sus vuelos de dispersión.

En Otoño, no coloniza ninguna especie nueva, salvo en el estanque I, donde se registra, a principios de Diciembre, los Coleópteros *Potamonectes cerisyi* y *Agabus* sp., ambos carnívoros.

En el estanque VIII, se producen dos procesos de colonización totalmente independientes. Durante su primer llenado, en el que está sometido a un régimen temporal, sólo es colonizado por tres especies: *Culiseta longereolata*, *Chironomus riparius* y *Dasyhelea* sp.1. La progresiva disminución del volumen de agua y su completo secado, a

principios de Abril, impide el asentamiento de otras especies, características de estos meses.

Cuando se vuelve a llenar en Agosto, y se somete a un régimen de agua permanente, al igual que en el resto de estanques, se observa una rapidísima colonización de este medio (a los 14 días, ya se han establecido 7 especies), favorecida por las altas temperaturas y la proximidad de la fuente de posibles colonizadores, que constituyen el resto de estanques.

El estanque X, como se ha comentado, es colonizado por una sólo especie *Ephydra* sp., que hace su aparición a principios de Junio.



### 5.6.3. VARIACION TEMPORAL DEL ESPECTRO DE ABUNDANCIAS RELATIVAS.

En la figura 5.31, aparece representada para los nueve primeros estanques (el estanque X no ha sido representado por contener una sola especie, *Ephydra* sp.), la variación temporal de las dominancias de los diferentes órdenes de insectos acuáticos registrados y de sus respectivas familias, que tienen una importancia relativa superior al 1%. Para los Quironómidos, dada la gran variedad de tipos funcionales que presentan, se ha utilizado el nivel taxonómico de subfamilia.

Los Dípteros constituyen el orden de insectos dominante durante la mayor parte del periodo de estudio en todos los estanques, siguiéndole en importancia, los Efemerópteros, salvo en el estanque VI. Los Heterópteros llegan a ser una fracción importante de la comunidad en los estanques II, VI y VII. En cambio, Coleópteros y Odonatos representan una pequeña porción en los estanques donde se presentan.

Dentro de los Dípteros, los Culícidos, representados por *Culiseta longiareolata*, son dominantes en todos los estanques, excepto en el III, durante los meses de primavera, e incluso en los primeros meses, después del llenado, en los estanques VI, VIII y IX.

Por el contrario, los Tanypodinos, representados por *Procladius sagittalis*, dominan durante los meses de verano y otoño, salvo en el estanque VII, donde la presencia de grava y la escasez de sedimento limita el desarrollo de sus principales presas.

Los Quironominos, representados por *Chironomus riparius* durante la primera mitad del ciclo de estudio, no llegan a

ser dominantes, salvo en los estanques III y V, donde alcanzan unas elevadas densidades de población, en los momentos iniciales de la colonización de estos medios, fundamentalmente en el estanque III. En la segunda mitad del ciclo, representados por *Polypedilum laetum* y varias especies de Tanytarsinos, adquieren el segundo papel en importancia, después de los Tanypodinos. Los mayores valores de abundancia los presentan en el estanque V, debido al gran desarrollo de la población de *Tanytarsus* sp.2 en este medio.

Los Orthocladinos, sólo llegan a ser dominantes en Enero, en el estanque I, en Febrero, en el estanque V, en Febrero y Marzo, en el estanque VI, y durante los meses de primavera en el estanque III. En el resto de estanques constituyen una fracción poco importante.

Los Ceratopogónidos, salvo en los estanques III, VIII (primer periodo) y IX, donde prácticamente son insignificantes, presentan una abundancia relativa elevada, normalmente, durante los meses de Febrero, Marzo y comienzos de Abril, e incluso, en el mes de Diciembre en el estanque I. En el estanque VIII, durante su segundo llenado, llegan a ser el grupo dominante en Agosto.

Con respecto a los Tipúlidos, sólo constituyen una pequeña porción (<10%) en el estanque I, durante los meses de Febrero y Marzo, cuando alcanzan su máximo desarrollo las poblaciones de *Tipula* sp.

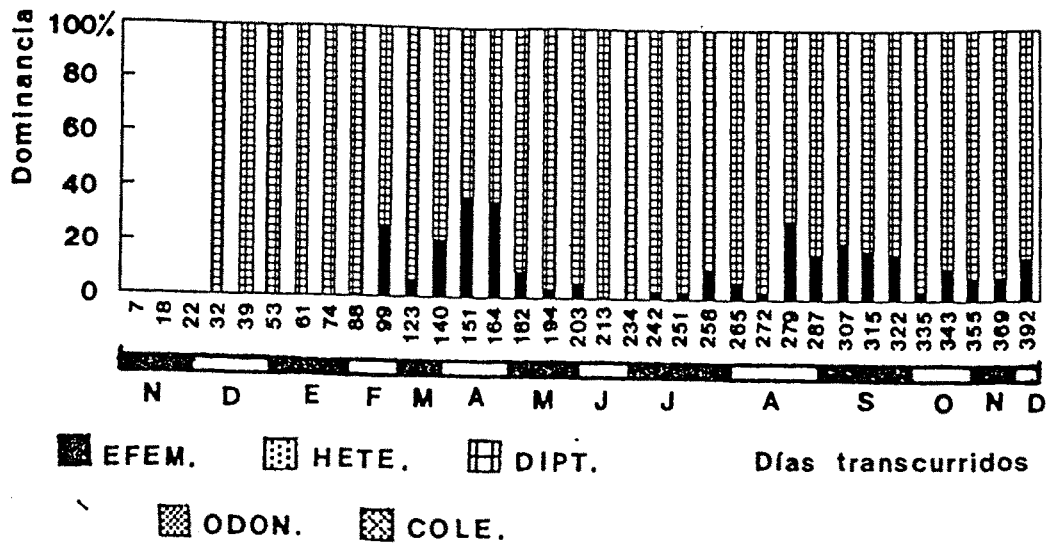
Dentro de los Efemerópteros, la familia Baetidae, representada por *Cloeon dipterum*, alcanza sus mayores porcentajes de abundancia, generalmente, durante la segunda mitad del periodo de estudio, aunque en los meses de primavera, en los estanques I y III, pueden llegar a superarlos. En ningún momento, salvo en una o dos fechas en

Figura 5.31: Variación temporal de la abundancia relativa de los diferentes órdenes de insectos y de sus respectivas familias, en cada uno de los estanques, durante el periodo de estudio. Para la familia Chironomidae se ha utilizado el nivel taxonómico de subfamilia. Sólo se representan valores de dominancia superiores al 1%.

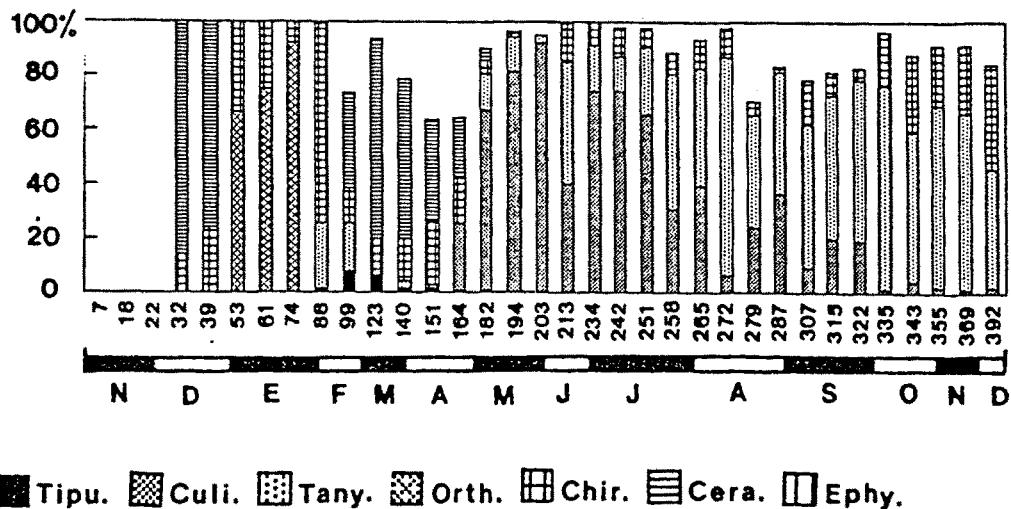


# ESTANQUE I

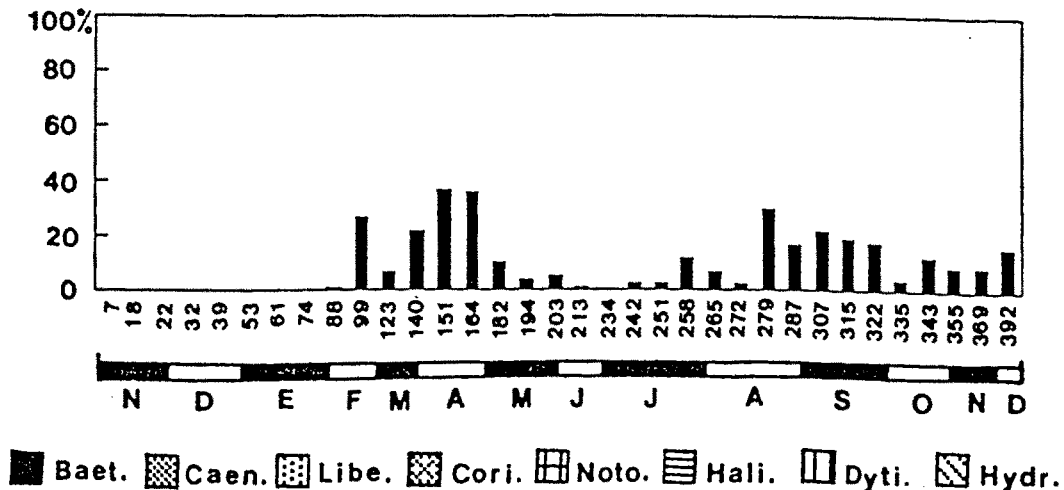
## ORDENES



## FAMILIAS DE DIPTEROS



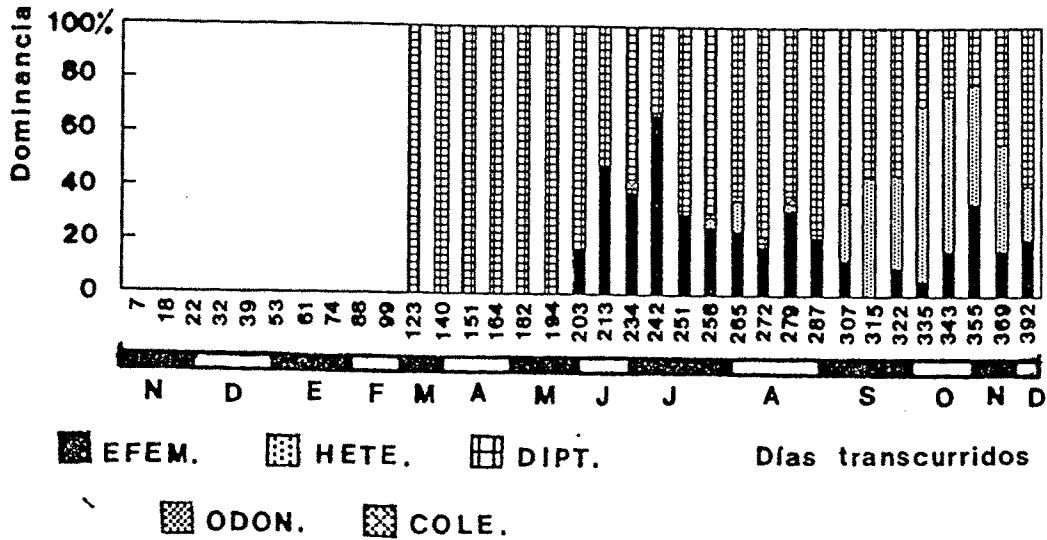
## FAMILIAS DEL RESTO DE ORDENES



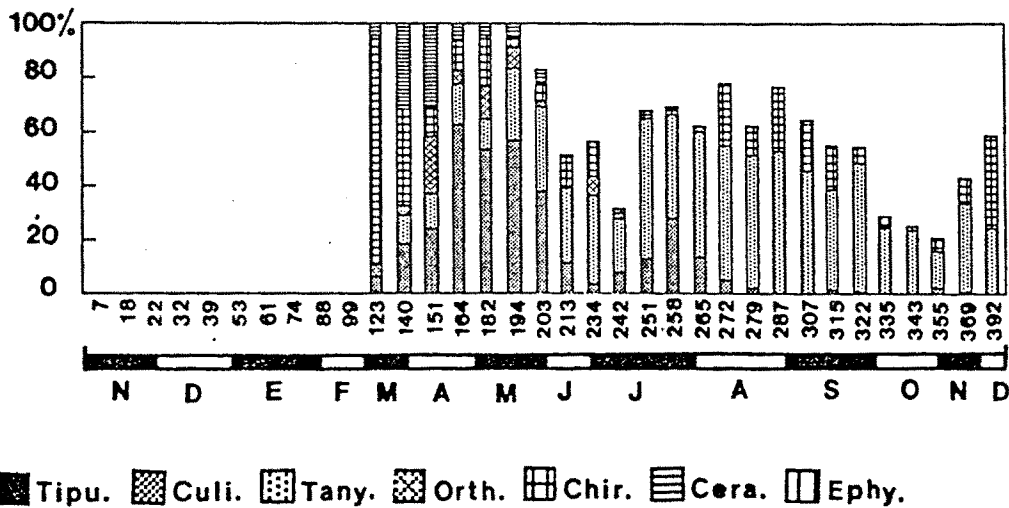


# ESTANQUE II

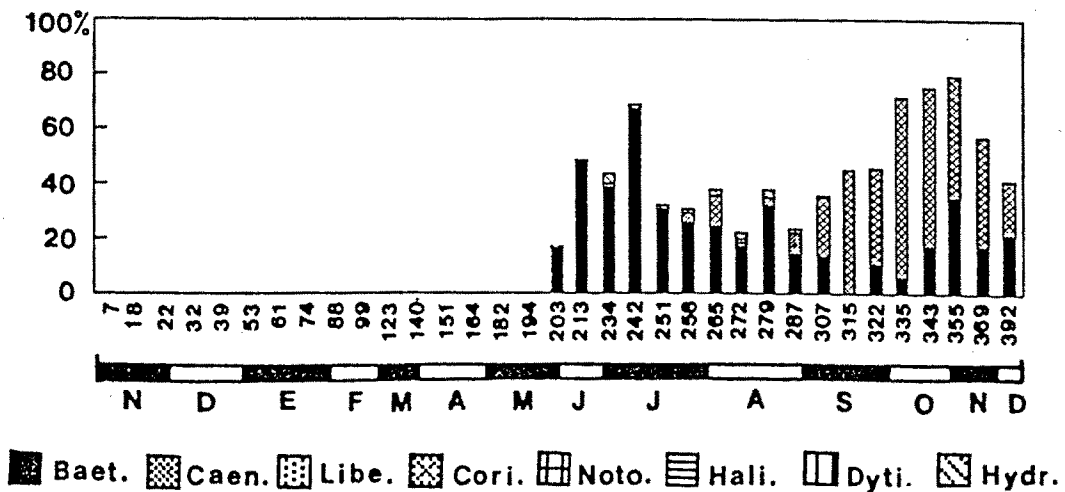
## ORDENES



## FAMILIAS DE DIPTEROS



## FAMILIAS DEL RESTO DE ORDENES





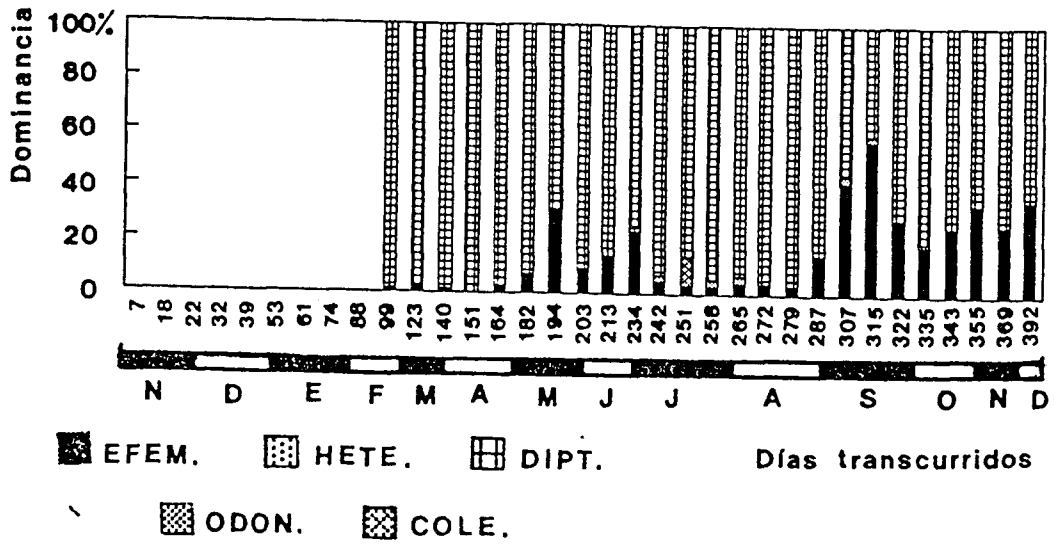




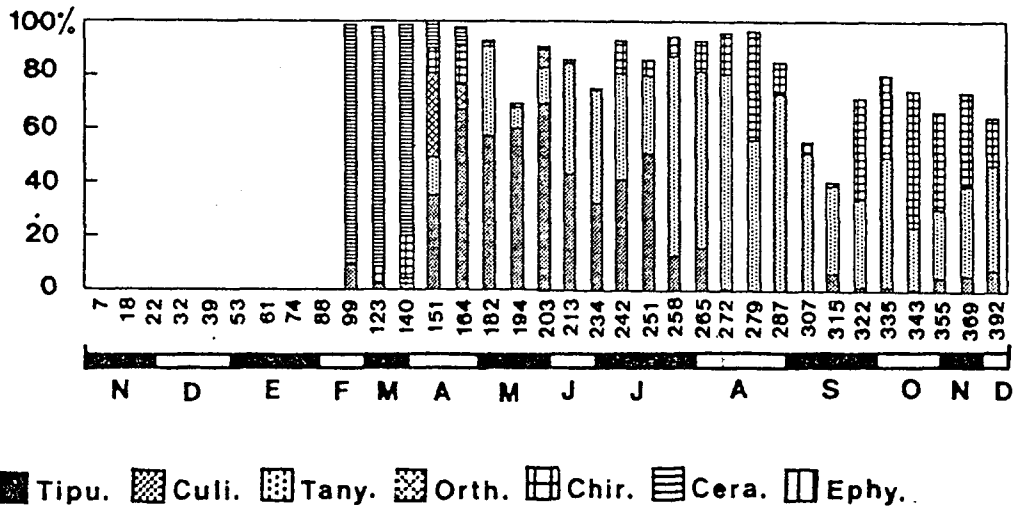


# ESTANQUE IV

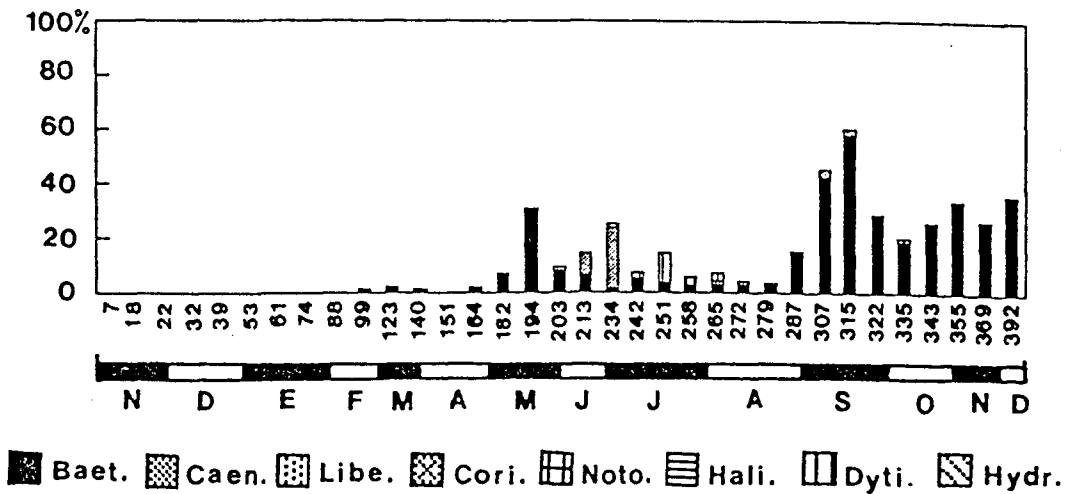
## ORDENES



## FAMILIAS DE DIPTEROS



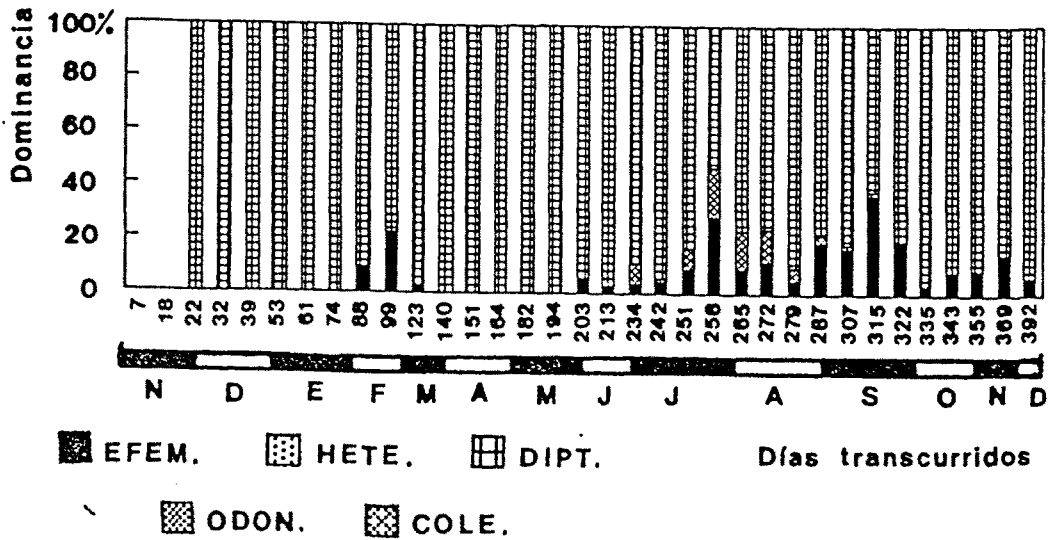
## FAMILIAS DEL RESTO DE ORDENES



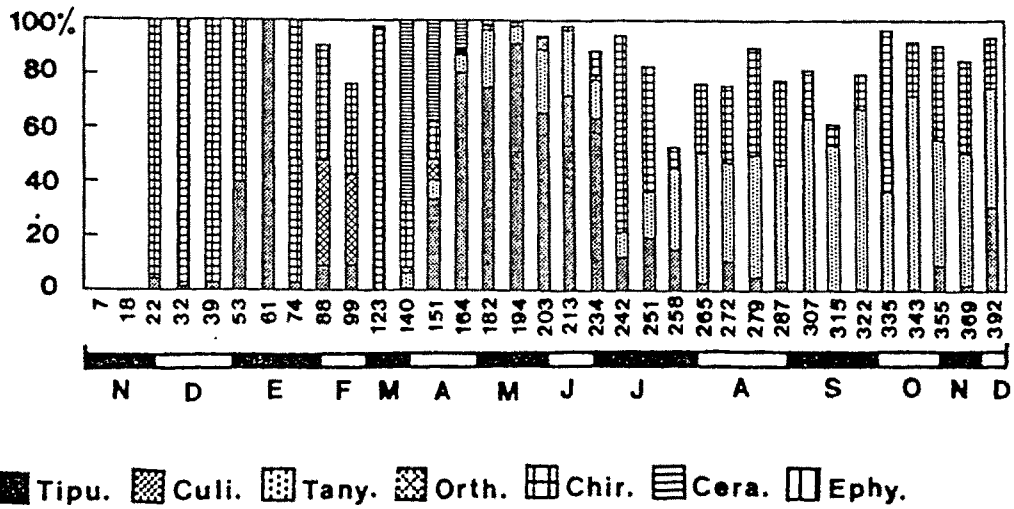


# ESTANQUE V

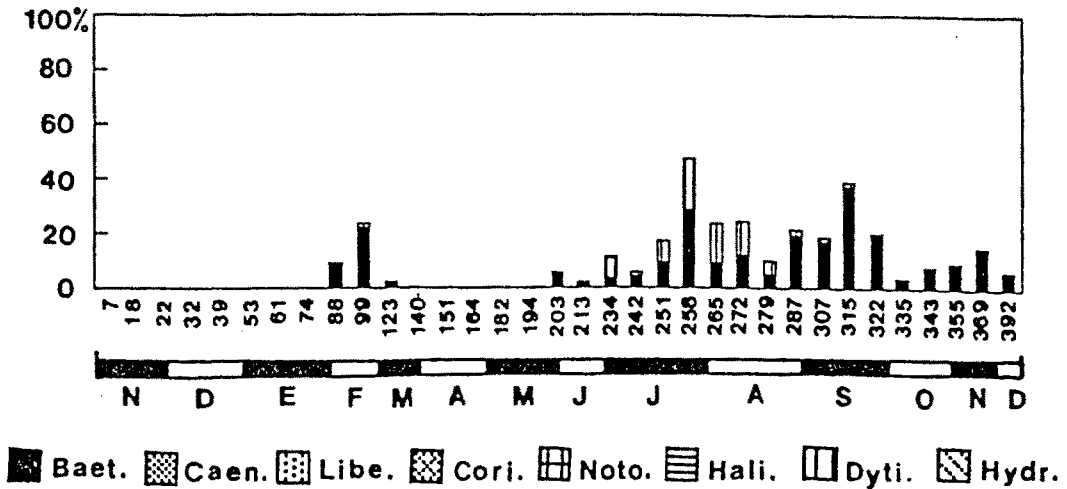
## ORDENES



## FAMILIAS DE DIPTEROS



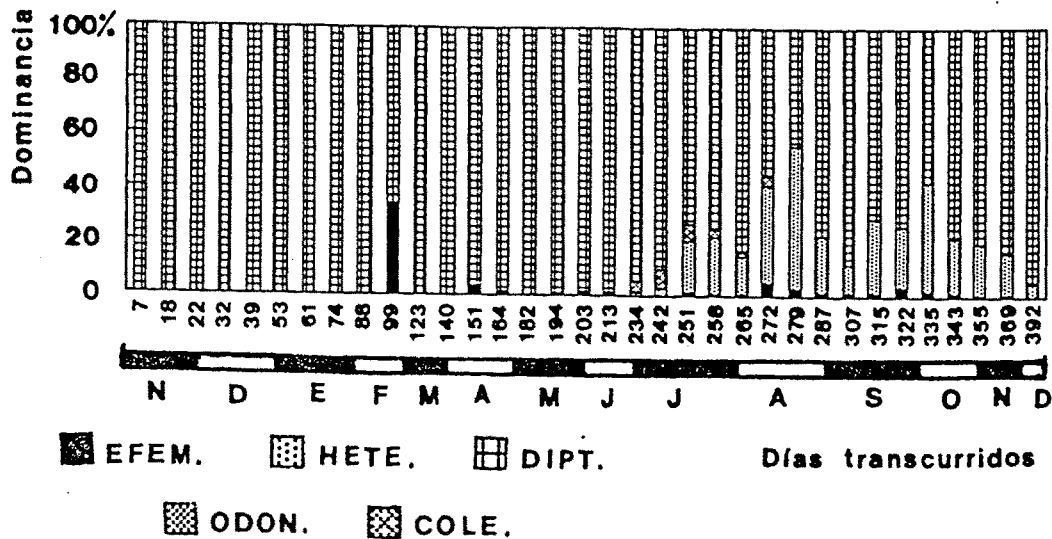
## FAMILIAS DEL RESTO DE ORDENES



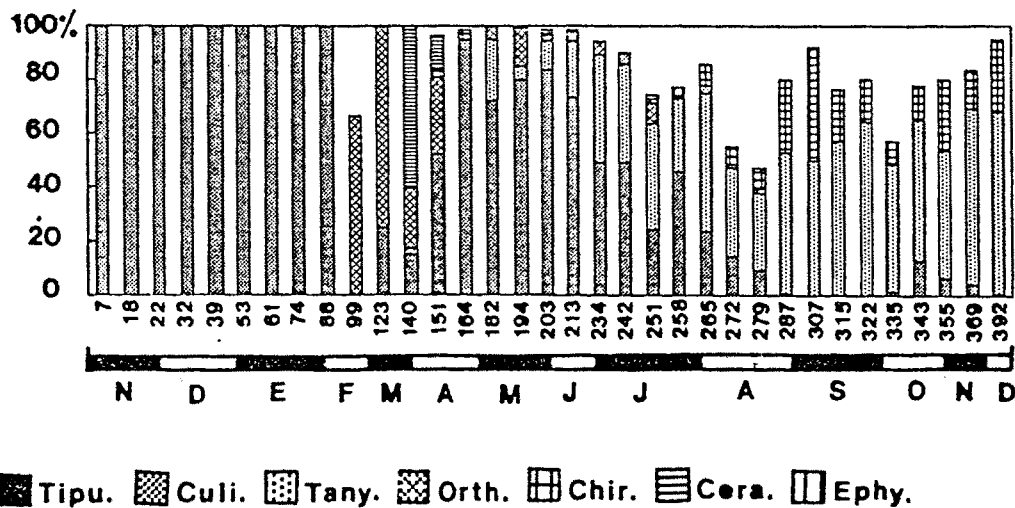


# ESTANQUE VI

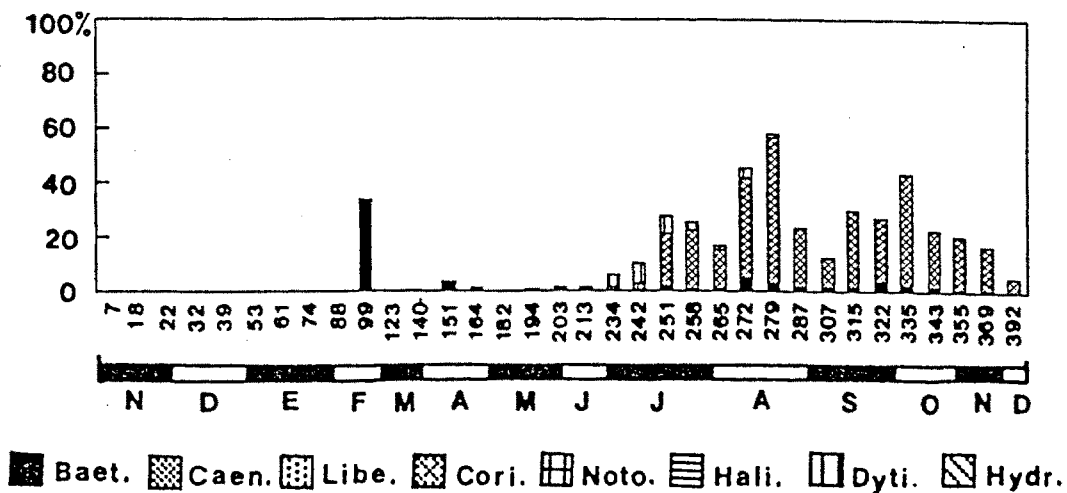
## ORDENES



## FAMILIAS DE DIPTEROS



## FAMILIAS DEL RESTO DE ORDENES



















los estanques II, III, IV y VII, esta especie domina con respecto a los Dípteros.

La familia Caenidae, representada por *Caenis luctuosa*, tiene un porcentaje muy bajo en los estanques donde se presenta (II, III, IV y V).

Los Heterópteros, y dentro de éstos los Corixidos, constituyen una fracción importante, reflejo del gran desarrollo de las poblaciones de *Heliocorisa vermiculata* durante los meses de verano y otoño, en los estanques II y VII; y de *Sigara lateralis* en el estanque VI, en las mismas fechas. En algunas ocasiones este orden puede llegar a ser dominante frente a los Dípteros.

En cambio, la familia Notonectidae, representa una pequeña porción en el estanque V, donde *Anisops debilis perplexa*, desarrolla una única generación.

Con respecto a los Coleópteros, el Ditiscido *Hydroglyphus pusillus*, en los estanques IV, V y VI, y el Hidrofílido, *Helochares lividus* en el estanque II, son los únicos que tienen una abundancia relativa significativa, aunque no llegan a superar el 10%, excepto *Hydroglyphus pusillus* en el estanque V, donde desarrolla varias generaciones durante los meses de verano.

En cuanto a los Odonatos, sólo llegan a alcanzar una cierta importancia las poblaciones de *Ortethrum cancellatum* en el estanque III, donde desarrolla su ciclo de vida a partir de Agosto.

Como se ha podido observar, sólo presentan una abundancia relativa importante en la comunidad, aquellas especies que desarrollan varios ciclos de vida en estos

medios, y éstas abundancias varían temporalmente en función de las épocas en las que alcanzan su máximo desarrollo.

#### 5.6.4. VARIACION TEMPORAL DE LOS INDICES DE DIVERSIDAD Y EQUITABILIDAD.

En la figura 5.32, se representa la variación temporal de los índices de diversidad específica, diversidad máxima y equitabilidad de las taxocenosis de insectos acuáticos para los nueve primeros estanques.

En general, en ninguno de los estanques, se observa una tendencia de incremento gradual de los índices de diversidad, a lo largo del periodo de estudio, sino que estos fluctúan siguiendo un "pattern" más o menos estacional.

Durante los primeros meses de estudio, cuando los estanques sólo han sido colonizados por una o dos de las especies pioneras (*Chironomus riparius* y/o *Culiseta longiareolata*), se dan los valores de diversidad más bajos. En este periodo, y debido a la gran cantidad de nichos ecológicos vacíos en estos medios nuevos, las relaciones inter e intraespecíficas de las poblaciones pioneras van a ser muy débiles.

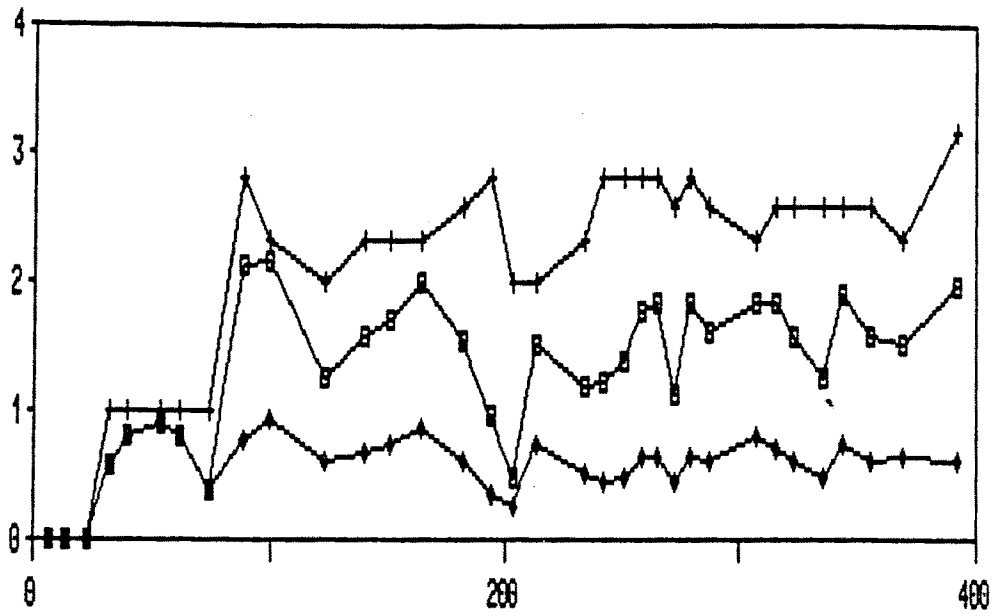
En los meses siguientes, con el aumento gradual de la temperatura, que estimula la dispersión y reproducción de las especies de insectos acuáticos y el desarrollo de las comunidades de algas en los estanques, se establecen y desarrollan nuevas especies en estos medios, dando lugar a una comunidad más rica y compleja, con interacciones más intensas entre los organismos que la componen.

Es en primavera, cuando se alcanzan generalmente los máximos valores de los índices de diversidad (ligeramente

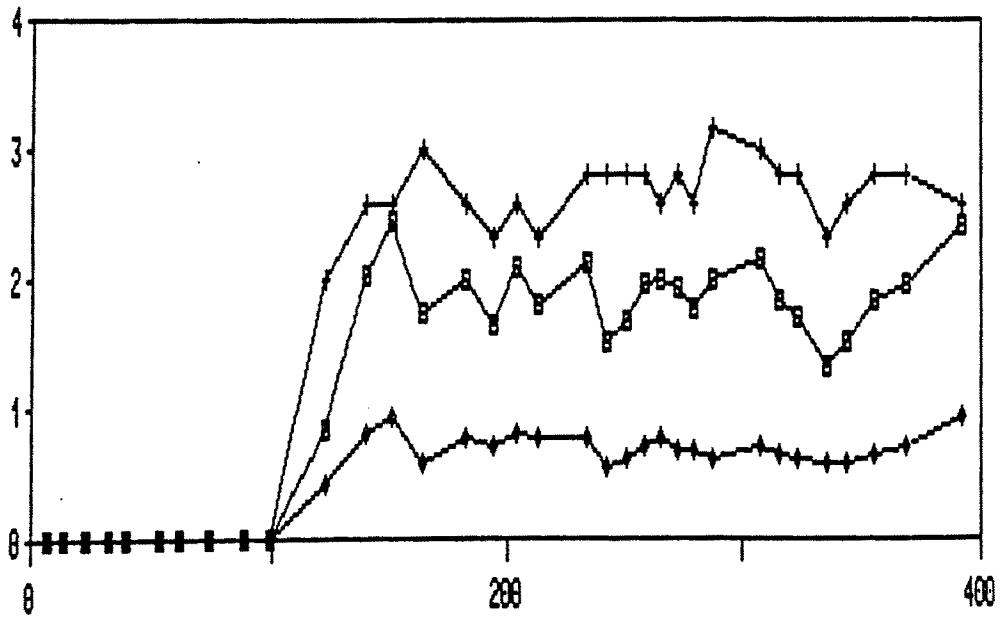


Figura 5.32: Variación temporal de los índices de diversidad específica (H), diversidad máxima (Hmax. y equitabilidad (E) de las taxocenosis de insectos acuáticos, para los nueve primeros estanques.

ESTANQUE I

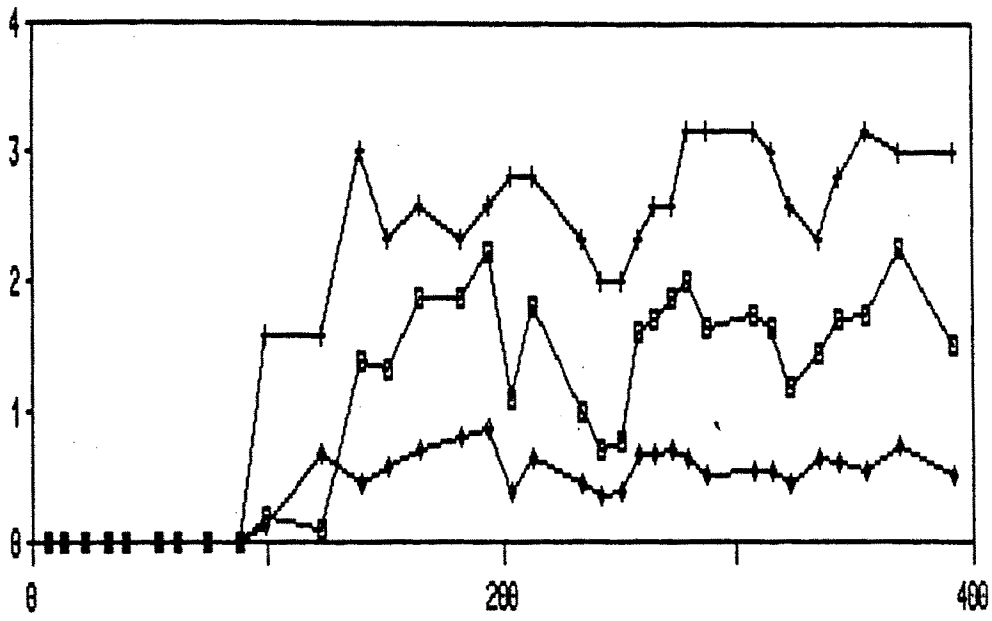


ESTANQUE II

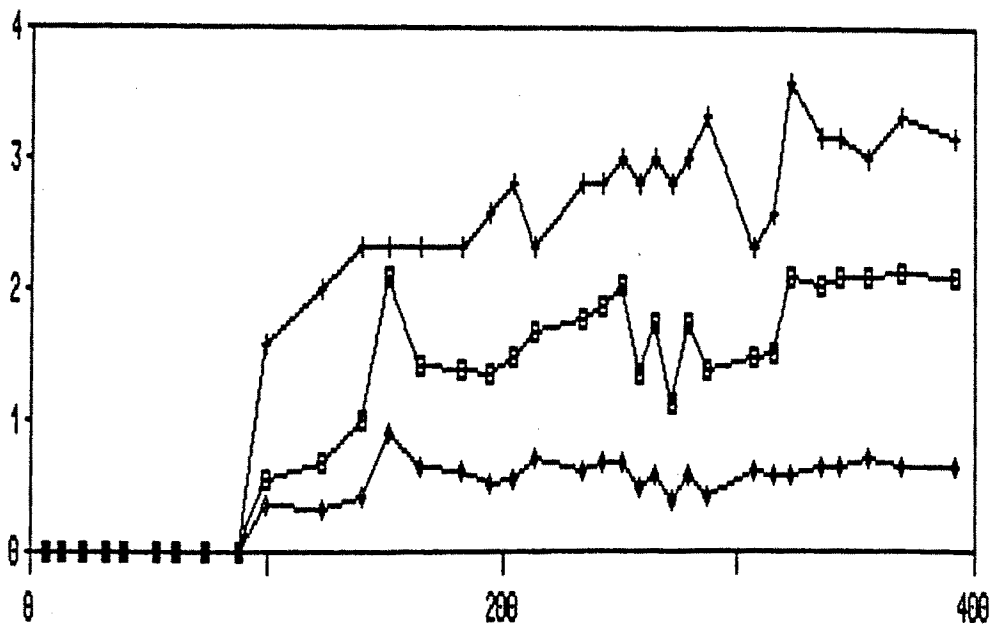


Días transcurridos  
□ Diversidad + Div. máxima    ◇ Equitabilidad

ESTANQUE III



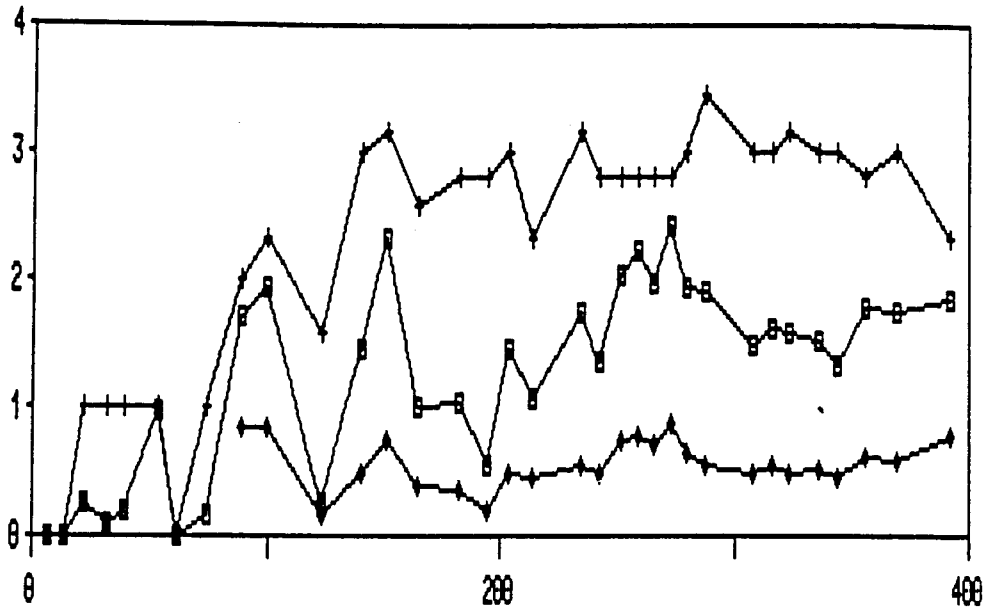
ESTANQUE IV



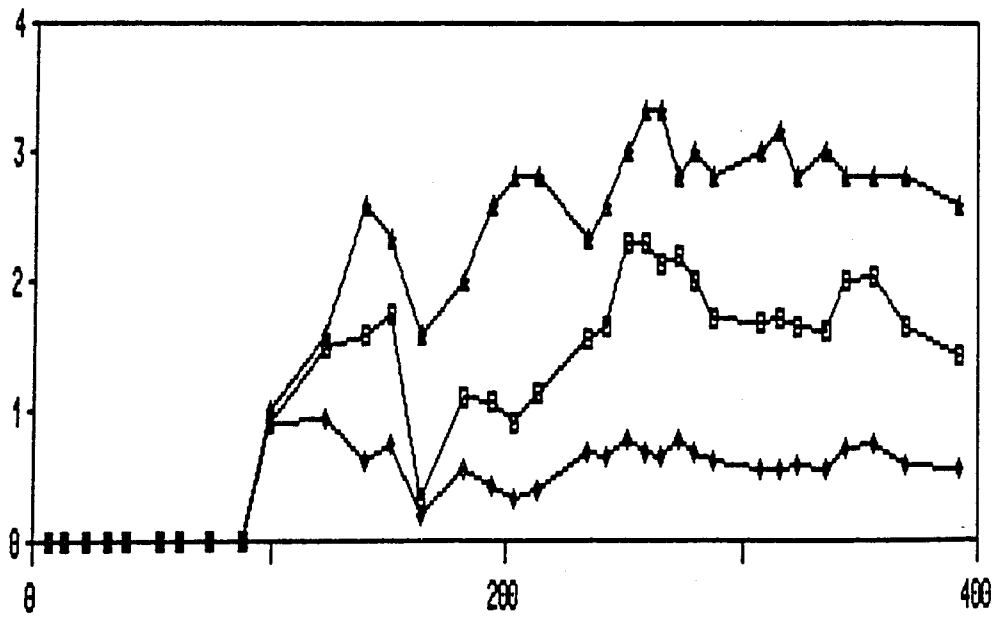
Días transcurridos

□ Diversidad + Div. máxima ◇ Equitabilidad

ESTANQUE V



ESTANQUE VI



Días transcurridos  
□ Diversidad + Div. máxima ◇ Equitabilidad

sistema de clasificación, basado más en la naturaleza del alimento, que en el mecanismo de toma o captura de éste. Dicho sistema, se ha elaborado a partir de las clasificaciones mencionadas anteriormente, pero ajustándolo a las diferentes especies de insectos acuáticos que componen la comunidad de los estanques.

En la tabla 5.7, aparece la definición de las distintas categorías tróficas y las especies incluidas dentro de cada una de ellas. Para aquellas poblaciones que se desconoce específicamente su fuente de alimento, así como los mecanismos que utilizan, se les ha atribuido las características conocidas del grupo taxonómico inmediatamente superior al que pertenecen, con los errores que puede llevar consigo.

#### 5.7.1. RECURSOS ALIMENTICIOS DE LOS ESTANQUES.

##### **Detritos:**

Es la única fuente de alimento en la mayoría de estanques, inmediatamente después de su llenado. Estos, provienen de los sedimentos y materia orgánica adicionados inicialmente a los estanques.

Posteriormente la materia orgánica muerta se produce continuamente por los organismos vegetales o animales, componentes de la comunidad de cada estanque.

También es importante, el aporte mediante el viento, de hojas y otros restos vegetales durante todo el periodo de estudio, así como la descomposición de insectos terrestres caídos en estos medios.

**Productores primarios:**

- Macrófitos: solamente los estanques II y III contienen esta fuente de alimento, *Cladophora* sp. y *Chara vulgaris*, respectivamente. Aunque su utilización por parte de las especies herbívoras es muy limitada, debido a su alto contenido en celulosa y lignina, proporcionan un excelente sustrato para el desarrollo del perifiton (CUMMINS & KLUG, 1979).

- Perifiton: incluye algas fijadas al sustrato junto con finos detritos, y a la microflora y microfauna asociada. Se desarrolla fundamentalmente sobre las paredes verticales de los estanques.

- Fitoplancton: constituye una importante fuente de alimento, sobre todo en los meses de primavera, cuando su desarrollo es máximo en los estanques.

El estanque V, enriquecido artificialmente con nutrientes, tras su llenado, es el que presenta, como se esperaba, las mayores densidades de fitoplancton de todos, con dos máximos, uno durante Diciembre y Enero, y el segundo, de menor importancia, en primavera.

**Consumidores:**

Debido a su alto contenido calórico y proteico, son el mejor recurso alimenticio en ecosistemas acuáticos (ANDERSON & CUMMINS, 1979), aunque es obtenido por los depredadores a costa de un considerable gasto energético.

Crustáceos y larvas de insectos son las principales presas. En los estanques III, IV y V, han sido observadas altas densidades de Ostrácodos y Copépodos, a partir de los

CATEGORIA GENERAL BASADA EN LA NATURALEZA DEL ALIMENTO.	SUBDIVISION BASADA EN EL ALIMENTO DOMINANTE.	MECANISMO DE ALIMENTACION	ESPECIES
<p><b>CONSUMIDORES PRIMARIOS</b></p> <p>Se alimentan de productores primarios y/o de material en descomposición. Sus fuentes de alimentación incluyen materia vegetal viva o muerta, con microorganismos asociados y material inorgánico que puede servir de sustrato para la microflora.</p>	<p><b>HERBIVOROS</b></p> <p>Material vegetal vivo: algas, macrofitos y perifiton.</p>	<p><b>RAMONEADORES O RASPADORES</b></p>	<p>Helochares lividus (A) Haliphus lineatocollis Ochthebius meridionalis (A) Cricotopus sylvestris Cricotopus sp.2 Psectrocladius barbimanus Psectrocladius limbatellus</p>
	<p><b>DETRITIVOROS</b></p> <p>Materia orgánica particulada fina (FPOM) o gruesa (CPOM) con microflora y microfauna asociadas.</p>	<p><b>COMEDORES DE DEPOSITOS</b></p>	<p><b>RAMONEADORES</b></p> <p><b>DESMENUZADORES</b></p>
<p><b>CONSUMIDORES SECUNDARIOS O CARNIVOROS</b></p> <p>Se alimentan de materiales de origen animal.</p>	<p><b>HERBIVOROS-DETRITIVOROS</b></p> <p>Materia orgánica en descomposición y algas.</p> <p><b>DEPREDADORES</b></p> <p>Presas vivas.</p>	<p><b>FILTRADORES</b></p> <p><b>ENGULLIDORES</b></p> <p><b>SUCCIONADORES DE FLUIDOS INTERNOS</b></p>	<p>Culiseta longeaereolata Culex pipiens pipiens  Ortethrum cancellatum Crocothemis erythraea Hydroglyphus pusillus Potamonectes cerisyi Agabus sp. Helochares lividus (L) Ochthebius meridionalis (L) Procladius sagittalis  Anisops debilis perplexa Anisops sardea Microvelia pygmaea</p>

Tabla 5.7: Categorías tróficas basadas en la naturaleza del alimento dominante y relación de especies pertenecientes a dichas clases.

(A): sólo el estado adulto.  
(L): sólo el estado larvario.





meses de primavera y hasta finales del periodo de estudio, constituyendo el alimento básico para los depredadores de menor tamaño.

En general, se puede considerar que en estos medios, relativamente cerrados, adquiere mayor importancia la materia orgánica autóctona, generada por la propia comunidad acuática, que la alóctona (de origen terrestre).

#### 5.7.2. RIQUEZA TROFICA.

En la figura 5.33, aparece representado el espectro de riqueza de especies de las cuatro categorías tróficas principales (herbívoros, detritívoros, herbívoros-detritívoros y carnívoros), para cada uno de los estanques. El estanque X, tiene una sola especie, *Ephydra* sp., que es detritívora en su estado larvario y necrófaga en el adulto.

Como se puede observar, los detritívoros son el grupo más rico en especies de todos los estanques, salvo en el I y el V, donde alcanzan similar importancia las especies carnívoras. En el resto de estanques, los carnívoros representan un porcentaje menor, que varía desde un 26.3%, en el estanque IV, a un 15.8%, en el VI.

Los herbívoros, en cambio, son el grupo menos representado, aunque en los estanques III y VI son los segundos en importancia después de los detritívoros. En el estanque III, este hecho está justificado por la presencia de *Chara vulgaris*.

Sin embargo, en el estanque II, donde está presente el alga filamentosa *Cladophora* sp., el porcentaje de especies de herbívoras es muy parecido al resto de estanques,

probablemente debido, a que este alga puede producir ácidos químicos que inhiben el ramoneo (HUTCHINSON, 1981). Este estanque, es el que presenta mayor número de especies herbívoras-detritívoras de todos (23.5%), ya que los filamentos muertos del alga pueden constituir una abundante fuente de alimento para estas especies. Esta categoría, de límites un poco dudosos, ya que incluye especies que se pueden alimentar tanto de algas como de detritos, presenta, en el resto de los estanques, un porcentaje variable que oscila entre 21.1% (estanque IV) y el 14.3% (estanque IX).

En general, las especies que se alimentan de detritos (detritívoras y herbívoras-detritívoras) representan más del 50% del total de las especies de cada estanque, siendo este recurso, la principal fuente de alimento en los medios estudiados.

### 5.7.3. DOMINANCIA TRÓFICA.

La abundancia relativa de las diferentes categorías tróficas, varía durante el periodo de estudio, en función de la calidad y cantidad de las fuentes de alimento en cada momento, en los estanques.

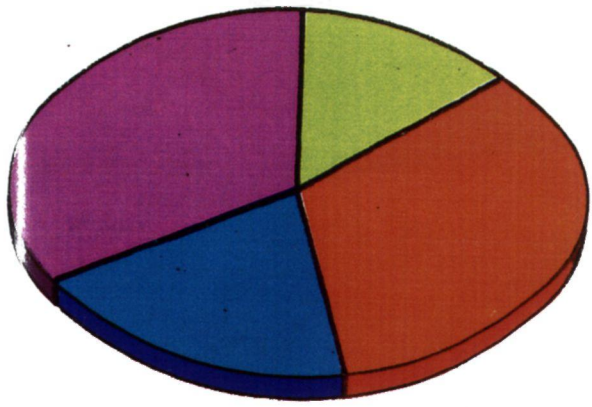
En la figura 5.34, se representa, para cada estanque, la variación de las dominancias de cada una de las categorías tróficas, así como su valor medio, durante el periodo de estudio.

En general, los detritívoros, herbívoros-detritívoros y carnívoros presentan unos valores medios de dominancia similares, salvo en los estanques VI, VII, VIII y IX, donde se produce un claro dominio de las especies herbívoras-detritívoras.

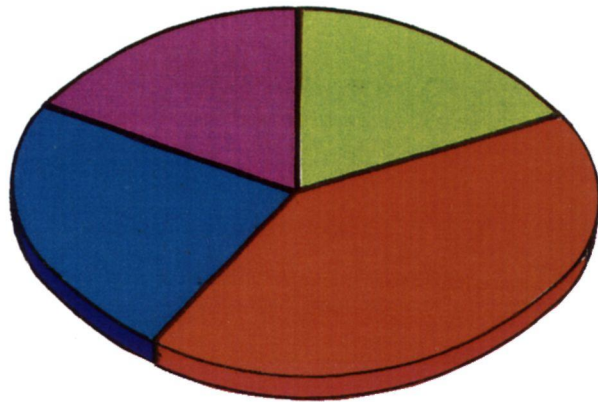
Figura 5.33: Espectro de riqueza de especies de las cuatro categorías tróficas principales para cada uno de los estanques.

- HERBIVOROS
- DETRITIVOROS
- HERB.- DETRITIVOROS
- CARNIVOROS

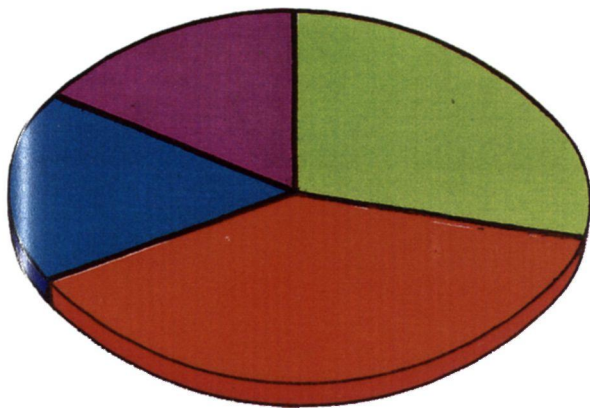




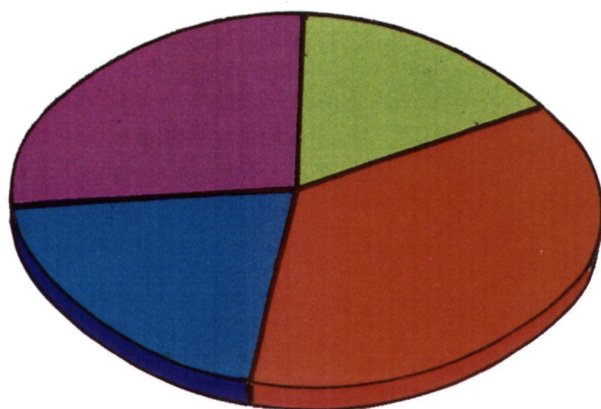
ESTANQUE I



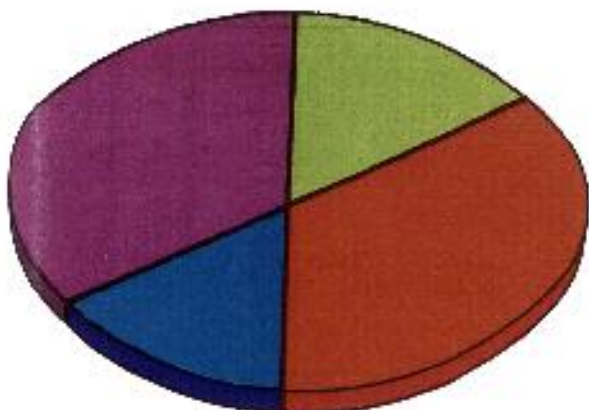
ESTANQUE II



ESTANQUE III

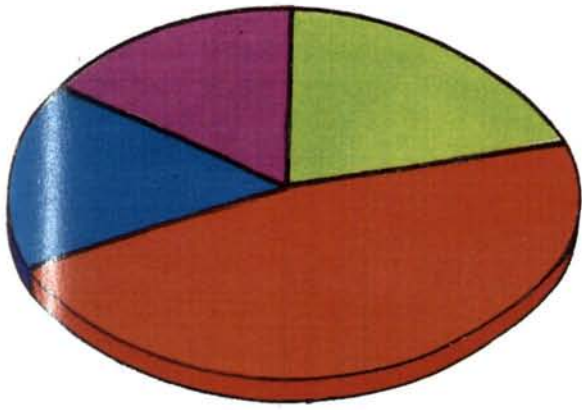


ESTANQUE IV



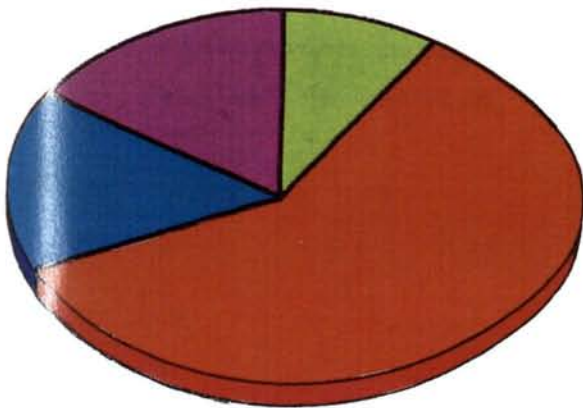
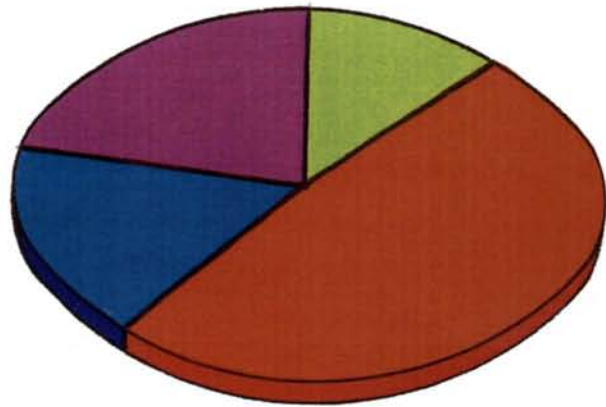
ESTANQUE V





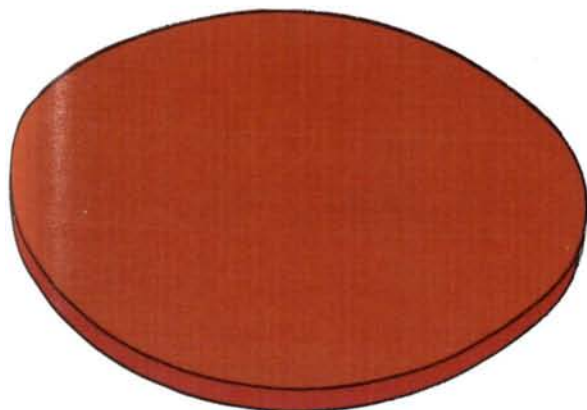
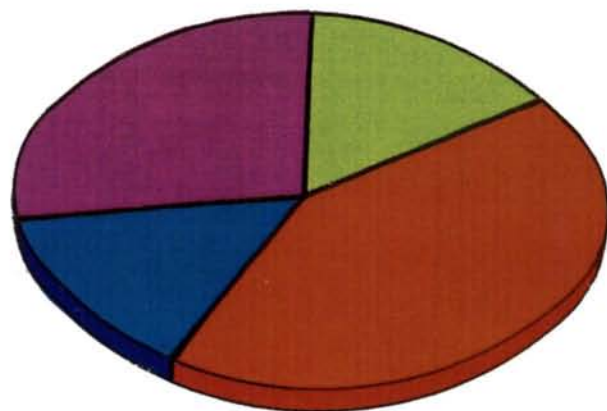
ESTANQUE VI

ESTANQUE VIII



ESTANQUE VIII

ESTANQUE IX



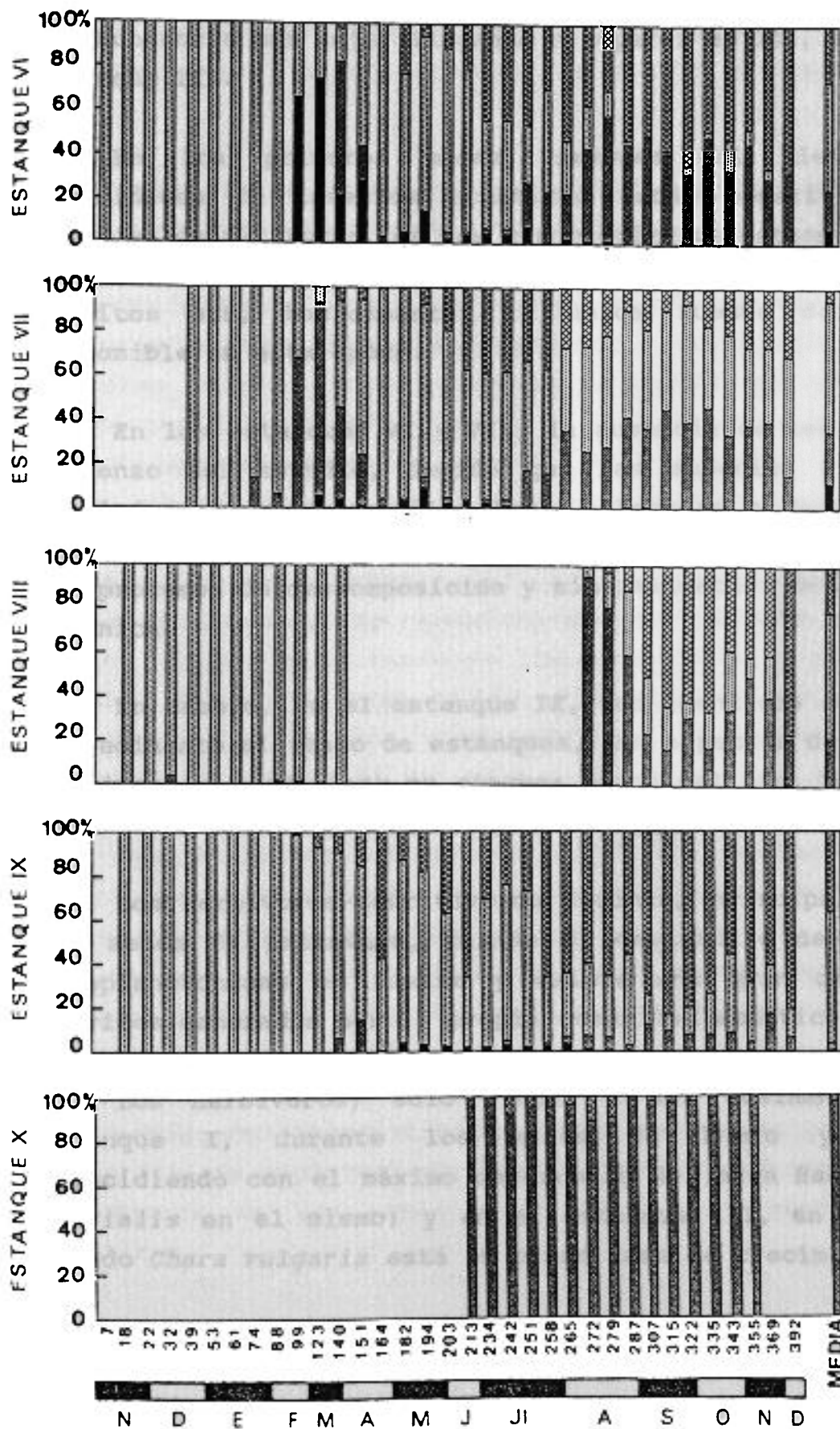
ESTANQUE X





**Figura 5.34: Variación temporal de la abundancia relativa de las diferentes categorías tróficas y su valor medio, durante el periodo de estudio, para cada uno de los estanques.**

# DOMINANCIA TROFICA



HERBIVOROS
  DETRITIVOROS
  HERB-DETRIT.
  CARNIVOROS



Sin embargo, los herbívoros, tienen el porcentaje medio de abundancia más bajo, llegando a superar el 10%, sólo en el estanque III.

En los primeros meses, después del llenado, las comunidades de insectos acuáticos están constituidas por especies detritívoras, en los cinco primeros estanques, y por especies herbívoras-detritívoras, en el resto, ya que los detritos son, básicamente, la única fuente de alimento disponible en esta época.

En los estanques VI y VII, la ausencia de sedimentos al comienzo del estudio, impide que las especies típicamente detritívoras se desarrollen hasta Febrero o Marzo, cuando empieza a aparecer una ligera capa de sedimento, resultado de los procesos de descomposición y mineralización de la materia orgánica.

En cambio, en el estanque IX, con idénticas condiciones de sedimento al resto de estanques, las especies detritívoras no llegan a predominar en ninguna época del año, presentando valores de abundancia relativa generalmente inferiores al 10%

Los herbívoros-detritívoros dominan, principalmente, en los meses de primavera, cuando el desarrollo de las algas fitoplanctónicas es máximo y existe una gran cantidad de detritos generados por la propia comunidad acuática.

Los herbívoros, sólo llegan a ser dominantes en el estanque I, durante los meses de Enero y Febrero, coincidiendo con el máximo desarrollo del alga *Haematococcus pluvialis* en el mismo; y en el estanque III, en primavera, cuando *Chara vulgaris* está en plena fase de crecimiento.

Los carnívoros dominan, fundamentalmente, a partir de los meses de verano, cuando las comunidades son lo suficientemente ricas y complejas para abastecerlos de presas.

El Quironómido *Procladius sagittalis*, es la especie que más contribuye a la abundancia de los carnívoros, ya que presenta los máximos valores de densidad en los estanques. Este gran desarrollo se debe a que puede consumir un amplio espectro de presas, incluyendo a individuos de su propia especie y a detritos.

En el estanque VIII, durante su primer llenado, dominan las especies herbívoras-detritívoras, mientras que en el segundo periodo, se produce una clara y rápida sucesión, desde las especies detritívoras hacia las carnívoras, no llegando a establecerse poblaciones típicamente herbívoras.

#### 5.8. DISCUSION.

Aunque ningún organismo se puede definir totalmente como de la selección "r", "K" o "A" (PIANKA, 1970), la mayoría de los insectos acuáticos que colonizan los estanques, durante el periodo de estudio, pueden ser considerados en sentido amplio, como estrategias de la "r", ya que presentan un carácter oportunista y eurioico, definido por su capacidad de dispersión activa, temprana reproducción en su ciclo de vida, con una elevada fecundidad y tasa de desarrollo, alimentación generalista, poca capacidad competitiva y tolerancia a un amplio rango de condiciones ambientales; todo ello, ligado a una vida breve.

Esta estrategia es típica en medios inestables y en las etapas pioneras de la sucesión de los ecosistemas (MARGALEF, 1977).

La distribución de las especies, en los estanques estudiados, va a depender, aparte del componente de azar, de propiedades intrínsecas de cada especie, como su euricidad, capacidad de dispersión, poder de multiplicación, competitividad, selección de lugares de ovoposición, requerimientos de las larvas, etc.; así como de otros factores locales, como la acción de estresores ambientales, la disponibilidad de alimento y la presencia de especies competidoras y/o depredadoras.

*Culiseta longiareolata*, *Procladius sagittalis*, *Chironomus riparius*, *Dasyhelea* sp1 y *Cloeon dipterum*, son las especies más eurioicas y con mayor éxito colonizador, ya que están presentes en nueve de los diez medios estudiados. En cambio, *Haliphus lineatocollis*, *Potamonectes cerisyi*, *Agabus* sp, *Polypedilum pullum*, *Cladotanytarsus mancus* y *Ephydra* sp, son características de uno sólo de estos medios.

Dos tipos de estrategia de vida se dan entre las especies colonizadoras, que puede variar incluso dentro de una especie, entre estanques y en el tiempo:

1) Especies que utilizan los estanques como medios transitorios en sus vuelos de dispersión, donde se alimentan, pero no se reproducen. A pesar de que interaccionan con la comunidad, su importancia es baja, ya que se presentan de forma aislada y puntual. Es el caso de los estados adultos de la mayoría de las especies de Coleópteros y Heterópteros acuáticos.

2) Especies que se reproducen u ovopositan en los estanques. Sus poblaciones constituyen los componentes básicos de las comunidades, y son las que permanecen mayor tiempo en ellos.

Dentro de este grupo, se distinguen, a su vez, dos tipos:

a) Especies que no llegan a desarrollar el ciclo de vida completo, debido principalmente, a la falta de determinados requerimientos ecológicos y a la acción de la competencia interespecífica y la predación. Un claro ejemplo, lo constituyen los Coleópteros *Haliphus lineatocollis* y *Ochthebius meridionalis*, y el Díptero *Típula* sp, que debido a la estructura de los medios estudiados (paredes verticales de cemento), no pueden realizar la fase de pupación terrestre.

b) Especies que desarrollan el ciclo completo, pudiendo realizar una o varias generaciones anuales. Sus poblaciones juegan un papel muy importante dentro de la comunidad. Son los verdaderos colonizadores con éxito. Entre los Coleópteros, sólo *Hydroglyphus pusillus* y *Helochaeres lividus* completan su ciclo de vida en los estanques, aunque el estado pupal no ha sido registrado, probablemente debido, a que dicho estado lo pueden realizar bajo el agua, construyendo una cápsula ninfal con partículas minerales, que la aíslan, como se ha observado en el Ditíscido *Noterus* sp. (BERTRAND, 1972).

En general, las comunidades de insectos acuáticos de los estanques, salvo en el medio hipersalino (estanque X), presentan una composición y estructura bastante similar.

Están constituidas por un número de especies relativamente bajo, de las cuales, unas pocas son "fundamentales" y "constantes", generalmente *Cloeon dipterum*, *Culiseta longiareolata* y *Procladius sagittalis*, con ciclos de

vida polivoltinos que mantienen altas densidades de población durante gran parte del año. El resto, son "acompañantes", "accesorias" y "esporádicas", presentándose durante un corto espacio de tiempo y con densidades de población más bajas.

Esta estructura de la comunidad, manifiesta la inmadurez de los sistemas estudiados, con una alta tasa de sustitución de especies durante las etapas pioneras de su colonización; y se ve reflejada en los bajos valores de diversidad y equitabilidad observados.

Los Dípteros están distribuidos en todos los estanques. Constituyen el grupo más importante, tanto en riqueza de especies como en abundancia, representando, sólo los Quironómidos, aproximadamente la mitad del número total de especies e individuos. En cambio, los Odonatos, son el orden de insectos con una distribución más restringida, menor número de especies y una abundancia relativa insignificante.

La secuencia de colonización de las especies en los estanques, está determinada, fundamentalmente, por la disponibilidad de alimento en estos medios, apareciendo en primer lugar aquellas especies con muy bajos requerimientos nutritivos, que pueden alimentarse con los escasos detritos presentes en el medio, tras su llenado, como *Culiseta longiareolata* y *Chironomus riparius*.

Posteriormente, con el desarrollo del fitoplancton y perifiton, y el aumento de detritos en primavera, se establecen otras especies detritívoras, herbívoras y herbívoras-detritívoras.

Conforme las comunidades se hacen más complejas, se van estableciendo las primeras especies carnívoras, como *Procladius sagittalis* e *Hydroglyphus pusillus*, no colonizando



hasta el verano, los grandes depredadores, como los Odonatos o los Notonectidos. Una pauta similar de colonización ha sido descrita por varios autores (GORE, 1982; MINSHALL et al., 1983).

Los detritos constituyen la principal fuente de alimento de los estanques y de los cuales se alimentan más del 50% de las especies.

Durante la primera mitad del ciclo hay un claro dominio, en cuanto a su abundancia relativa, de detritívoros y herbívoros-detritívoros, mientras que a partir de verano, dominan los carnívoros, y entre ellos, *Procladius sagittalis*, que alcanza los máximos valores de densidad, debido al amplio espectro de presas que puede consumir, incluyendo a individuos de su propia especie y detritos.

Además de la disponibilidad de alimento, la colonización también depende del periodo de vuelo de los imagos, en función de su tipo de ciclo de vida. *Culiseta longiareolata* y *Chironomus riparius*, con ciclos polivoltinos y adultos voladores durante todo el año, pueden colonizar los estanques inmediatamente después de su llenado, en invierno. En primavera, cuando la mayoría de los insectos acuáticos terminan su desarrollo larvario, alcanzan el estado adulto e inician los vuelos de dispersión en busca de nuevos hábitats, es cuando se observa la llegada a los estanques de un gran número de nuevas especies.

Las especies en los medios estudiados, y en general, en la zona geográfica del Sureste ibérico, desarrollan normalmente, mayor número de generaciones al año que en otras áreas templadas, debido fundamentalmente al elevado régimen de temperaturas.

retraso de la colonización del estanque II, con respecto al resto de estanques. Por el contrario, la descomposición de sus filamentos, contribuye enormemente a la producción de detritos, lo que le permite mantener el mayor número de especies herbívoras-detritívoras de todos los estanques.

La presencia de *Chara vulgaris* favorece la colonización y el desarrollo de especies herbívoras, principalmente Orthocladinos, que se alimentan de las algas epífitas de la superficie de la planta y del Coleóptero *Haliphus lineatocollis*, ya que constituye su alimento exclusivo.

La adición de nutrientes en el estanque V, que desencadena un rápido e intenso desarrollo de fitoplancton durante los primeros meses de estudio, no parece acelerar el proceso de colonización, al contrario de lo esperado, aunque sí le permite mantener una comunidad más rica en individuos, pero no en especies, y donde sus poblaciones alcanzan las máximas densidades. La alta producción secundaria de este medio está estrechamente correlacionada con su producción primaria.

En cuanto al sustrato, en los estanques VI y VII, con cemento y grava respectivamente, la ausencia de sedimento al comienzo del estudio, impide que las especies típicamente detritívoras se establezcan, hasta Febrero o Marzo, cuando empieza a aparecer una ligera capa como resultado de los procesos de descomposición y mineralización, que van aumentando a lo largo del tiempo. Además, la menor cantidad de sedimento con respecto al resto de estanques, limita en parte, el desarrollo de Quironómidos tubícolas, principalmente Tanytarsinos. También, *Cloeon dipterum* presenta las densidades de población más bajas en el estanque VI, y *Procladius sagittalis* en el estanque VII, este último

debido a la escasa abundancia de Tanytarsinos, que constituyen su principal presa.

El diferente grado de insolación que reciben los estanques, según un orden creciente, también parece afectar la colonización de estos medios.

El estanque I, que es el que menor número de horas de sol recibe debido a su ubicación, y en principio el menos visible para las especies inmigrantes, presenta un número de especies sensiblemente menor (15) al estanque IX (21), que es el de mayor exposición al sol.

McLACHLAN (1988), encuentra una distribución diferente, entre dos especies de Quironómidos, en base a que las hembras discriminan las charcas, como lugares de ovoposición, por el grado de exposición al sol, apareciendo una de ellas en charcas umbrías y predominando la otra en charcas soleadas. Este autor manifiesta, que tal tipo de selección es común entre mosquitos y anfibios habitantes de charcas de lluvia.

En el presente estudio, *Tipula* sp, también parece seleccionar los ambientes umbríos, ya que sólo coloniza los estanques I y II.

Todos estos factores, macro y microambientales, e incluso los propios de la especie, que afectan tanto a los procesos de colonización, en general, como al establecimiento de las especies, serán analizados en el capítulo 7, para determinar cuales de ellos juegan un papel más importante.

retraso de la colonización del estanque II, con respecto al resto de estanques. Por el contrario, la descomposición de sus filamentos, contribuye enormemente a la producción de detritos, lo que le permite mantener el mayor número de especies herbívoras-detritívoras de todos los estanques.

La presencia de *Chara vulgaris* favorece la colonización y el desarrollo de especies herbívoras, principalmente Orthocladinos, que se alimentan de las algas epífitas de la superficie de la planta y del Coleóptero *Haliphus lineatocollis*, ya que constituye su alimento exclusivo.

La adición de nutrientes en el estanque V, que desencadena un rápido e intenso desarrollo de fitoplancton durante los primeros meses de estudio, no parece acelerar el proceso de colonización, aunque sí le permite mantener una comunidad más rica en individuos, pero no en especies, y donde sus poblaciones alcanzan las máximas densidades. La alta producción secundaria de este medio está estrechamente correlacionada con su producción primaria.

En cuanto al sustrato, en los estanques VI y VII, con cemento y grava respectivamente, la ausencia de sedimento al comienzo del estudio, impide que las especies típicamente detritívoras se establezcan, hasta Febrero o Marzo, cuando empieza a aparecer una ligera capa como resultado de los procesos de descomposición y mineralización, que van aumentando a lo largo del tiempo. Además, la menor cantidad de sedimento con respecto al resto de estanques, limita en parte, el desarrollo de Quironómidos tubícolas, principalmente Tanytarsinos. También, *Cloeon dipterum* presenta las densidades de población más bajas en el estanque VI, y *Procladius sagittalis* en el estanque VII, este último debido a la escasa abundancia de Tanytarsinos, que constituyen su principal presa.

El diferente grado de insolación que reciben los estanques, según un orden creciente, también parece afectar la colonización de estos medios.

El estanque I, que es el que menor número de horas de sol recibe debido a su ubicación, y en principio el menos visible para las especies inmigrantes, presenta un número de especies sensiblemente menor (15) al estanque IX (21), que es el de mayor exposición al sol.

MCLACHLAN (1988), encuentra una distribución diferente, entre dos especies de Quironómidos, en base a que las hembras discriminan las charcas, como lugares de ovoposición, por el grado de exposición al sol, apareciendo una de ellas en charcas umbrías y predominando la otra en charcas soleadas. Este autor manifiesta, que tal tipo de selección es común entre mosquitos y anfibios habitantes de charcas de lluvia.

En el presente estudio, *Tipula* sp, también parece seleccionar los ambientes umbríos, ya que sólo coloniza los estanques I y II.

Todos estos factores, macro y microambientales, e incluso los propios de la especie, que afectan tanto a los procesos de colonización, en general, como al establecimiento de las especies, serán analizados en el capítulo 7, para determinar cuales de ellos juegan un papel más importante.

**6. ASPECTOS DE  
BIOGEOGRAFIA INSULAR:  
LOS ESTANQUES COMO  
ISLAS.**

## 6. ASPECTOS DE BIOGEOGRAFIA INSULAR: LOS ESTANQUES COMO ISLAS.

### 6.1. INTRODUCCION.

Hace más de dos décadas, PRESTON (1962) y MACARTHUR & WILSON (1963, 1967) revolucionaron la teoría biogeográfica, con la idea de que la biota de una isla es el resultado de un equilibrio dinámico entre la inmigración de nuevas especies a la isla y la extinción de ótras ya presentes.

El modelo de equilibrio de biogeografía insular, desarrollado matemáticamente por MCARTHUR & WILSON (1967), postula que los cambios en el número de especies en una comunidad a lo largo del tiempo son el resultado de la interacción entre un proceso extrínseco de inmigración, que aporta nuevas especies, y un proceso intrínseco de extinción por el que las especies son eliminadas debido a factores ecológicos o por azar. La teoría predice que la tasa de establecimiento de nuevas especies es alta, al principio del proceso de colonización, y posteriormente va decreciendo geoméricamente en el tiempo, mientras que la tasa de extinción evoluciona de manera contraria. La curva de colonización (número de especies presentes frente al tiempo) es el resultado de integrar en el tiempo la diferencia entre las curvas de inmigración y extinción.

Las tasas de inmigración y extinción varían además con el número de especies presentes. La curva de la tasa de inmigración es descendente porque a medida que se establecen más especies, un menor número de inmigrantes serán nuevas

especies; mientras que la curva de la tasa de extinción aumenta con el incremento del número de especies residentes.

El número de especies en equilibrio se alcanza cuando las tasas de inmigración y extinción se equiparan; es decir, el número de especies se estabiliza, aunque posteriormente, se puede producir un descenso (equilibrio interactivo) por efecto de las interacciones biológicas (SIMBERLOF, 1969).

Normalmente, el número de especies presentes en una isla determinada está relacionado con el área de la isla por la ecuación

$$S = CxA^z$$

S= N° de especies.

A= Area de la isla.

C= Cte. que depende de las dimensiones de la isla y el grupo taxonómico.

z= Pendiente de la regresión lineal, que puede tomar valores entre 0.20 y 0.35.

En términos de la teoría, el área de la isla y su distancia de la zona fuente de organismos, afectan al número de especies en equilibrio. Un incremento en el área de la isla, implica una mayor diversidad de hábitats, por lo que la inmigración debe aumentar y la extinción disminuir, dando lugar a un mayor número de especies en equilibrio. Por el contrario, cuando la distancia del área fuente aumenta, la tasa de inmigración baja, reduciéndose el número de especies en equilibrio.

Considerando como islas, en sentido amplio, "cualquier hábitat aislado por un terreno inhospito de otro hábitat similar, que puede ser atravesado con dificultad por los



organismos" (SIMBERLOFF, 1974), este modelo, concebido inicialmente para islas oceánicas, se ha aplicado también para "hábitats-isla" continentales: cuevas (CULVER, 1970; CULVER et al., 1973; VUILLEUMIER, 1973), cumbres de montaña (VUILLEUMIER, 1970; BROWN, 1971), plantas hospedadoras de insectos (JANZEN, 1968), marismas (BROW & DINSMORE, 1988), sustratos artificiales y naturales en ríos (CAIRNS et al., 1969; DICKSON & CAIRNS, 1972; STAUFFER et al., 1975), nuevos canales de ríos construidos (WILLIAMS & HYNES, 1977; GORE, 1979; 1982), charcas (MAGUIRE, 1963; HUBBARD, 1973; LASSEN, 1975; VALDECASAS et al., 1984), etc.

Recientemente, esta teoría se ha considerado como una herramienta útil por su carácter predictivo, para la gestión y conservación de las especies (DIAMOND, 1976; TERBORGH, 1976; WHITCOMB et al., 1976; BURGMAN et al., 1988; SIMBERLOFF, 1988), y para predecir y evaluar la tasa de recuperación después de una perturbación (MINSHALL et al., 1983).

GILBERT (1980), examina más de 150 trabajos que aplican el modelo de equilibrio y encuentra una pequeña evidencia de su validez.

El objetivo de este capítulo, es probar la validez y generalidad del modelo de colonización de MACArthur & Wilson, en los estanques estudiados durante el primer año de su llenado. Como los estanques son de igual tamaño y están a la misma distancia de las posibles fuentes de colonizadores, el efecto del área y la distancia son obviados. Estos componentes requieren, generalmente, el uso de complicados procesos estadísticos para cuantificar sus efectos.

Dada la gran variedad de medios acuáticos próximos a la zona de estudio, no existe una fuente de colonizadores discreta, sino que está dispersa en torno a la zona de estudio, por lo que la distancia a la que se encuentran no constituye una limitación para la colonización de los estanques.

## 6.2. METODOLOGIA.

A partir de las matrices originales de especies/tiempo (Apéndice II), excluyendo aquellas que sólo aparecen como adultos aéreos, se ha calculado, para cada estanque y en cada fecha de muestreo, el número de especies (S) y el número de individuos presentes (N), las tasas de inmigración (I) y extinción (Ex), así como la tasa relativa de renovación ( $T_R$ ):

.  $I(n^{\circ}$  especies/día) = número de especies nuevas en un intervalo de tiempo dividido por el número de días de dicho intervalo.

.  $Ex(n^{\circ}$  especies/día) = número de especies que desaparecen en un intervalo de tiempo dividido por el número de días de dicho intervalo.

$$. T_R(\%) = \frac{(I_{abs} + E_{abs}) \cdot 100}{t \cdot (S_1 + S_2)}$$

donde  $I_{abs}$  es el número de especies inmigrantes durante el intervalo,  $E_{abs}$  es el número de especies que se extinguen durante el intervalo,  $t$  es la duración del intervalo de tiempo; y  $S_1$  y  $S_2$  son el número de especies al comienzo y final del intervalo (DIAMOND, 1969).

Cada uno de estos índices se han representado frente al tiempo, para ver si la forma de las distintas curvas observadas se ajusta a las esperadas por el modelo. En aquellos casos donde hay evidencia de la validez del modelo, se han realizado regresiones lineales, utilizando la ecuación potencial, via transformación logarítmica, para calcular el grado de significación entre las variables.

### 6.3. CURVAS DE COLONIZACION.

En la figura 6.1, aparece representada para cada estanque, la curva de colonización (número de especies presentes frente al tiempo) durante el periodo de estudio.

En todos los estanques, salvo en el VIII y X, se observa un aumento progresivo del número de especies presentes, con el tiempo, tal y como predice el modelo, ajustándose a la ecuación potencial

$$S = a.t^b$$

siendo los coeficientes de correlación altamente significativos (tabla 6.1).

En cambio, en el estanque VIII, tanto en el primero como segundo llenado, y en el estanque X, no existe una correlación significativa entre el número de especies y el tiempo transcurrido.

Durante el primer periodo del estanque VIII, ésto es debido a su régimen temporal, extinguiéndose totalmente las pocas especies que habian colonizado al secarse el medio. En su segundo periodo, sometido a un régimen permanente, al

estar el proceso de colonización muy acelerado, debido a las altas temperaturas y la proximidad de las fuentes de colonización que constituyen el resto de estanques, el número de especies aumenta considerablemente durante los primeros días después de su llenado, pero disminuye posteriormente, ya que no todas consiguen establecerse en dicho estanque.

En el estanque X, la alta salinidad del agua ejerce un papel limitante en el proceso de colonización, llegando a establecerse una sola especie a lo largo de todo el periodo de estudio.

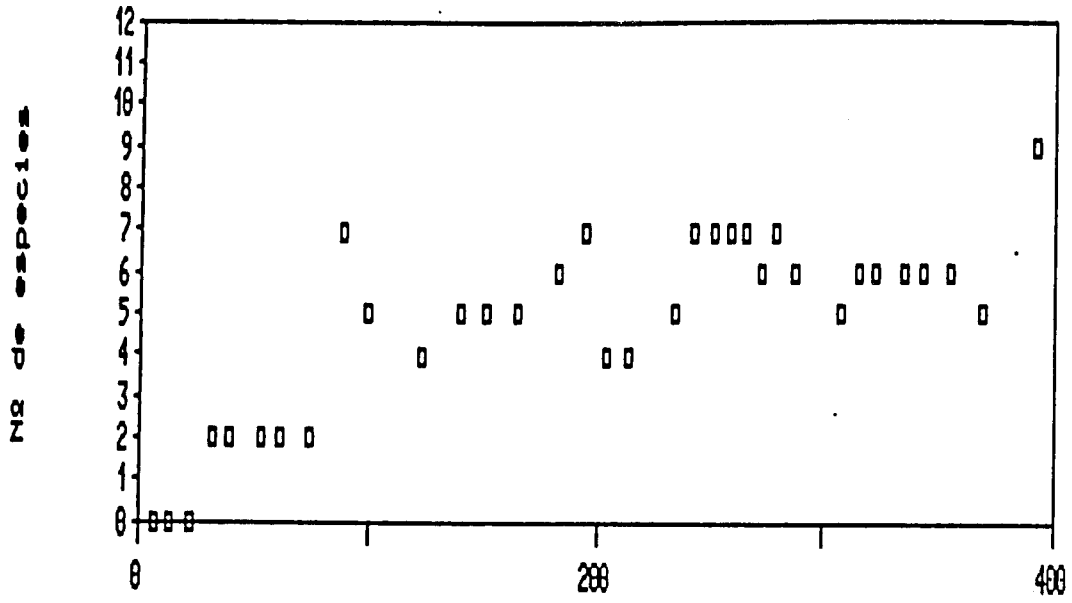
En ninguno de los estanques, se consigue alcanzar el equilibrio del número de especies, lo que muestra la inmadurez de estos ecosistemas durante el primer año de su colonización. MINSHALL et al. (1983), encuentran que el equilibrio en una zona de río, se produce entre los 600 y 650 días después de su inundación; mientras que HUBBARD (1973), en charcas artificiales, lo encuentra, aproximadamente, a los 40 días de su llenado, hecho que puede ser irreal debido a la corta duración de su estudio (90 días).

Las fluctuaciones del número de especies, que se observan a lo largo del periodo de estudio, son el resultado de la alta tasa de sustitución de especies, la corta duración de los ciclos de vida y las interacciones que se producen entre ellas.

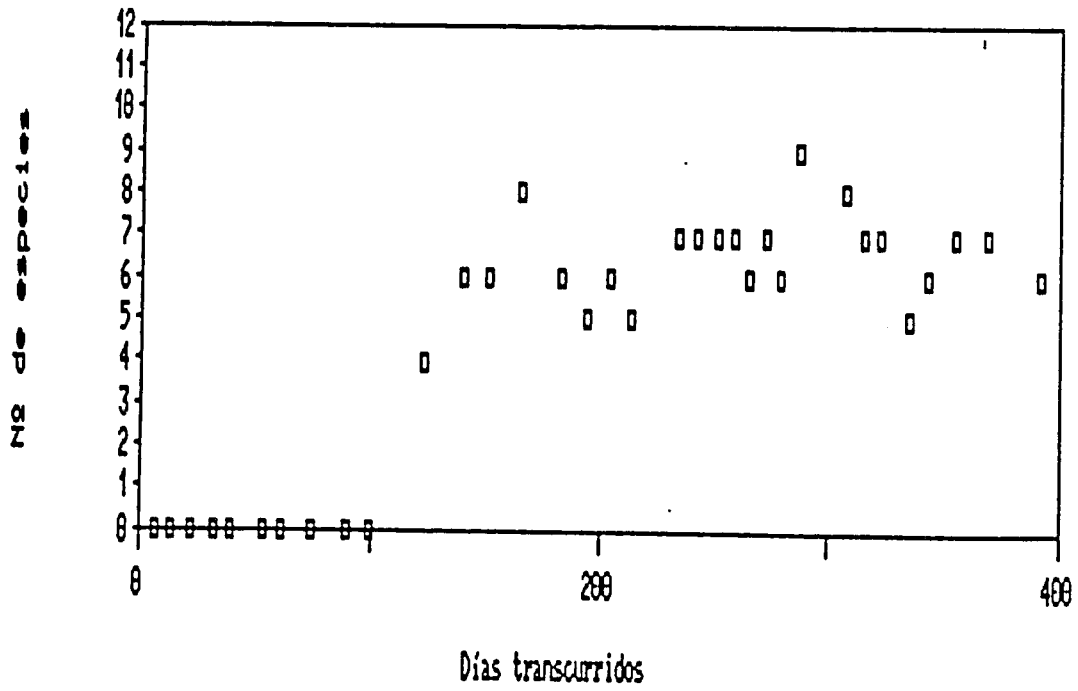
También, se manifiesta una marcada estacionalidad, estrechamente ligada con el clima, produciéndose la llegada de mayor número de especies, fundamentalmente en primavera y verano, que son los periodos más favorables para las especies (WOLDA, 1988).

Figura 6.1: Curva de colonización (número de especies presentes frente al tiempo) para cada uno de los estanques.

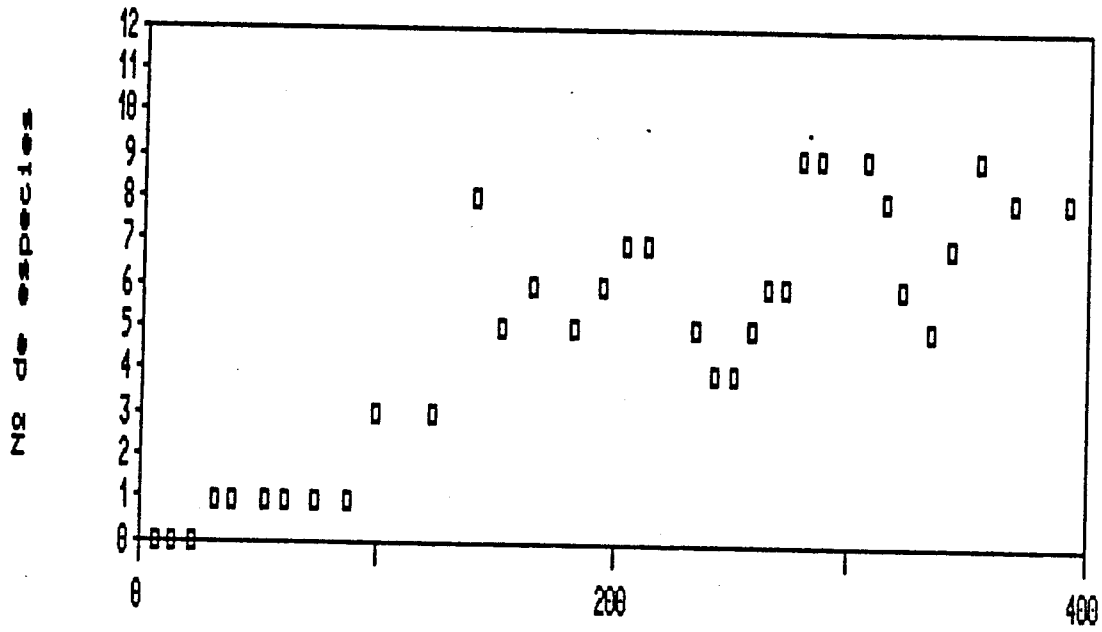
ESTANQUE I



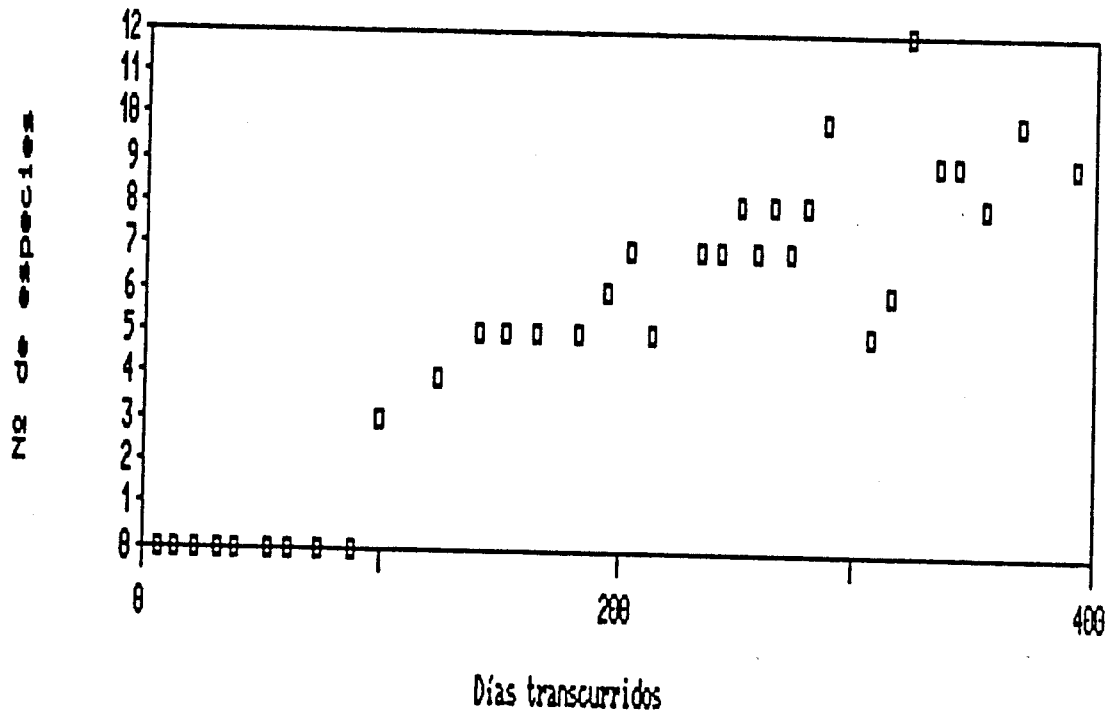
ESTANQUE II



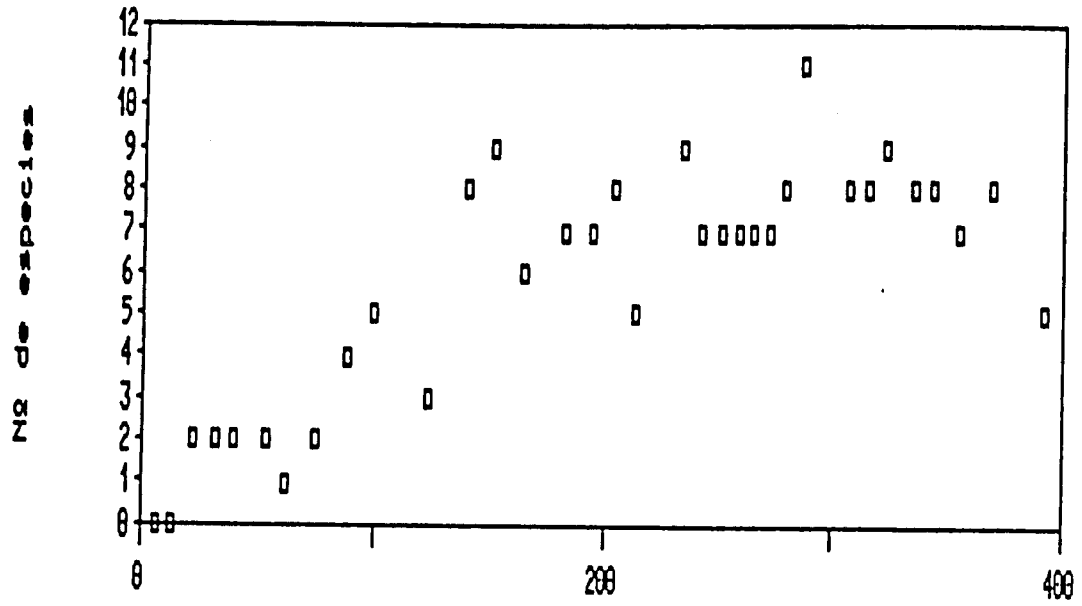
ESTANQUE III



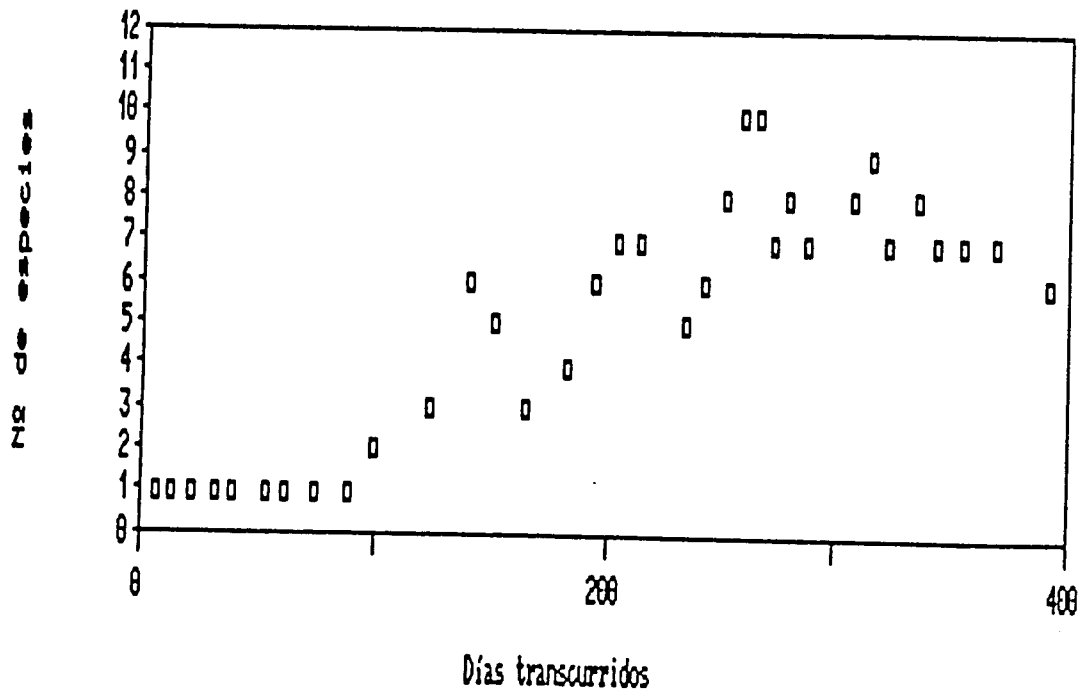
ESTANQUE IV



ESTANQUE V

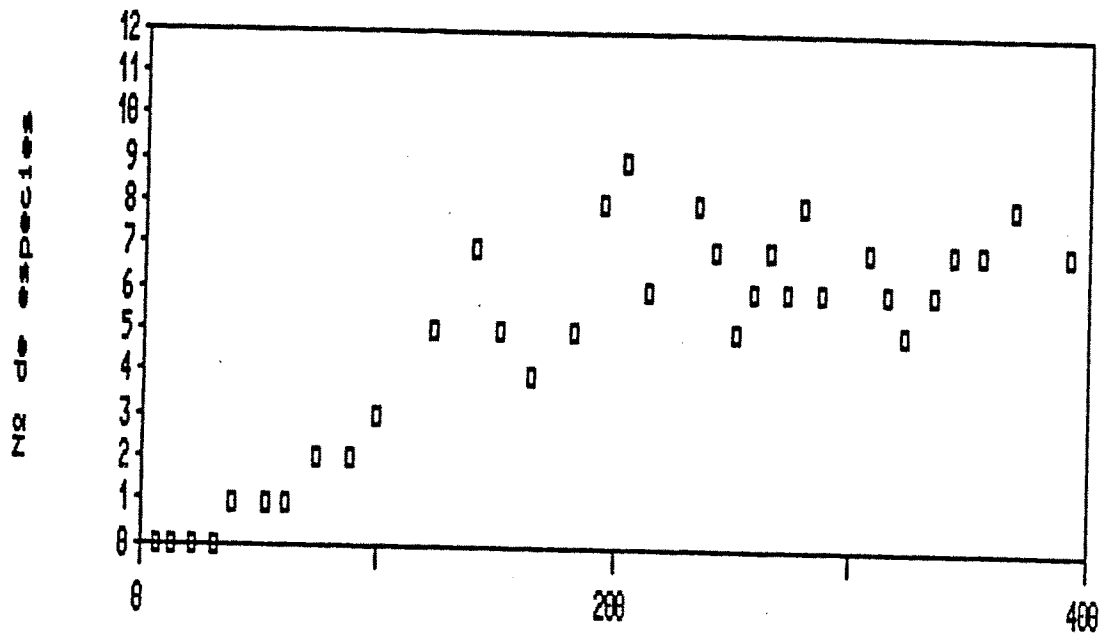


ESTANQUE VI

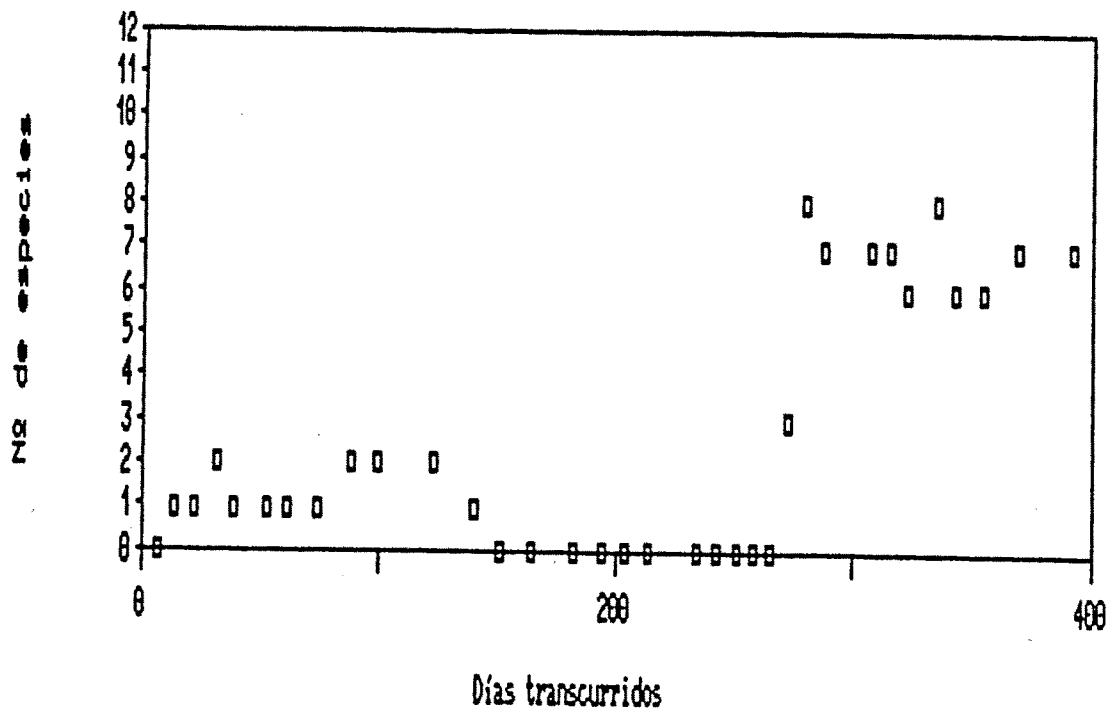




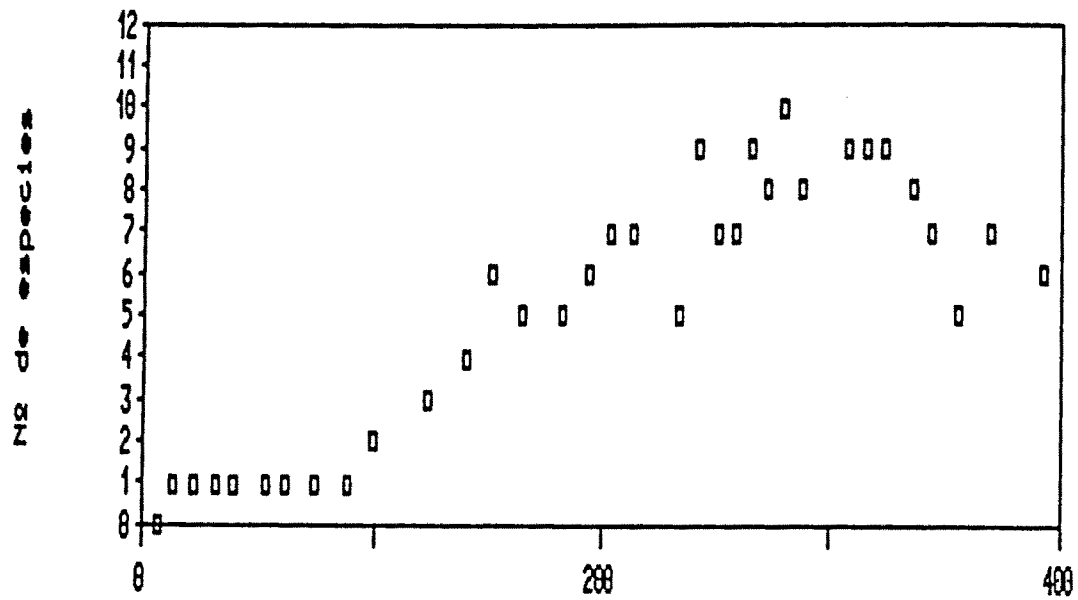
ESTANQUE VII



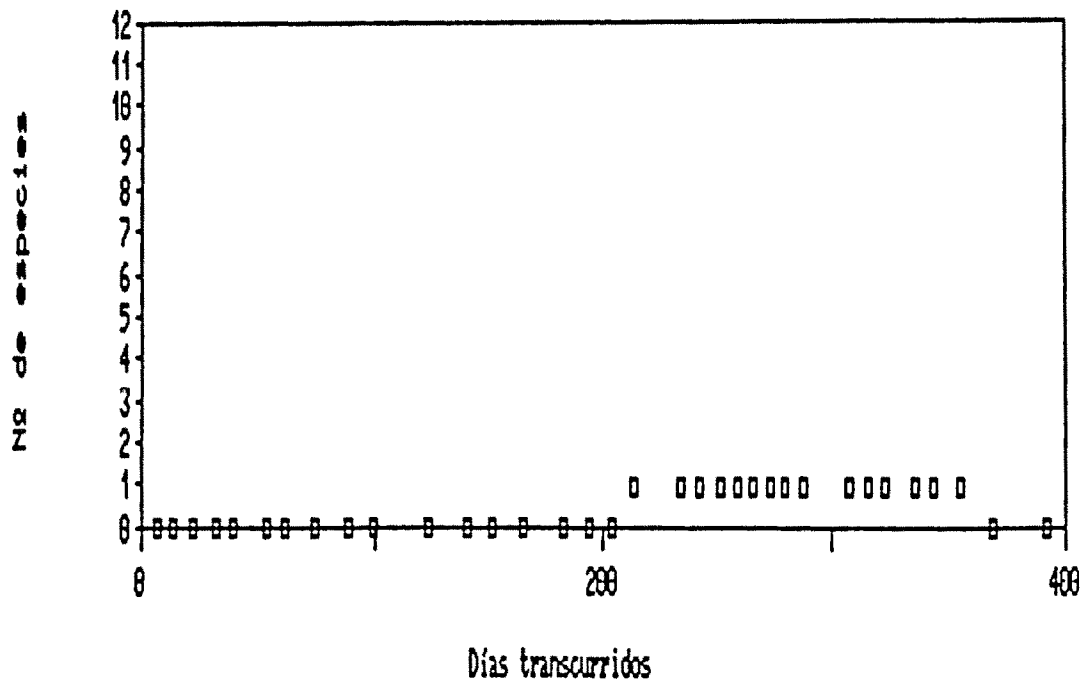
ESTANQUE VIII



ESTANQUE IX



ESTANQUE X



ESTANQUE	S = a.t <sup>o</sup>	n	r
I	S = 0,320.t <sup>o.532</sup>	31	0,820 p ≤ 0,01
II	S = 1,105.t <sup>o.338</sup>	24	0,506 p ≤ 0,01
III	S = 0,024.t <sup>1.022</sup>	31	0,894 p ≤ 0,01
IV	S = 0,047.t <sup>o.682</sup>	26	0,916 p ≤ 0,01
V	S = 0,194.t <sup>o.743</sup>	32	0,877 p ≤ 0,01
VI	S = 0,096.t <sup>o.743</sup>	34	0,877 p ≤ 0,01
VII	S = 0,027.t <sup>o.998</sup>	30	0,903 p ≤ 0,01
IX	S = 0,036.t <sup>o.998</sup>	33	0,902 p ≤ 0,01

Tabla 6.1: Relación número de especies/tiempo: ecuación de la curva de regresión potencial, coeficientes de correlación y nivel de significación, entre las dos variables para cada uno de los estanques.



De la misma manera que la teoría predice un número de especies en equilibrio para una isla dada, también asume una densidad en equilibrio, como resultado del balance entre inmigración y extinción, siendo el desarrollo matemático válido para el número de individuos.

En la figura 6.2, se representa la curva de colonización (número de individuos frente al tiempo), para cada uno de los estanques durante el periodo de estudio. Como se puede observar, el número de individuos presentes a lo largo del tiempo sigue una pauta de variación similar al número de especies, ajustándose significativamente a la función potencial

$$N = a \cdot t^b$$

o bien, en forma lineal

$$\ln N = \ln a + b \cdot \ln t$$

excepto en el primer periodo del estanque VIII y el estanque X, por las causas señaladas.

Las ecuaciones de la curva de regresión potencial que define la relación entre las dos variables y su coeficiente de correlación, para cada estanque, aparecen en la tabla 6.2.

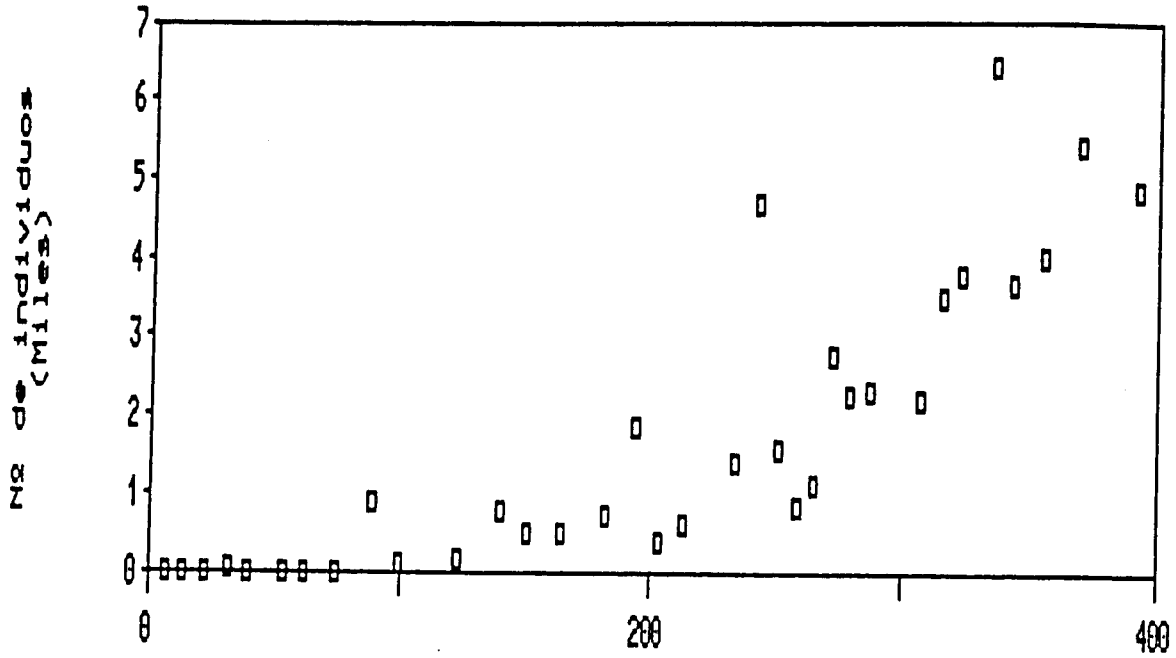
En ninguno de los estanques estudiados se llega a alcanzar el equilibrio en el número de individuos durante el periodo de estudio.

Las mayores densidades de individuos se alcanzan generalmente en primavera y verano, coincidiendo con el máximo desarrollo de las poblaciones "fundamentales", definidas en el capítulo anterior.

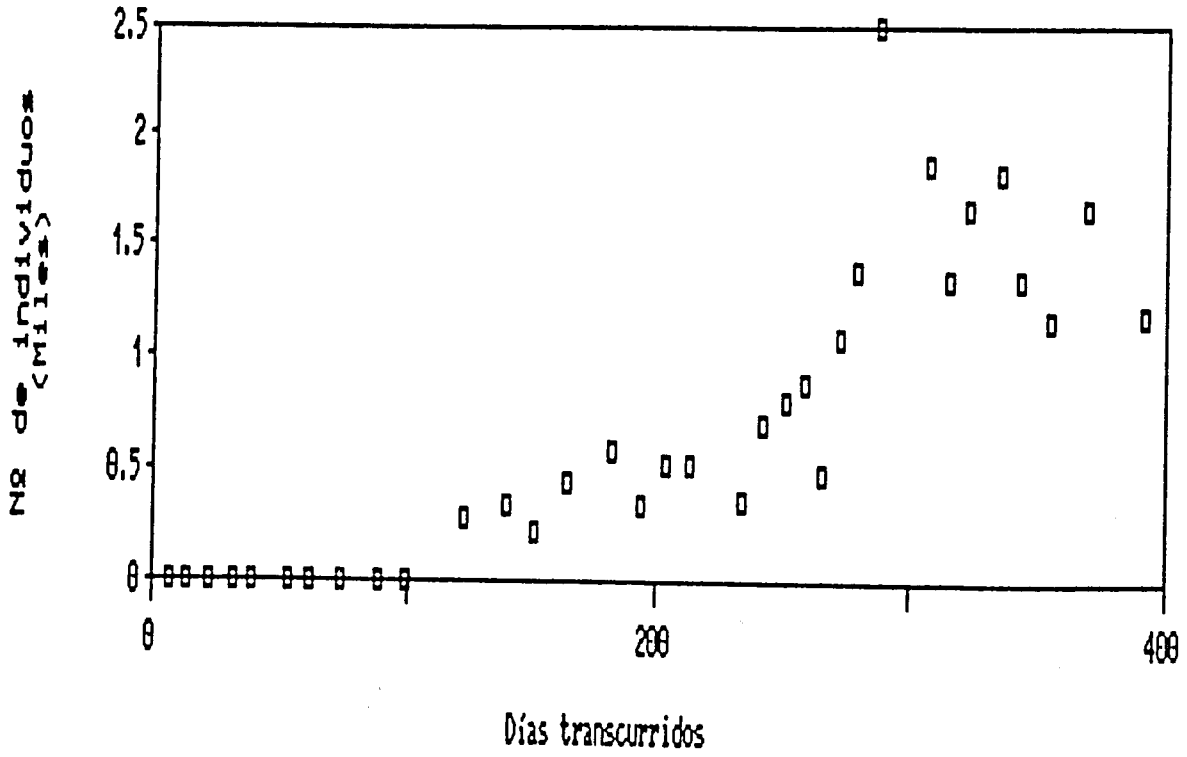


Figura 6.2: Curva de colonización (nº de individuos presentes frente al tiempo) para cada uno de los estanques.

ESTANQUE I

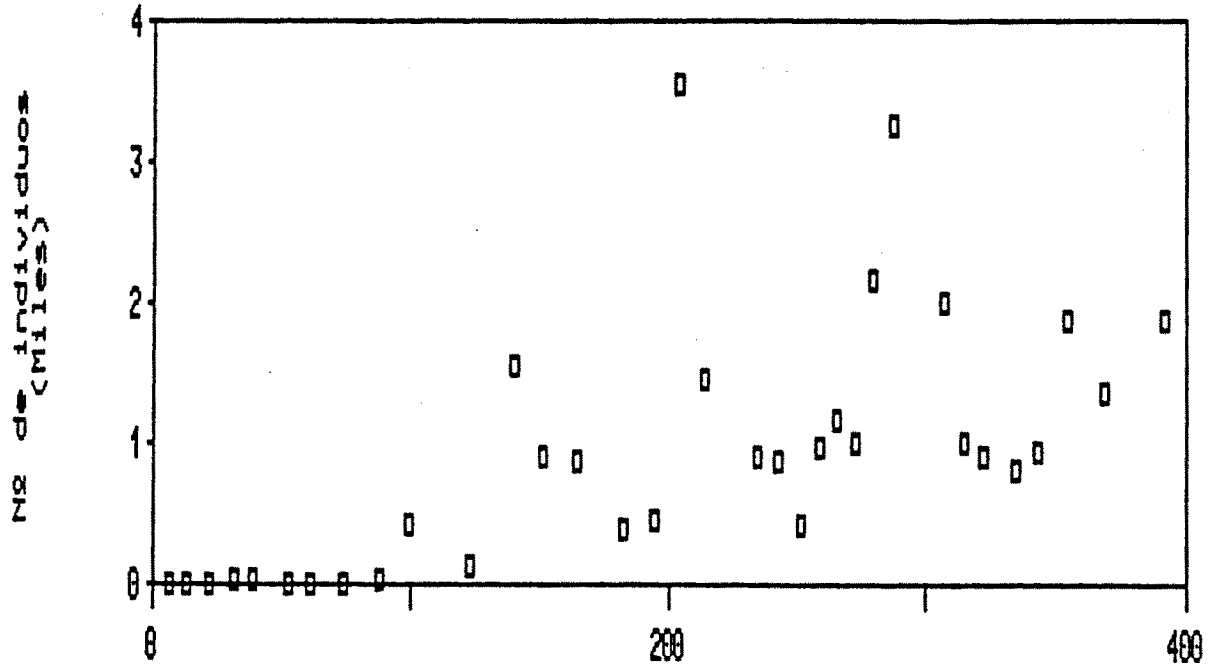


ESTANQUE II

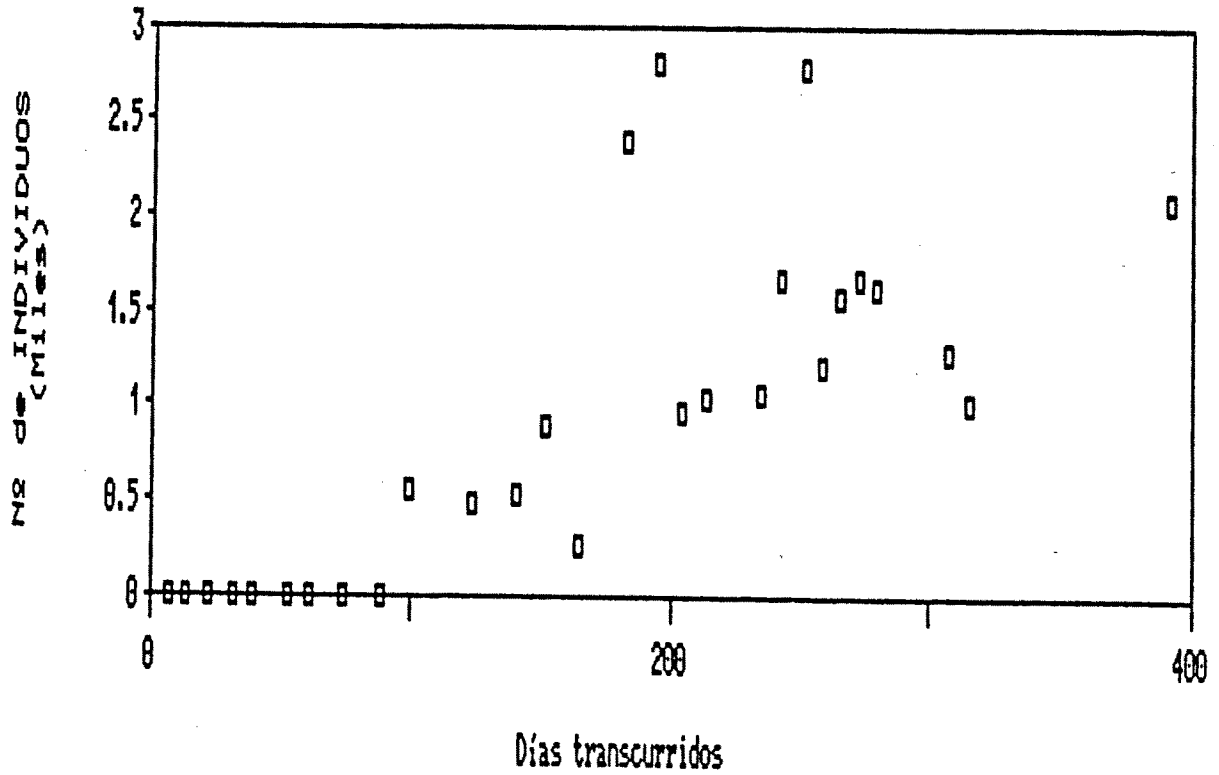




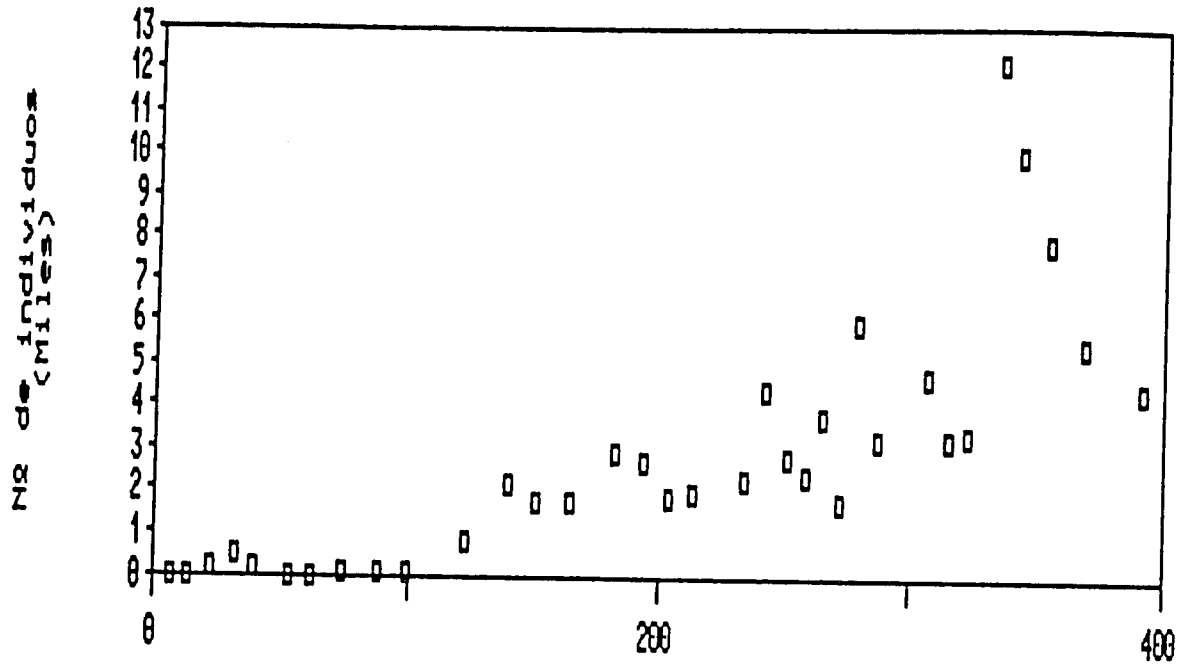
ESTANQUE III



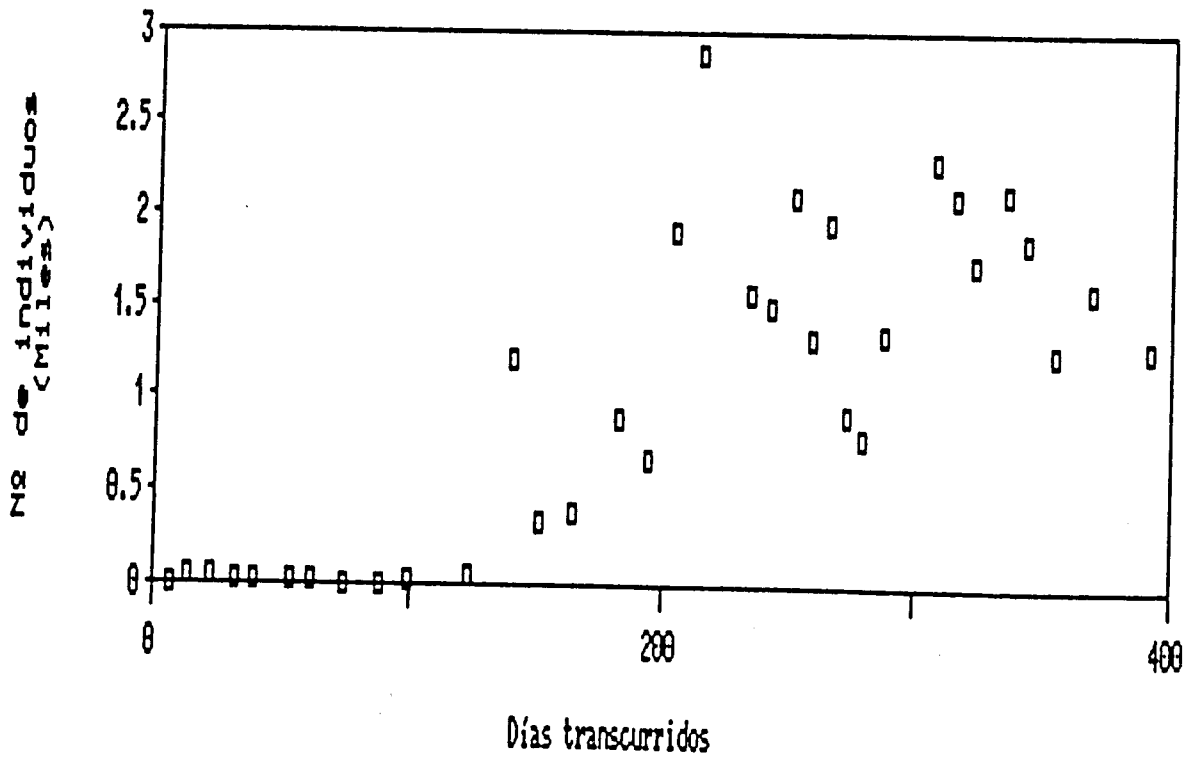
ESTANQUE IV



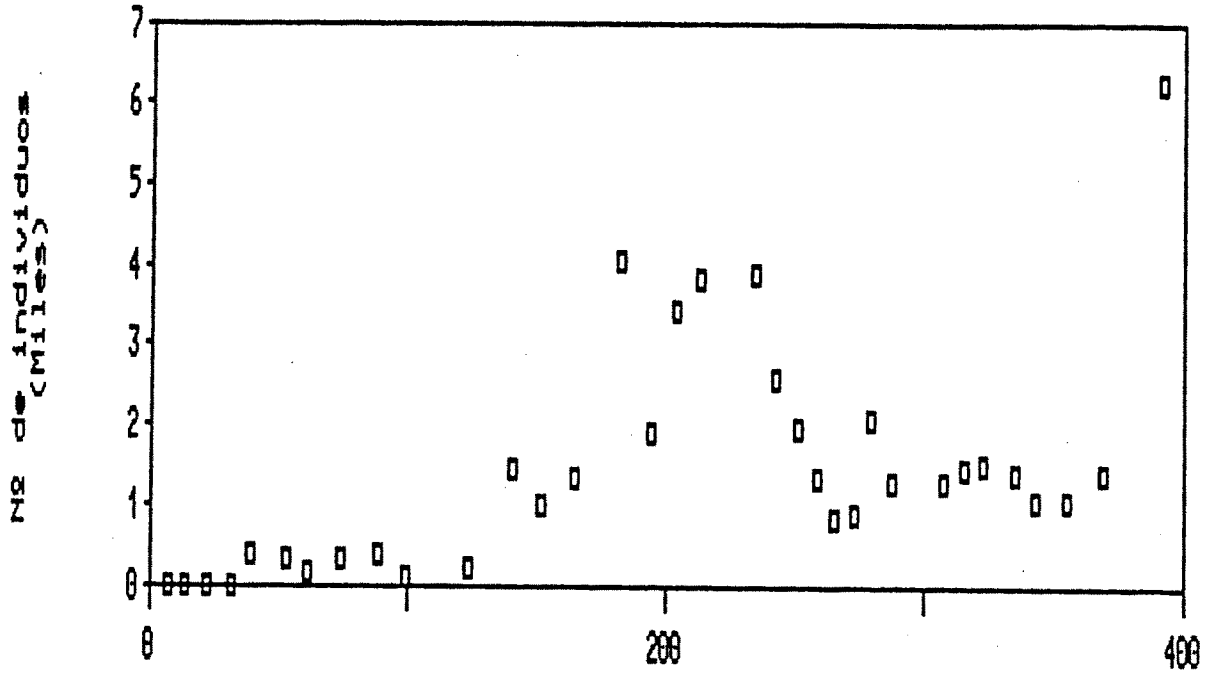
ESTANQUE V



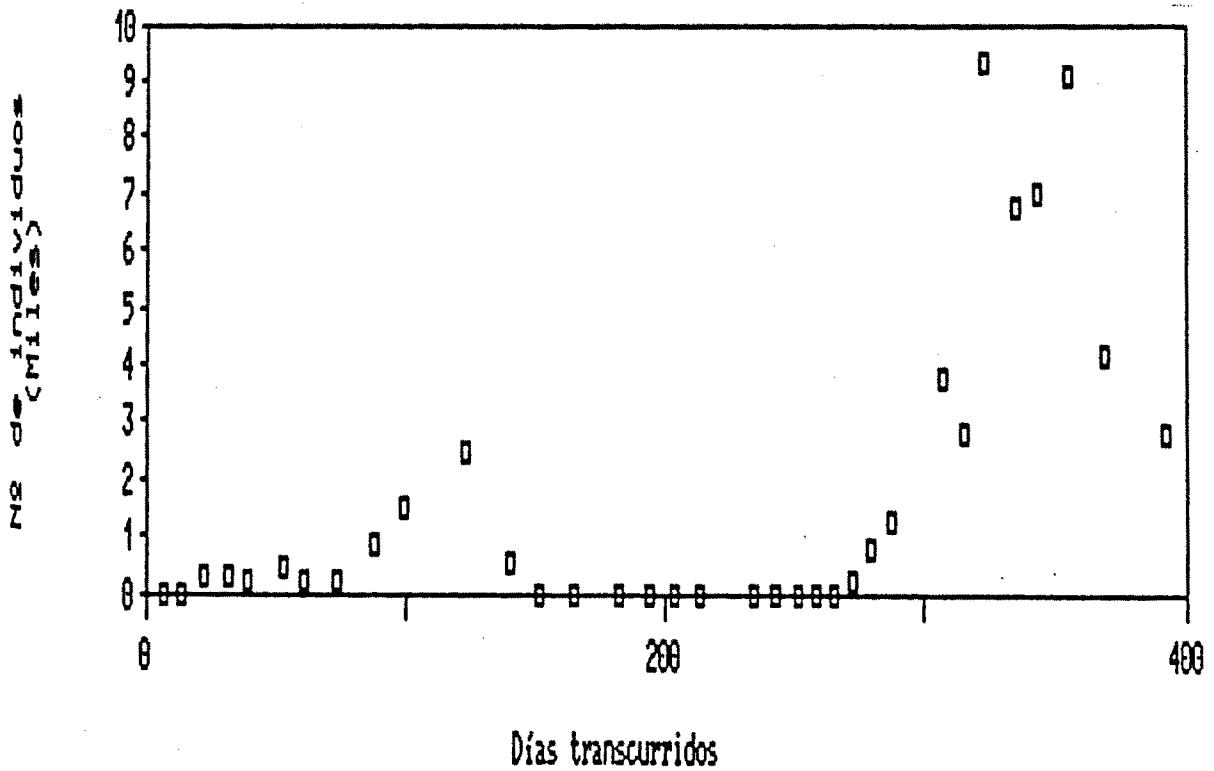
ESTANQUE VI



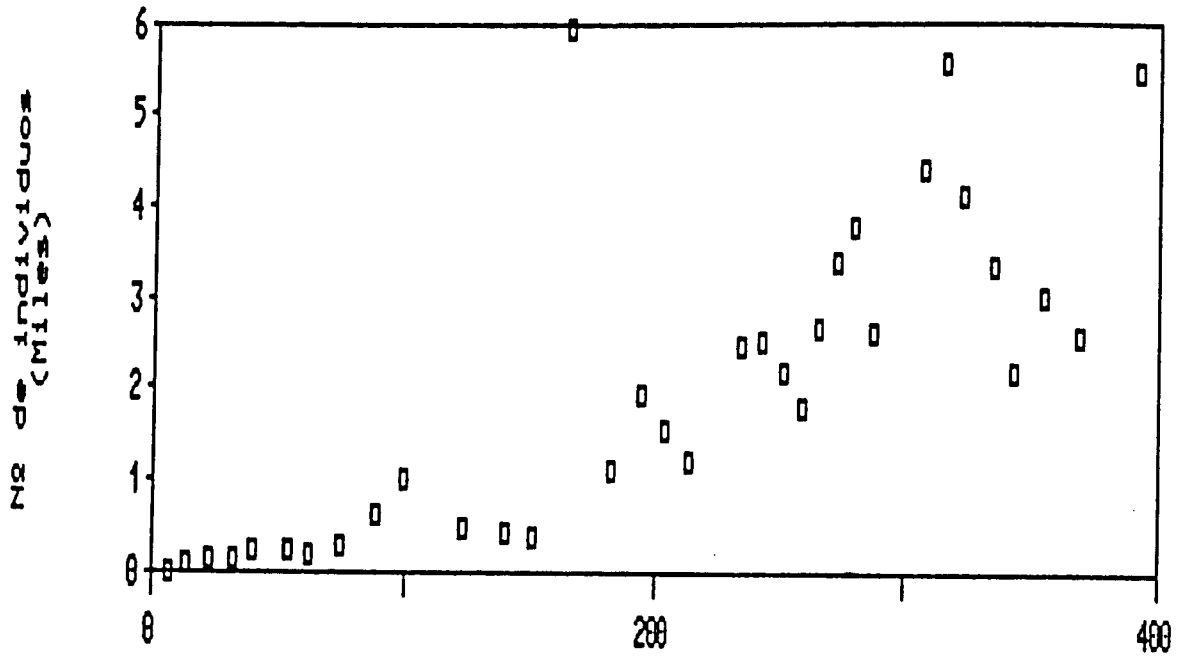
### ESTANQUE VII



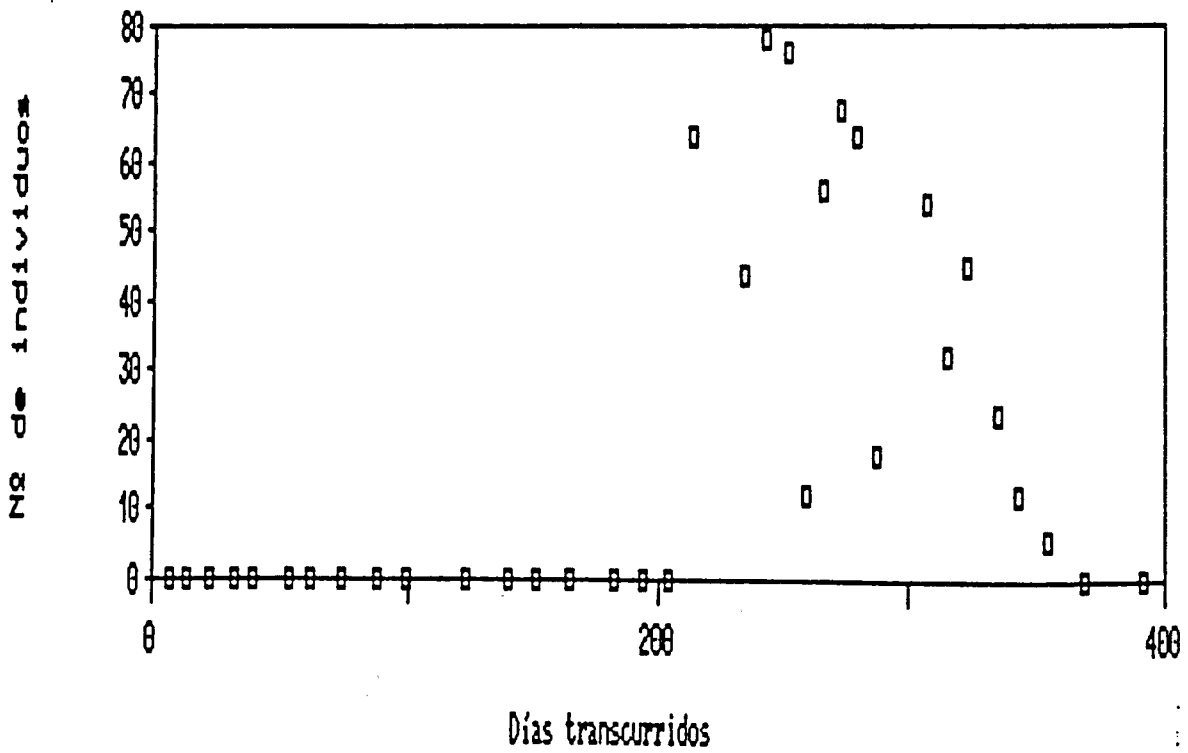
### ESTANQUE VIII



ESTANQUE IX



ESTANQUE X



ESTANQUE	N= a.t.b	n	r
I	N= 0,002.t2.463	31	0,917 p≤ 0,01
II	N= 0,030.t1.844	24	0,857 p≤ 0,01
III	N= 0,003.t2.281	31	0,820 p≤ 0,01
IV	N= 0,255.t1.592	26	0,746 p≤ 0,01
V	N= 0,081.t1.893	32	0,814 p≤ 0,01
VI	N= 0,078.t1.887	34	0,789 p≤ 0,01
VII	N= 3,794.t1.088	30	0,686 p≤ 0,01
VIIIb	N=51,280.t1.035	11	0,850 p≤ 0,01
IX	N= 2,175.t1.254	33	0,913 p≤ 0,01

Tabla 6.2: Relación número de individuos/tiempo: ecuación de la curva de regresión potencial, coeficiente de correlación y nivel de significación, entre las dos variables, para cada uno de los estanques.



#### 6.4. CURVAS DE LAS TASAS DE INMIGRACION Y EXTINCION.

Como se puede observar en la figura 6.3, donde aparecen representadas las curvas de las tasas de inmigración (I frente a t) y extinción (Ex frente a t) para cada uno de los estanques, éstas no se ajustan a las curvas teóricas esperadas.

No parece existir relación entre las tasas de inmigración y extinción, ni de éstas con el tiempo transcurrido y con el número de especie presentes.

Las tasas de inmigración y extinción fluctúan durante todo el año, aunque, generalmente, se observan los máximos valores de ambas, en primavera y verano ( $I_{\max}=0.50$  en el estanque IX, 10-VII-84,  $E_{\max}=0.50$  en el estanque VII, 24-VIII-84).

En la tabla 6.3, se presentan los valores medios de las tasas de inmigración, extinción y renovación en cada uno de los estanques.

El estanque VIII, durante su segundo llenado, es el que tiene una tasa media de inmigración más alta (0.19 especies/día, o, aproximadamente, una especie cada 5 días), que concuerda con lo esperado, debido a la proximidad de las fuentes de colonizadores. Mientras que en su primer llenado presenta la tasa de inmigración más baja de todos los estanques (0.03 especies/día), excluyendo el X.

En el resto de los medios estudiados, las tasas medias de inmigración y extinción son bastante similares, oscilando sus valores entre 0.09 especies/día (estanques V y III) y

0.05 especies/día (estanque I), para la tasa de inmigración; y entre 0.08 especies/día (estanque V) y 0.04 especies/día (estanque I) para la tasa de extinción.

En general, estos valores se pueden considerar altos, aunque son menores a los obtenidos por HUBBARD (1973), en charcas artificiales de semejantes características, ya que incluye, además de insectos acuáticos, anfibios y plancton (protozoos y algas).

Para periodos de colonización tan cortos,, los cambios que se producen en las tasas de inmigración y extinción, son más reflejo de variaciones estacionales, que del tiempo transcurrido, por lo que el modelo de equilibrio no se ajusta completamente a estos medios, aunque es posible que sea válido para periodos más largos, a pesar de que esto conlleva, normalmente, una pérdida de información, dado que al disminuir la frecuencia de los muestreos aumenta la posibilidad de que pasen inadvertidas especies de ciclo de vida corto, que inmigran o se extinguen durante los intervalos de tiempo entre los muestreos.

La tasa de renovación ( $T_R$ ), que es función de la inmigración y extinción, así como del número de especies presentes, refleja los cambios que se producen en el sistema.

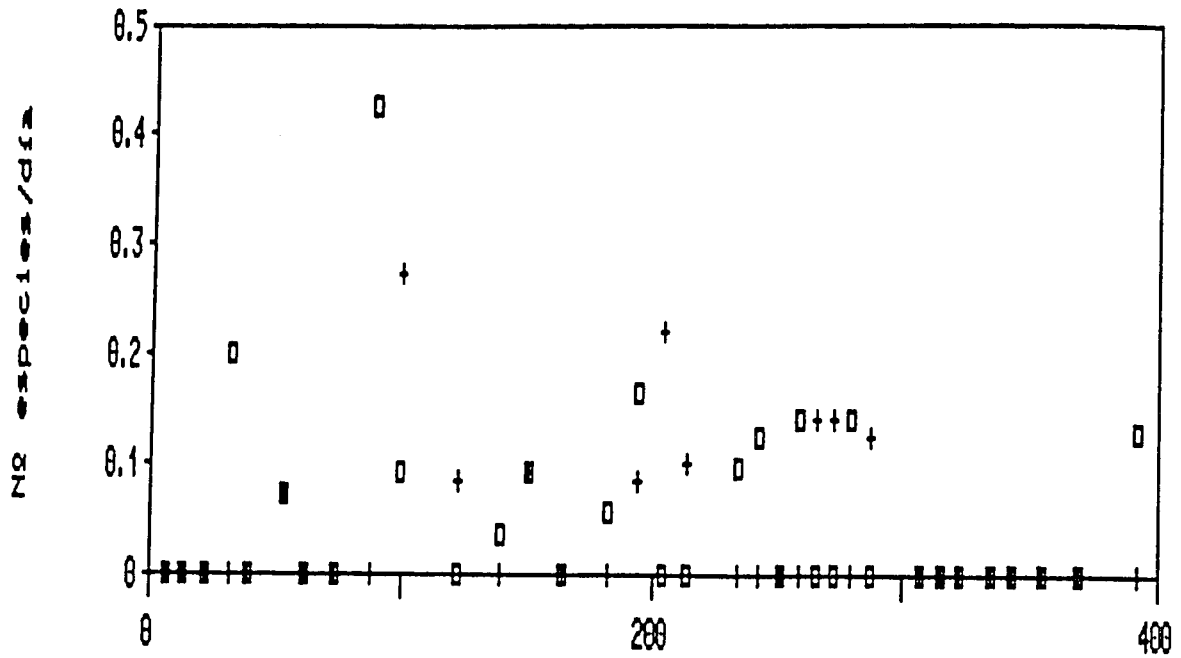
Sus valores medios son bastante altos, oscilando desde 2.86%/día y 2.66%/día en el estanque VIII durante su primer y segundo llenado, respectivamente, hasta 0.50%/día en el estanque X, seguido del II con 0.80%/día.

El bajo valor de la tasa de renovación, en el estanque II, parece estar en relación con los altos valores de diversidad y equitabilidad registrados en este medio, y

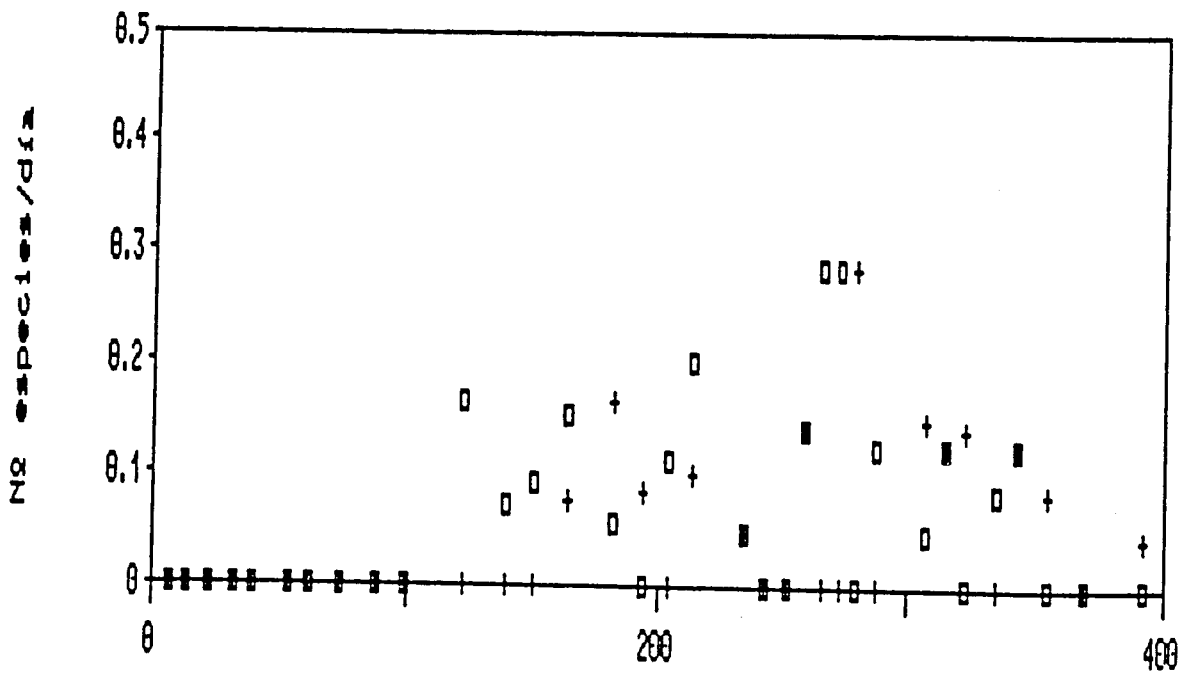


Figura 6.3: Curvas de las tasas de inmigración ( $I$  frente al tiempo) y extinción ( $Ex$  frente al tiempo) para cada uno de los estanques.

### ESTANQUE I



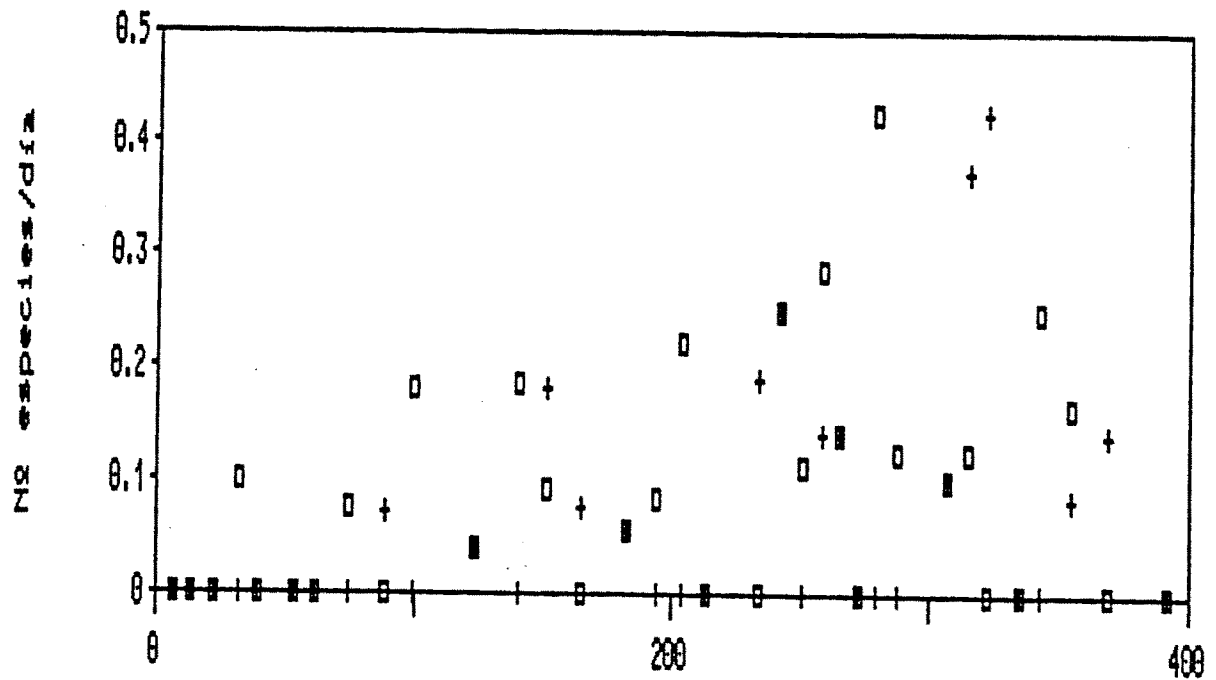
### ESTANQUE II



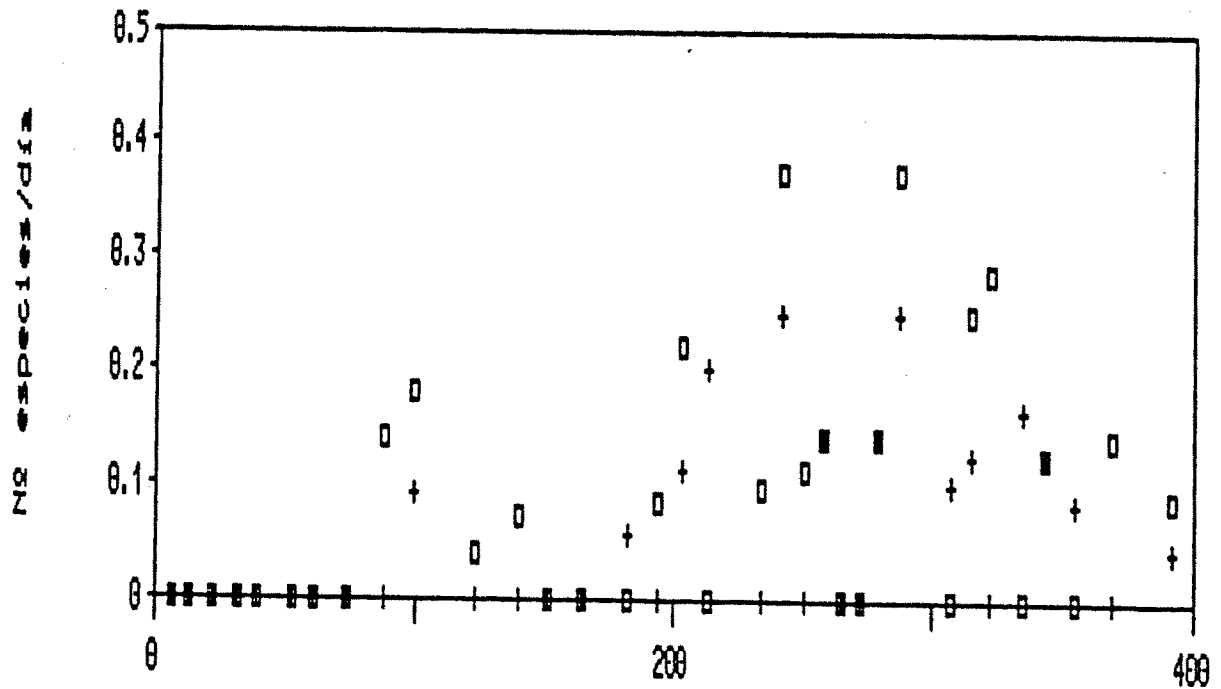
Días transcurridos

□ Inmigración + Extinción

### ESTANQUE III



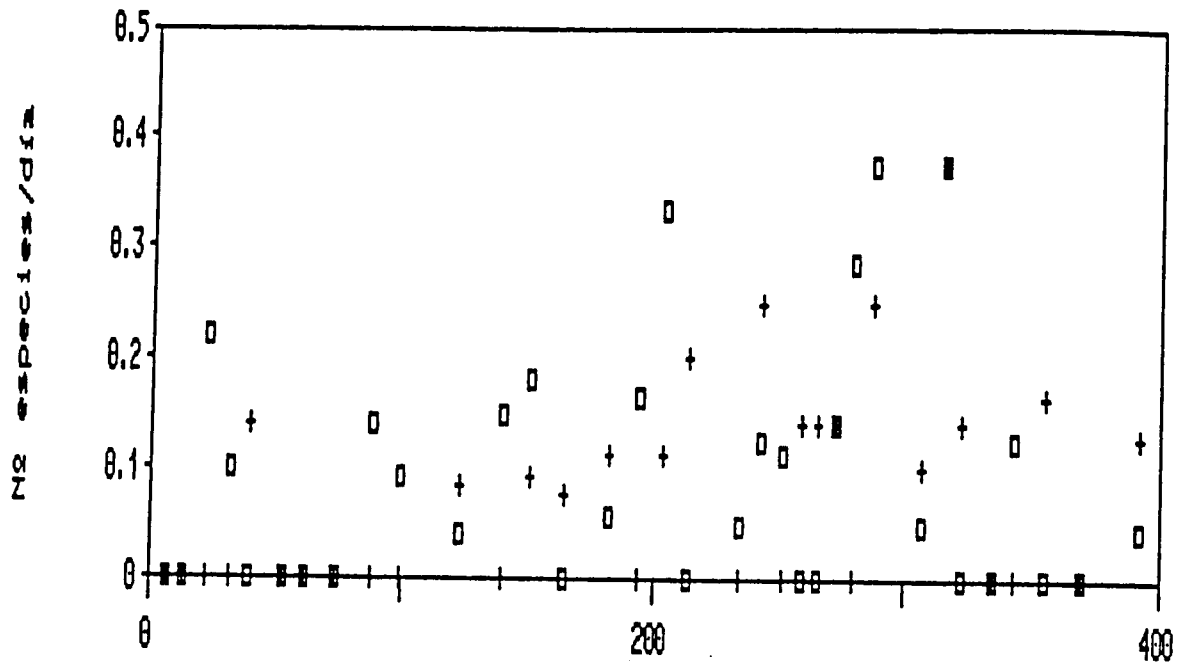
### ESTANQUE IV



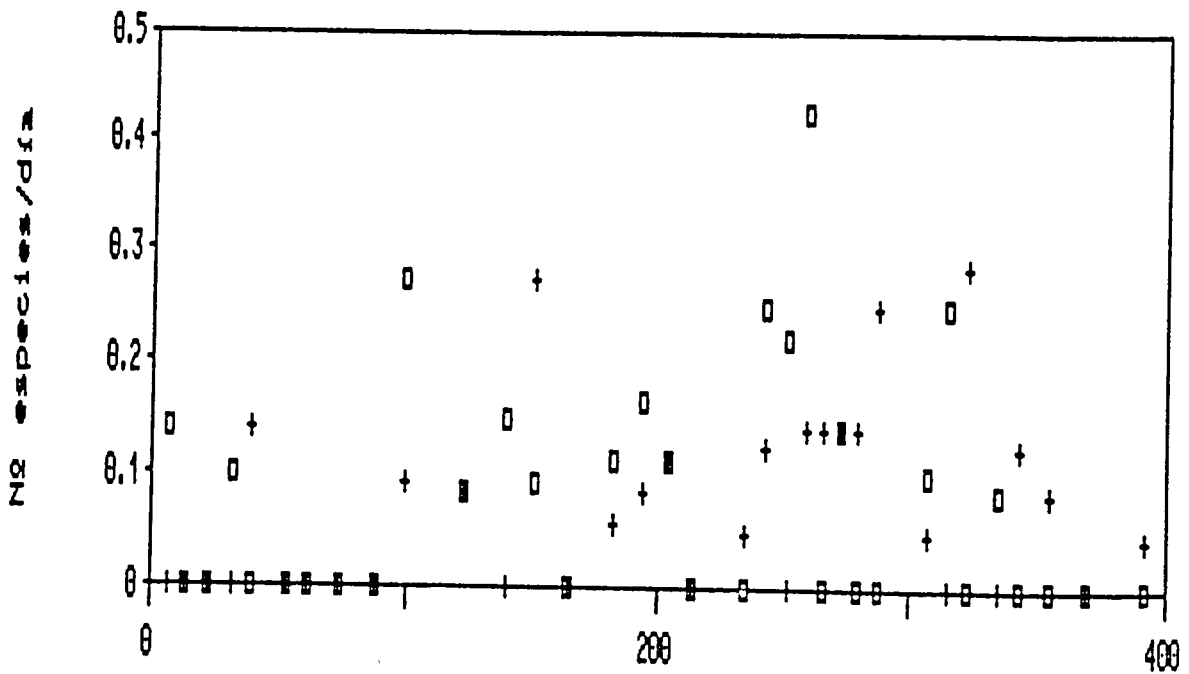
Días transcurridos

□ Inmigración + Extinción

ESTANQUE V

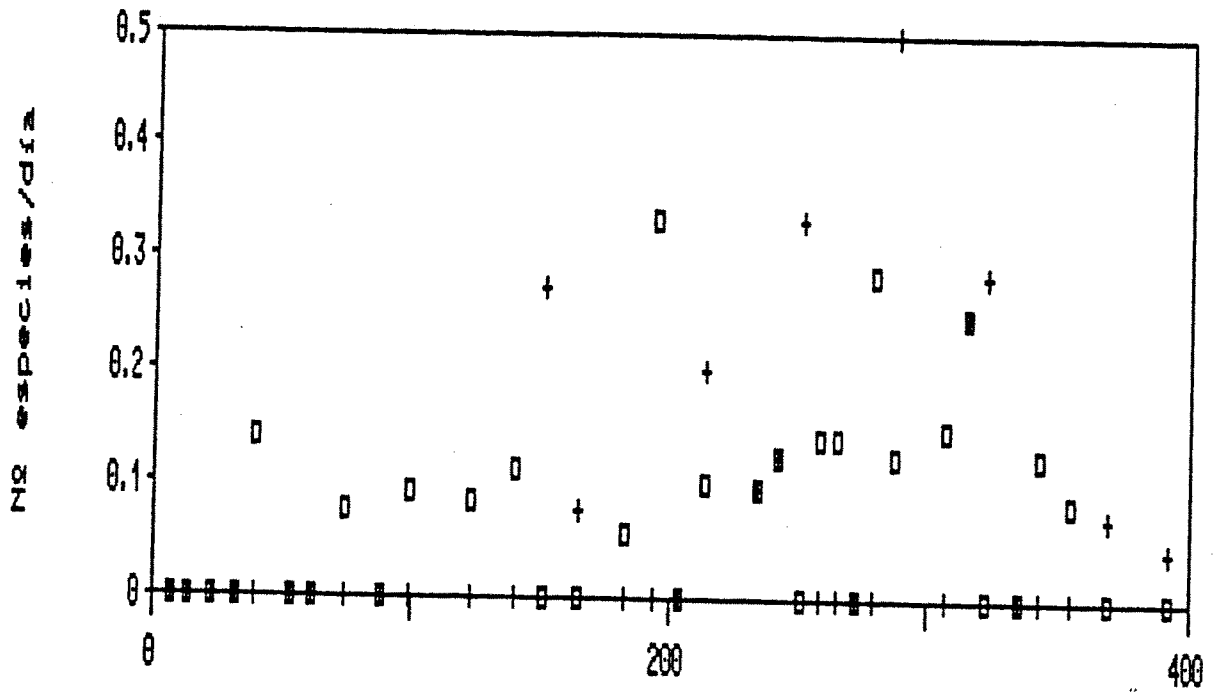


ESTANQUE VI

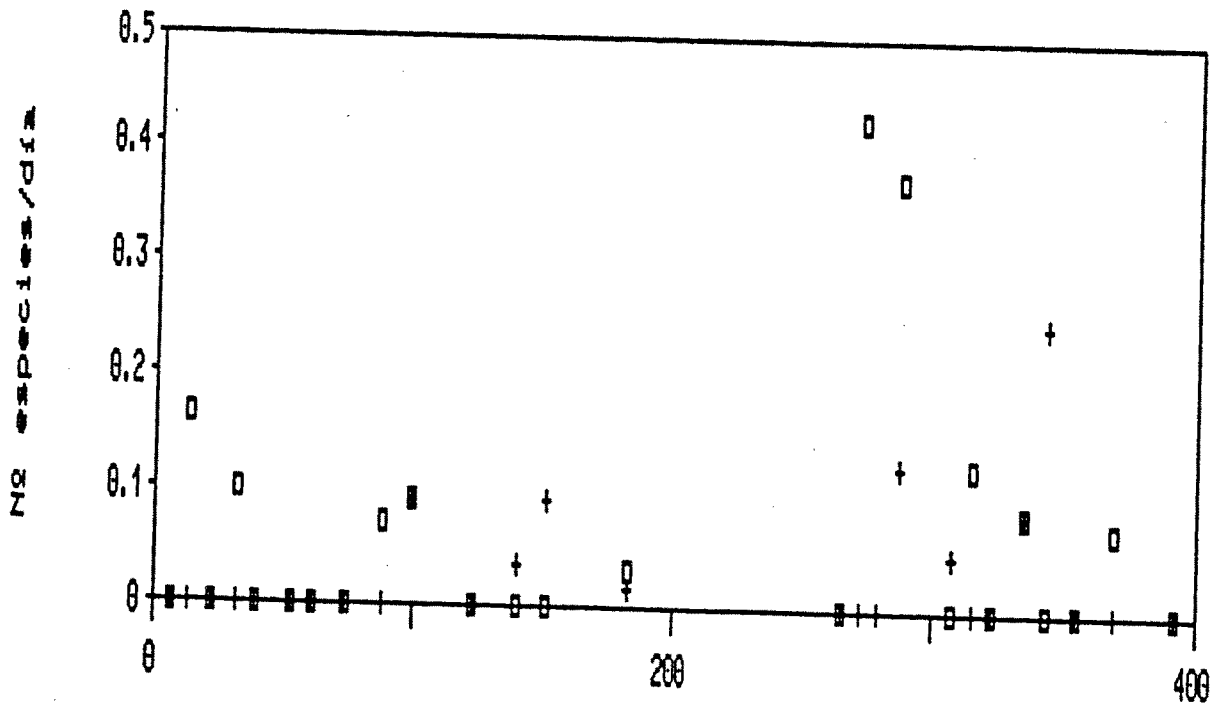


Días transcurridos  
 □ Inmigración + Extinción

ESTANQUE VII

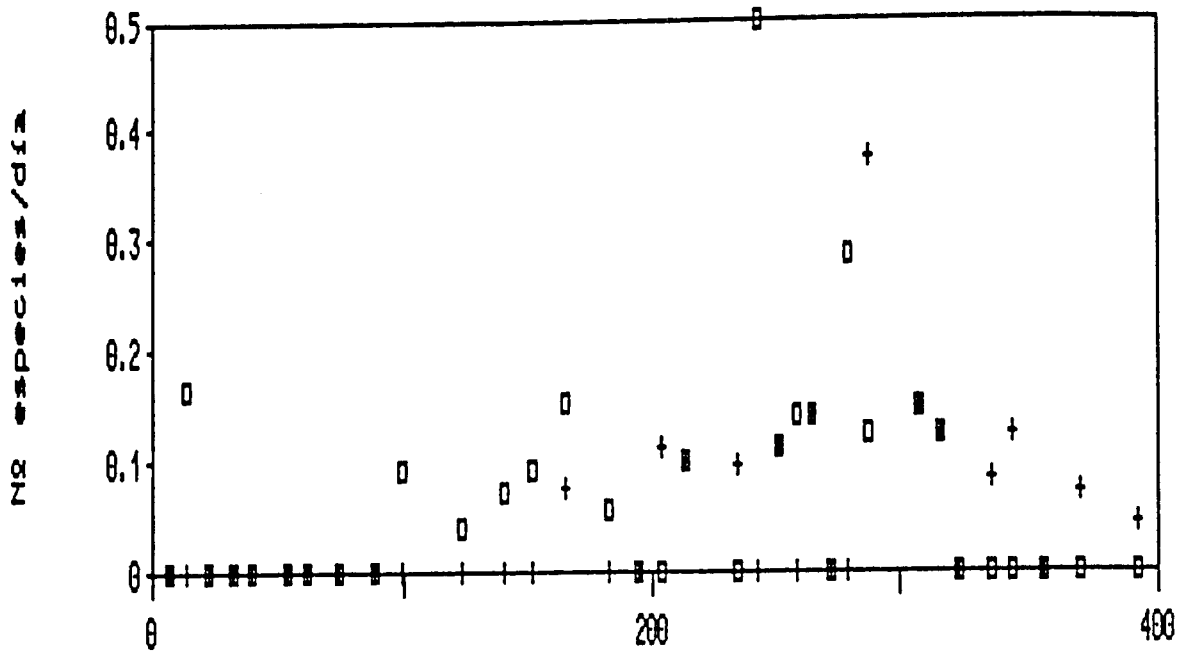


ESTANQUE VIII

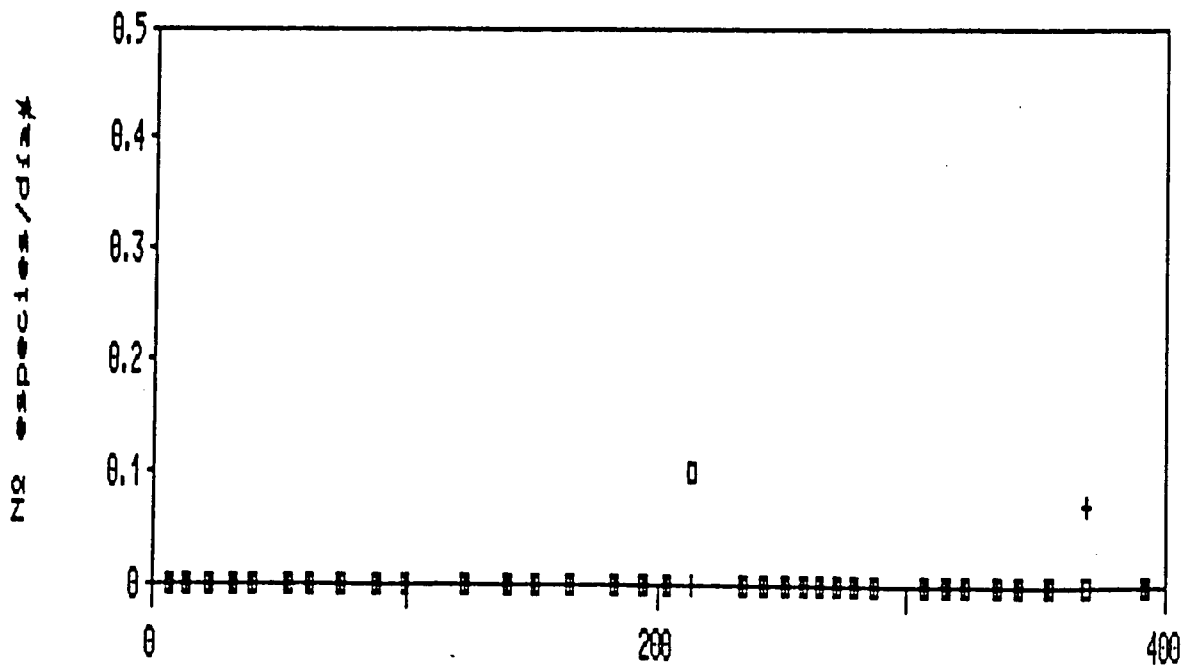


Días transcurridos  
 □ Inmigración + Extinción

### ESTANQUE IX



### ESTANQUE X



Días transcurridos  
□ Inmigración + Extinción

ESTANQUE	$\bar{I}$	$\bar{E}$	$\bar{T}_R$
I	0.05	0.04	1.05
II	0.06	0.05	0.80
III	0.09	0.07	1.33
IV	0.08	0.06	1.17
V	0.09	0.08	1.45
VI	0.08	0.07	1.81
VII	0.07	0.07	1.45
VIIIa	0.03	0.02	2.86
VIIIb	0.19	0.04	2.66
IX	0.07	0.05	1.26
X	0.00	0.00	0.50

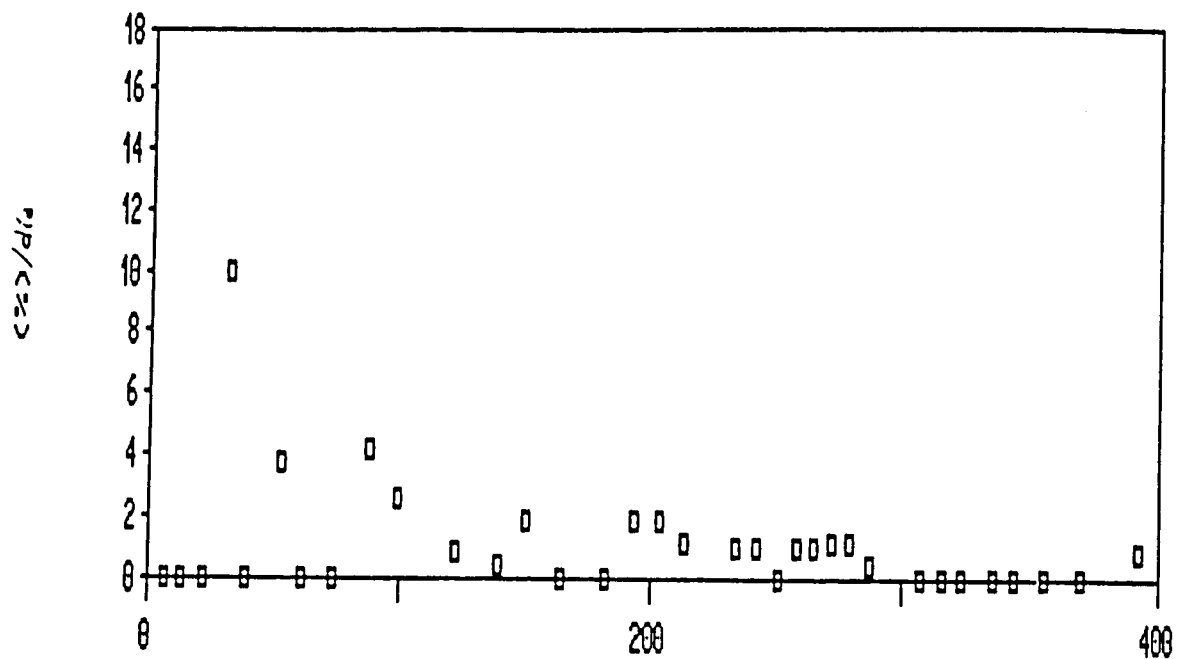
Tabla 6.3: Valores medios de las tasas de inmigración, extinción y renovación en cada uno de los estanques.



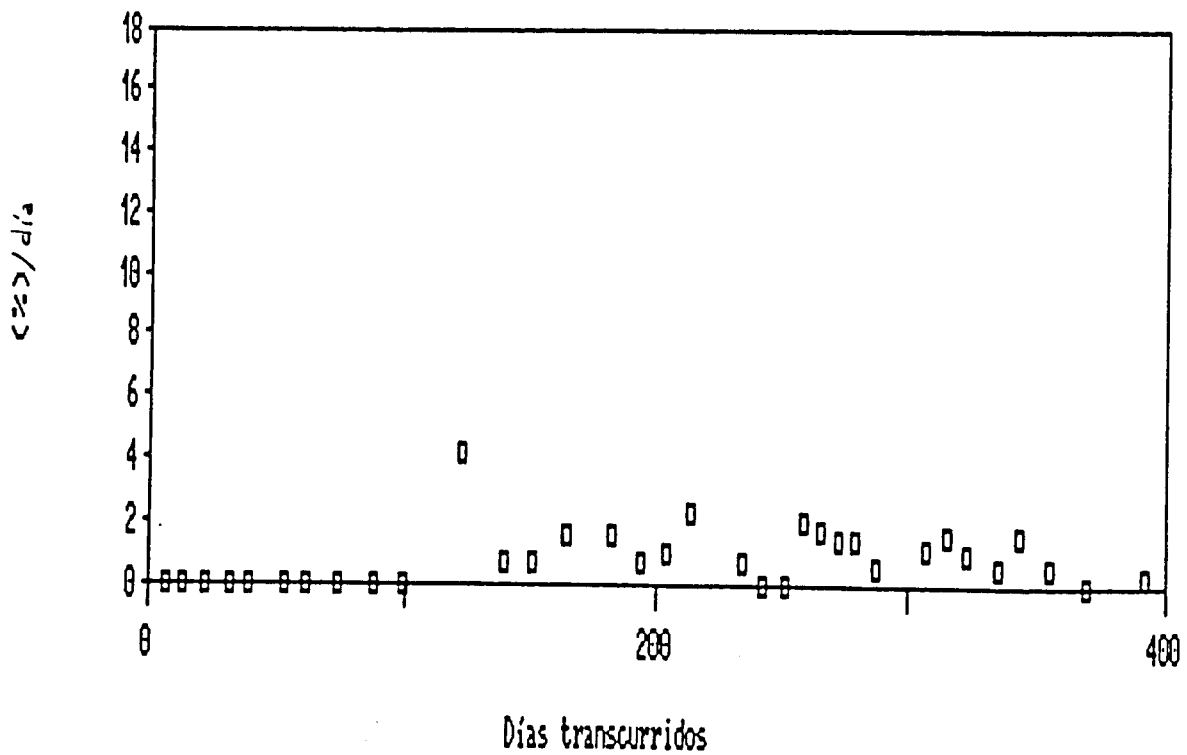


**Figura 6.4: Tasa relativa de renovación frente al tiempo para cada uno de los estanques.**

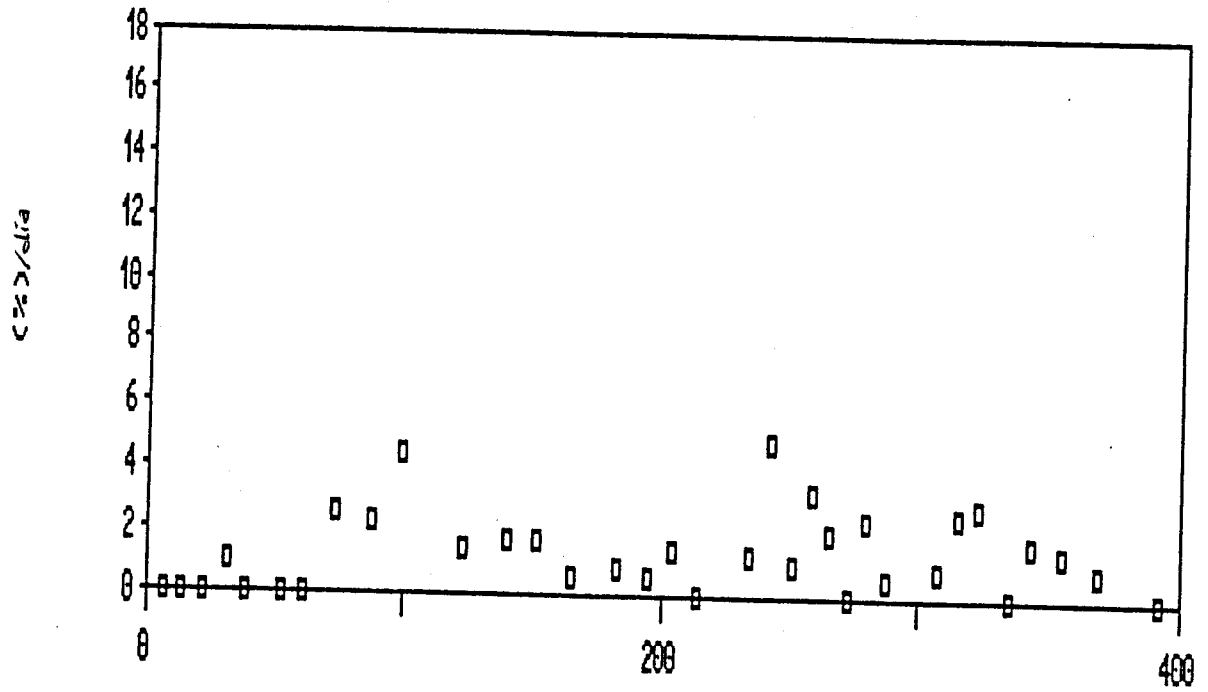
### ESTANQUE I



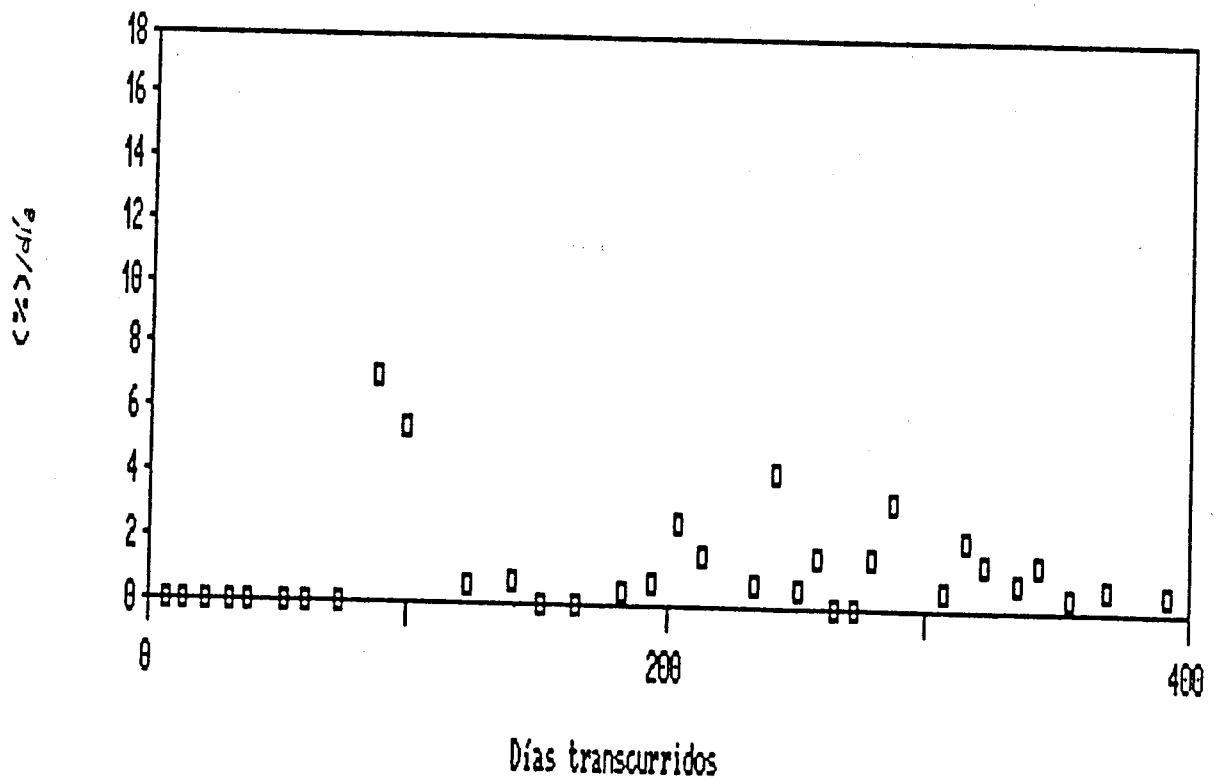
### ESTANQUE II



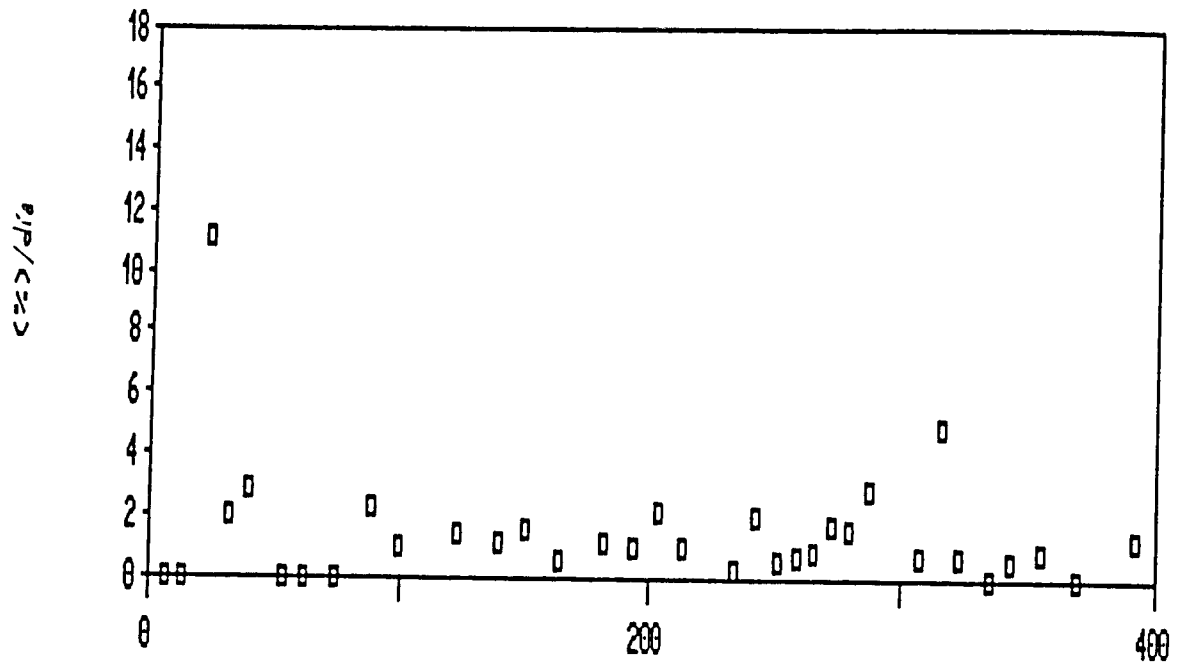
### ESTANQUE III



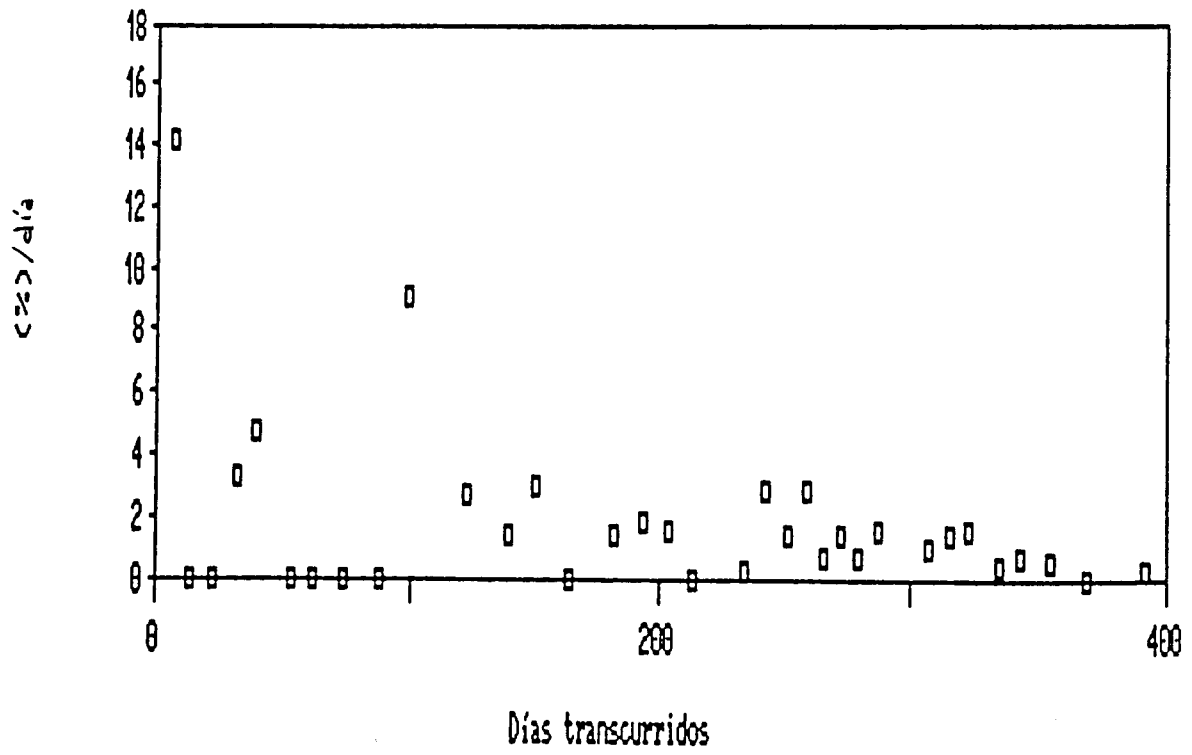
### ESTANQUE IV



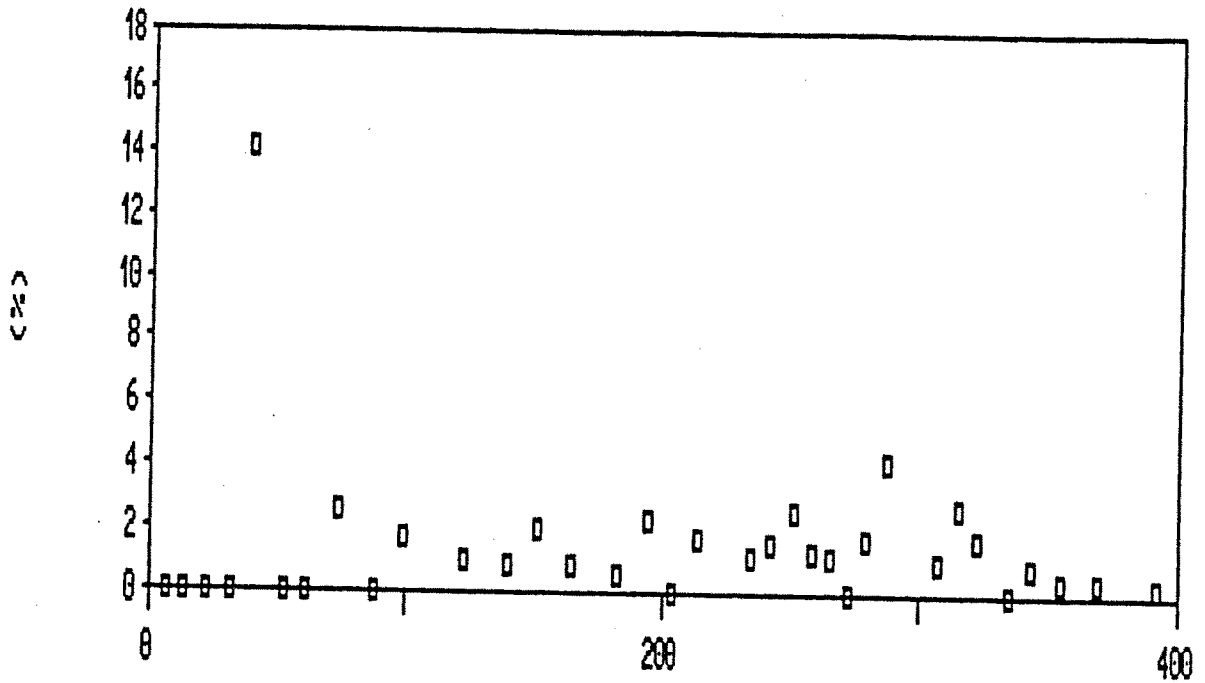
### ESTANQUE V



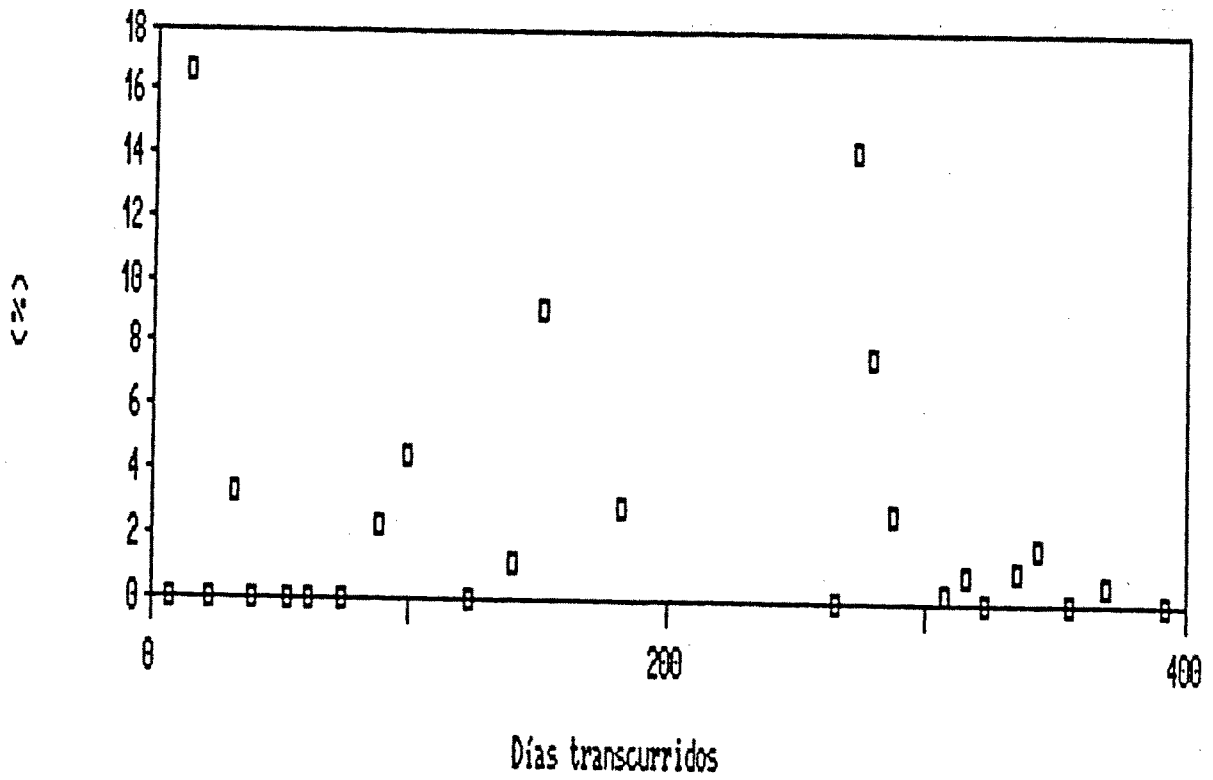
### ESTANQUE VI



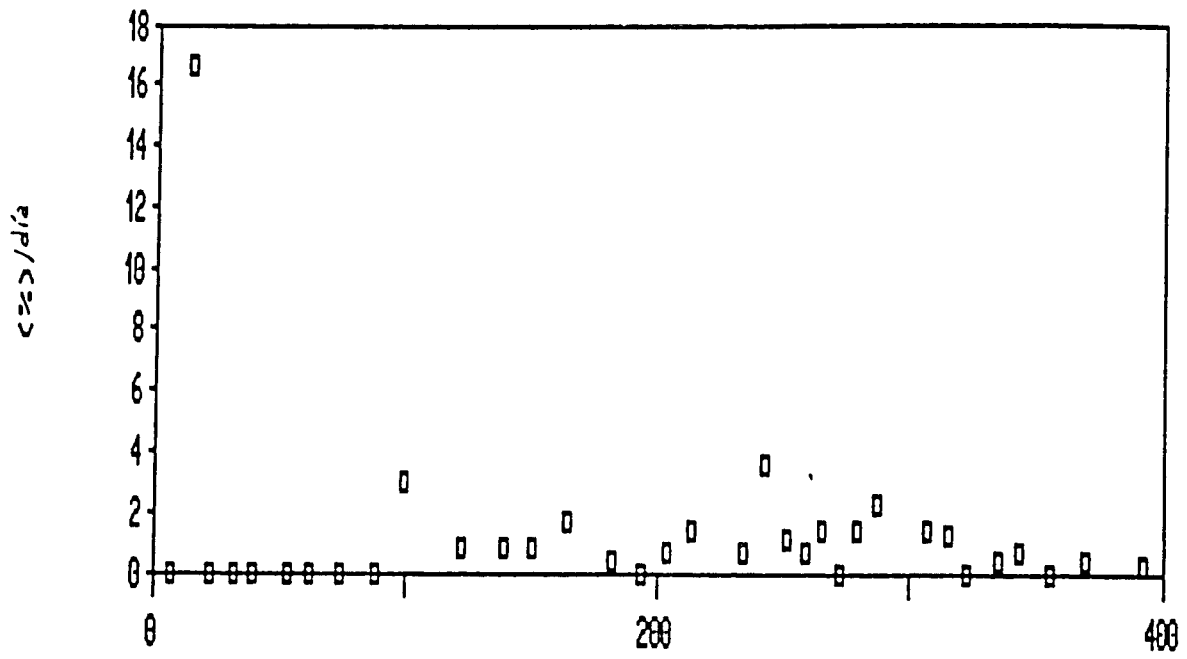
ESTANQUE VII



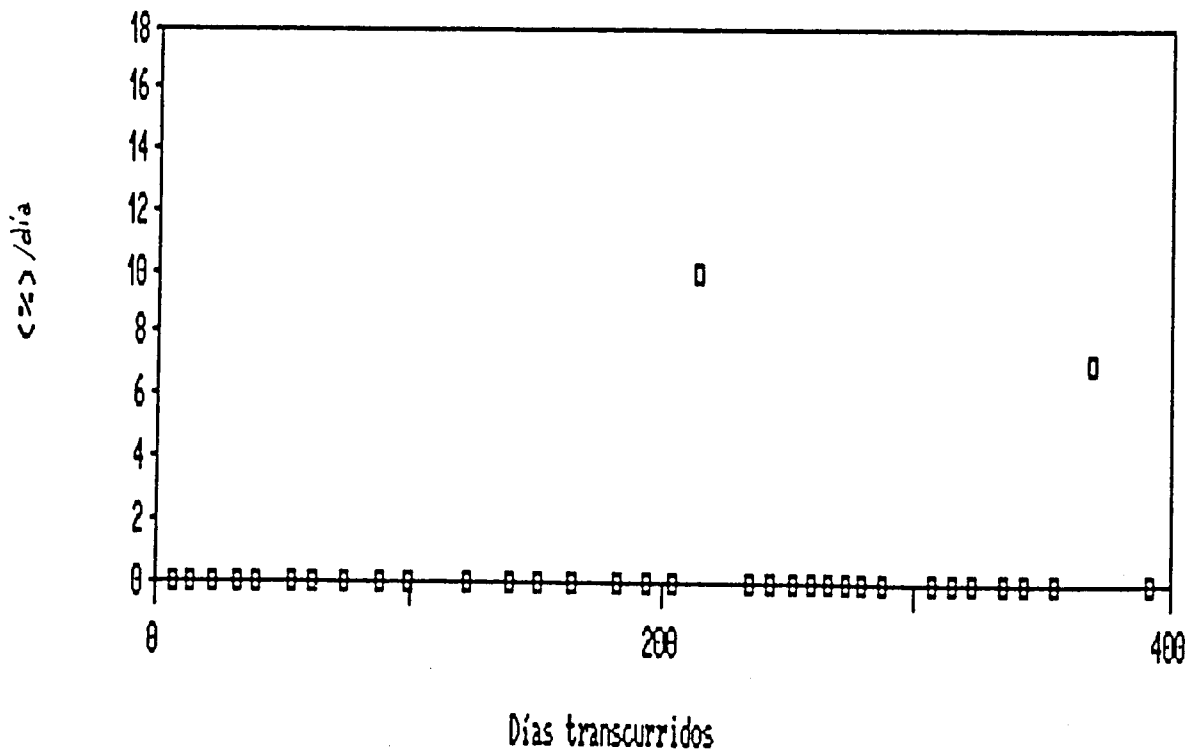
ESTANQUE VIII



### ESTANQUE IX



### ESTANQUE X



reflejan la relativa madurez del sistema con respecto al resto de los estanques.

Como puede observarse en la figura 6.4, donde aparece representada la tasa relativa de renovación frente al tiempo, para cada estanque, los máximos valores se alcanzan durante los meses iniciales del estudio, y son debidos a la inmigración de las primeras especies colonizadoras.

#### 6.5. DISCUSION.

La colonización de los estanques por insectos acuáticos, se produce rápidamente, como reflejo de las cortas distancias de dispersión desde las fuentes potenciales de colonizadores y del elevado régimen de temperatura.

La estrecha relación encontrada entre el número de especies y el número de individuos con el tiempo, no es suficiente para validar la teoría de equilibrio, ya que no describe completamente los procesos de colonización en los medios estudiados.

Además, estas relaciones no se dan cuando el medio está sometido a la acción de factores ambientales estresantes, como el régimen temporal en el estanque VIII, donde la desaparición del hábitat fuerza la extinción de las especies colonizadoras; y el carácter hipersalino del estanque X, que limita enormemente el proceso de colonización.

Los modelos desarrollados por CANCELA DA FONSECA (1979) y EBERT & BALKO (1984), pueden ser bastante útiles para

hábitats acuáticos temporales, ya que tienen en cuenta la duración del medio o recurso.

Modelos no interactivos o neutros, como el de MacArthur & Wilson, que no tienen en cuenta las diferencias entre las especies y las interacciones que se producen entre ellas, al menos en las primeras etapas de la colonización, sacrifican precisión a generalidad, por lo que presentan limitaciones para ser aplicados durante cortos periodos de colonización (un año), y en medios que son invadidos estacionalmente por habitantes temporales (WILLIAMS & HYNES, 1977).

Las variaciones temporales observadas en las tasas de inmigración y extinción, son en mayor medida, reflejo de los cambios estacionales, tanto del hábitat como de las especies, que de la edad del medio.

Las tasas de inmigración son propias de cada especie, ya que dependen de los poderes de dispersión, así como de la disponibilidad de propágulos en el área fuente, e incluso, para una misma especie, varían temporalmente.

La tasa de extinción, que incluye tanto la incapacidad de las especies inmigrantes para establecerse, como la desaparición de especies residentes, está determinada por las características del hábitat y de las especies, tales como disponibilidad de alimento, temporalidad, densidad de población, duración del ciclo de vida, interacciones biológicas, etc.

Modelos más realistas que tengan en cuenta, además de la edad del medio, el estado de los recursos disponibles, así como las características propias de la especie y las interacciones bióticas, pueden tener mayor aplicabilidad en este tipo de medios, aunque implican grandes inconvenientes,



por la dificultad en estimar muchos de estos parámetros y establecer las complejas relaciones entre ellos.

Estos modelos se pueden obtener a partir de la combinación y ajuste de algunos modelos básicos (McARTHUR & WILSON, 1967; LEVIS & CULVER, 1971; SLATKIN, 1974; SHELDON, 1977, 1984; BRUMS & MINSHALL, 1983), pero para ello, primero se deben identificar claramente, los componentes y mecanismos que operan en los procesos de colonización.

**7. ANALISIS DE LOS FACTORES  
QUE AFECTAN LOS PROCESOS DE  
COLONIZACION  
Y ESTABLECIMIENTO  
DE LAS POBLACIONES DE  
INSECTOS ACUATICOS  
DE LOS ESTANQUES.**

## 7. ANALISIS DE LOS FACTORES QUE AFECTAN LOS PROCESOS DE COLONIZACION Y EL ESTABLECIMIENTO DE LAS POBLACIONES DE INSECTOS ACUATICOS DE LOS ESTANQUES.

### 7.1. INTRODUCCION

Uno de los principales objetivos de investigación en ecología de comunidades, es el conocimiento de los mecanismos responsables de la distribución, abundancia y coexistencia de sus poblaciones componentes.

Como se ha visto en capítulos anteriores (5 y 6) existe una gran variedad de factores que intervienen en los procesos de colonización y sucesión de los estanques.

Por una parte, la edad y permanencia del medio, y por otra la estacionalidad del hábitat y de las especies, marcada fundamentalmente, por las variaciones climáticas, parecen ser los factores más importantes que determinan a nivel general, los procesos de colonización en los medios estudiados.

Otros factores microambientales, como la presencia y tipo de vegetación acuática, el tipo de sustrato, el grado de insolación recibido, la concentración de sales disueltas en el agua y el grado de producción primaria por parte del fitoplancton, afectan sobre todo, a la selección del medio por parte de las especies y a su establecimiento y desarrollo en ellos, en función de las adaptaciones y requerimientos ecológicos que presentan.

A todos estos factores hay que añadir las interacciones biológicas, que aunque, son difíciles de analizar, ya que

requieren una evidencia experimental (McAULIFFE, 1983), parecen jugar en los estanques objeto de estudio, durante el primer año de su colonización, un papel más importante en la configuración de sus comunidades del que normalmente se les atribuye en las etapas pioneras de la sucesión de cualquier ecosistema (BEGON et al., 1988).

El objetivo de este capítulo, es determinar, en primer lugar, los factores que mejor predicen, de forma general, los procesos de colonización en los estanques; y en segundo lugar, detectar los principales determinantes del establecimiento de las especies en los estanques, así como caracterizar los diferentes tipos biológicos en función de estos.

## 7.2. FACTORES QUE CONTROLAN LOS PROCESOS DE COLONIZACION.

El estudio de la influencia de la edad del medio y de los principales factores climáticos sobre los procesos de colonización se ha realizado mediante la aplicación del análisis de regresión lineal múltiple paso a paso con el programa BMDP2R (DIXON & BROWN, 1982), que permite detectar qué variables consideradas tienen mayor incidencia.

Se han considerado como variables dependientes, la riqueza de especies (S), el número de individuos (N), las tasas de inmigración (I) y extinción (Ex), dado que son los mejores descriptores de los procesos de colonización, procesando conjuntamente los datos de los nueve primeros estanques y excluyendo los del estanque X, por apartarse del patrón general.

Como variables independientes, además del tiempo transcurrido desde su llenado, se han considerado las temperaturas máxima y mínima del aire, precipitación total, velocidad de la racha máxima del viento y e insolación, por ser los factores climáticos que pueden tener mayor incidencia en los procesos de colonización. Sus valores fueron obtenidos de los registrados en la estación meteorológica Murcia-Vistabella & Murcia-Guadalupe durante el periodo de estudio, calculando la media de los datos diarios comprendidos entre una fecha de muestreo y la siguiente, excepto para la precipitación que se considera el total del intervalo.

En la tabla 7.1, se presentan las ecuaciones de regresión múltiple obtenidas, los coeficientes de determinación múltiple ( $R^2$ ), el valor de F y el grado de significación correspondientes a cada una de las rectas.

El número de especies, es la variable dependiente mejor definida por las variables independientes consideradas ( $F=11.49$ ,  $p \leq 0.025$ ), mientras que el número de individuos, la tasa de inmigración y la de extinción, aunque varían en función de alguna de estas variables, no están completamente caracterizadas por éstas, presentando niveles de significación más bajos. Otros factores no contemplados en el análisis, como las interacciones bióticas y las características propias de la especie, intervienen en su determinación.

El tiempo transcurrido, es la variable independiente que mejor define el número de especies e individuos presentes y la tasa de extinción, mientras que para la tasa de inmigración, no ha proporcionado un F-test significativo al entrar en la regresión ( $F=0.49$ ). Conforme avanza la edad del medio, el número de especies e individuos aumenta, y por tanto, la tasa de extinción. Esta evolución está

de acuerdo con la teoría de biogeografía insular (MACARTHUR & WILSON, 1967) y con lo observado en otros medios acuáticos (STREET & TITMUS, 1979; BARNES, 1983).

La temperatura del aire es el factor climático más importante, siendo la temperatura máxima la segunda variable en importancia en definir el número de especies y la tasa de extinción; y la temperatura mínima el principal determinante de la tasa de inmigración.

En general, las temperaturas tienen un efecto directo sobre el desarrollo y crecimiento de las especies, ya que influye en las tasas de alimentación, asimilación, respiración, procesos enzimáticos, endocrinos, etc.; y un efecto indirecto sobre la calidad y cantidad de alimento disponible (SWEENEY, 1984).

Las altas temperaturas aceleran el desarrollo de las especies acortando la duración de su ciclo de vida, a la vez que incrementan y diversifican las fuentes de alimento disponibles (WOLDA, 1988), lo que produce un aumento del número de especies e individuos en el medio, que conlleva un crecimiento en la tasa de extinción.

En cambio, las bajas temperaturas tienen un efecto contrario y llegan a limitar la inmigración de las especies cuando alcanzan valores extremos ( $\leq 0^{\circ}\text{C}$ ).

La precipitación, sólo está relacionada significativamente, y de forma negativa, con la tasa de inmigración, al igual que la insolación con el número de especies.

Usualmente, el aporte de agua de lluvia aumenta los niveles hídricos de los medios acuáticos, a la vez que crea

VARIABLE	ECUACION	R <sup>2</sup>	F
Nº especies (S)	$Y = -1,37 + 0,02t + 0,20t_{\text{ámax}} + 0,05v - 0,04i$	0,73	11,49 p50,025
Nº individuos (N)	$Y = 56,84 + 8,16t$	0,26	106,02 p50,100
Tasa inmigración (I)	$Y = -0,01 + 0,008t_{\text{ámin}} - 0,12p$	0,13	4,09 p50,250
Tasa extinción (Ex)	$Y = -0,07 + 0,13t + 0,42t_{\text{ámax}}$	0,17	7,04 p50,250

Tabla 7.1: Ecuaciones de regresión múltiple, coeficientes de determinación (R<sup>2</sup>) y valores de F, resultantes del análisis de regresión múltiple paso a paso, aplicado a cada una de las variables dependientes consideradas (número de especies, número de individuos, tasa de inmigración y tasa de extinción) con las variables independientes siguientes:

t: tiempo transcurrido desde el llenado de los estanques.  
t<sub>ámax</sub>: temperatura máxima del aire.  
t<sub>ámin</sub>: temperatura mínima del aire.  
p: precipitación.  
v: velocidad de la racha máxima de viento  
i: insolación.





otros nuevos, con lo que se favorecen las condiciones ambientales para su colonización. Pero, al contrario del efecto positivo esperado en la inmigración de especies, la precipitación muestra en los estanques, una relación negativa con esta variable, explicable, en parte, por el mantenimiento artificial del nivel del agua de los estanques, que enmascara o anula su efecto, y por el efecto puntual de la lluvia, que impide o dificulta el vuelo de las especies.

Lo que parece ser contradictorio, es el hecho de que la insolación tenga un efecto negativo, aunque muy pequeño, sobre el número de especies, mientras que la temperatura máxima ejerce un efecto positivo, estando estas dos variables correlacionadas positivamente. Otros factores que inciden en el grado de insolación, como la nubosidad, pueden ser la causa de este efecto.

La velocidad de la racha máxima de viento, que en principio se esperaba que podía ejercer un efecto positivo en la tasa de inmigración, ya que favorece la dispersión de las especies, no ha presentado un F-test significativo, al entrar en la regresión de esta variable dependiente ( $F= 0.00$ ), mientras que sí lo presenta para el número de especies.

A pesar de que un viento fuerte puede arrastrar la mayoría de los imagos de insectos acuáticos (BRINDLE, 1957; ELLIOT, 1967), su acción parece estar bastante limitada por su propia intensidad, ya que muchos insectos vuelan, sobre todo con el viento en calma y se refugian por encima de una cierta velocidad del viento (THOMAS, 1981).

### 7.3. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL ESTABLECIMIENTO DE LAS POBLACIONES DE INSECTOS ACUATICOS DE LOS ESTANQUES. TIPOS BIOLOGICOS.

Para determinar los factores más relevantes que afectan el establecimiento de las especies en los diferentes estanques, así como para caracterizar los diferentes tipos biológicos en función de éstos, se ha empleado el Análisis de Correspondencias Múltiples, mediante el programa SPAD (Systeme Pourtable pour L'Analyse des Donneés, LEBART & MORINEU, 1985). Este análisis permite tratar simultáneamente, numerosos caracteres que reflejan las respuestas adaptativas al medio de las distintas especies (MARIN, 1988).

Se han considerado un total de 9 variables, de las cuales, 4 son de tipo microambiental (vegetación, sustrato, concentración media de clorofila "a" y grado de exposición al sol) y el resto, recogen caracteres intrínsecos a las especies (capacidad de vuelo, alimentación, relación frecuencia/dominancia, tipo de ciclo de vida y el periodo del año en que colonizan los estanques).

No se ha incluido la salinidad del agua, ya que todas las especies registradas en los estanques, excepto *Ephydra*, muestran la misma respuesta a este factor (se presentan en un rango de salinidad de 0.8-4.8g/l).

Para cada variable se han establecido distintas categorías o modalidades, que aparecen definidas en la tabla 7.2. Los datos de los caracteres analizados son resultado del estudio, excepto los de alimentación y capacidad de vuelo, que han sido extraídos de la bibliografía.

VARIABLES MICROAMBIENTALES	VARIABLES INTRINSECAS DE LAS ESPECIES
<ul style="list-style-type: none"> <li>- VEGETACION (VEG)               <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ausencia</li> <li>2. <u>Cladophora</u> sp.</li> <li>3. <u>Chara vulgaris</u></li> <li>4. Indiferente</li> </ol> </li> <li>- SUSTRATO (SUS)               <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cemento</li> <li>2. Arcilla + arena</li> <li>3. Grava</li> <li>4. Indiferente</li> </ol> </li> <li>- GRADO DE INSOLACION (INS)               <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bajo</li> <li>2. Medio</li> <li>3. Alto</li> <li>4. Indiferente</li> </ol> </li> <li>- CONCENTRACION MEDIA DE COROFILA "a" (CLa)               <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 0-10mg/l</li> <li>2. 10-25mg/l</li> <li>3. &gt; 25mg/l</li> <li>4. Indiferente</li> </ol> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CAPACIDAD DE VUELO (VUE)               <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Baja</li> <li>2. Media</li> <li>3. Alta</li> </ol> </li> <li>- ALIMENTACION (ALI)               <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Herbívora</li> <li>2. Detritívora</li> <li>3. Herbívora-detritívora</li> <li>4. Carnívora</li> </ol> </li> <li>- FRECUENCIA/DOMINANCIA (FED)               <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Accesoria</li> <li>2. Acompañante</li> <li>3. Constante</li> <li>4. Fundamental</li> <li>5. Variable</li> </ol> </li> <li>- CICLO DE VIDA (CLV)               <ol style="list-style-type: none"> <li>1. No completan</li> <li>2. Univoltino</li> <li>3. Polivoltino</li> <li>4. Variable</li> </ol> </li> <li>- PERIODO DE COLONIZACION (PER)               <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Invierno</li> <li>2. Primavera</li> <li>3. Verano</li> <li>4. Variable</li> </ol> </li> </ul>

Tabla 7.2: Modalidades de las diferentes variables microambientales e intrínsecas de las especies consideradas. Entre paréntesis aparece el nombre con el que se designa a cada variable en el análisis de Correspondencias Múltiples.



Cada especie se ha caracterizado en función de las distintas categorías que adoptan sus poblaciones en los estanques. Se han excluido aquellas especies o poblaciones que no se reproducen o que tienen una frecuencia inferior al 6% (especies esporádicas). *Ephydra* sp., tampoco se ha incluido en el análisis, ya que su distribución está claramente marcada por el carácter hipersalino del medio.

Cuando una especie presenta más de una categoría para una determinada variable, se le ha asignado la modalidad de indiferente o variable para dicho factor.

Cuatro modalidades han sido eliminadas antes de la realización del análisis, por no haber ninguna especie que presente uno de esos caracteres específicamente: vegetación tipo *Chadophora* sp. (VEG2), sustrato de grava (SUS3), baja concentración de clorofila "a" (CLa1), relación frecuencia/dominancia de tipo "constante" (FED 3).

Los tres primeros ejes del Análisis de Correspondencias Múltiples aplicado sobre la matriz de datos resultante (36 modalidades x 26 especies) absorben un 48.44% de la varianza total.

En la figura 7.1, se presenta la ordenación de las especies y las modalidades en el espacio definido por los tres primeros ejes del análisis.

El primer eje, que absorbe el 21.36% de la varianza total, está fundamentalmente caracterizado por la modalidad de frecuencia/dominancia tipo "acompañante" enfrentada con la tipo "variable" y las modalidades de "indiferencia" respecto a la vegetación, sustrato, grado de insolación y concentración de clorofila "a".

El segundo eje, con un 14.54% de varianza total, está definido positivamente por el sustrato de cemento, grado de insolación alto y relación frecuencia/dominancia de tipo "fundamental".

En cambio, el tercer eje, con 12.44% de varianza total, queda definido, en su parte negativa, por las modalidades de concentración de clorofila "a" alta, alimentación carnívora, capacidad de vuelo alta, ciclo de vida univoltino y colonización en verano.

El dendrograma resultante de las afinidades entre las especies, aparece en la figura 7.2, y ayuda a definir los diferentes tipos biológicos, en base a las variables analizadas.

De la interpretación conjunta de la ordenación de las especies y modalidades en el espacio definido por los tres primeros ejes y el dendrograma de afinidades multivariantes, se diferencian dos grandes grupos de especies, en función de su mayor o menor euricidad:

1) Especies muy eurioicas, que muestran su indiferencia con respecto a la presencia y tipo de vegetación, sustrato, grado de insolación y concentración de clorofila "a", por lo que se encuentran en la mayor parte de los estanques.

Mantienen altas densidades de población, gran parte del año, ya que poseen ciclos de vida polivoltinos, aunque flexibles. A pesar de que la mayoría tienen baja capacidad de vuelo, presentan adultos voladores durante todo el año, pudiendo colonizar los estanques en distintos periodos, principalmente en invierno y primavera.

Son polífagas, con régimen alimenticio herbívoro, detritívoro, herbívoro-detritívoro e incluso carnívoro.

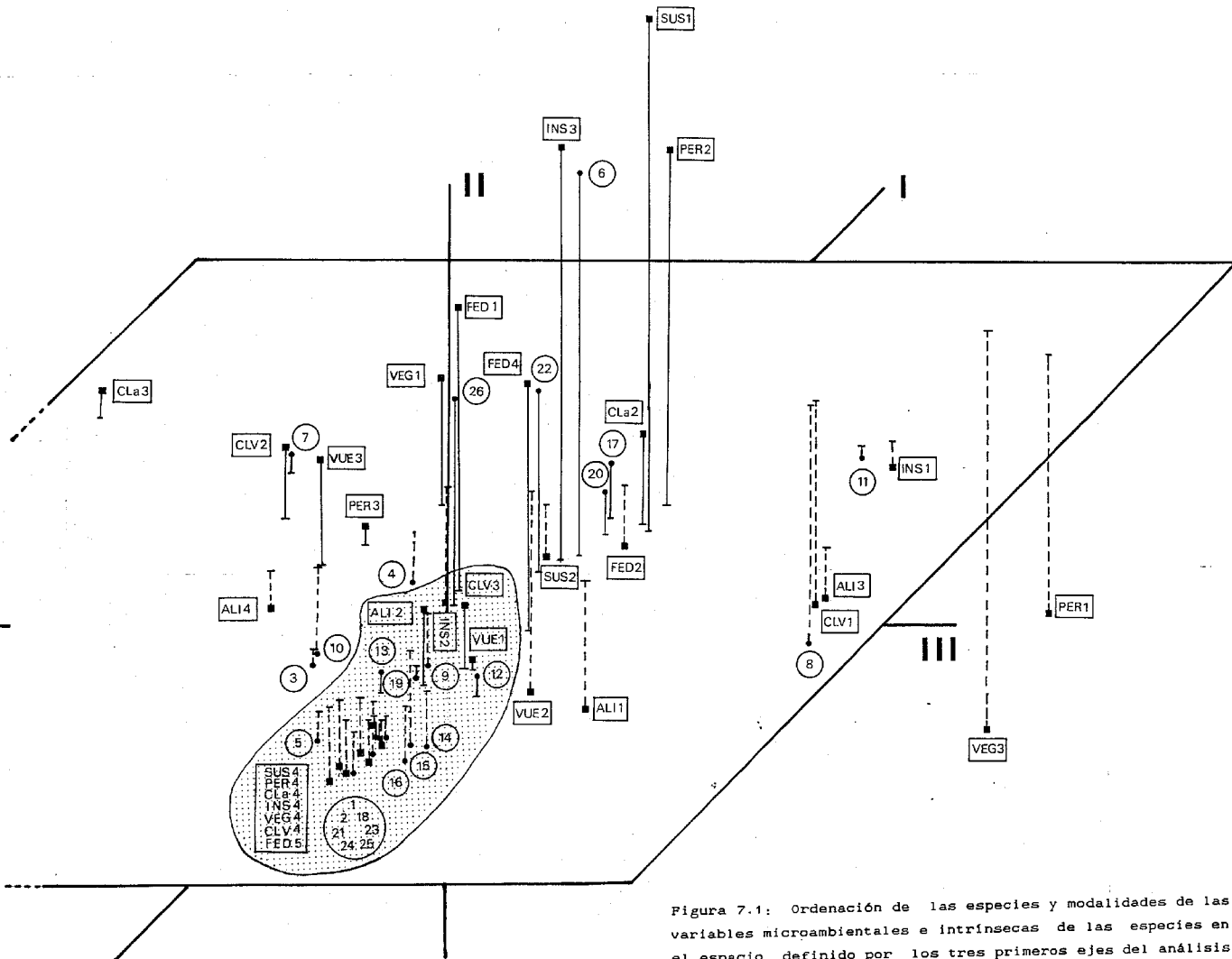


Figura 7.1: Ordenación de las especies y modalidades de las variables microambientales e intrínsecas de las especies en el espacio definido por los tres primeros ejes del análisis de Correspondencias Múltiples.

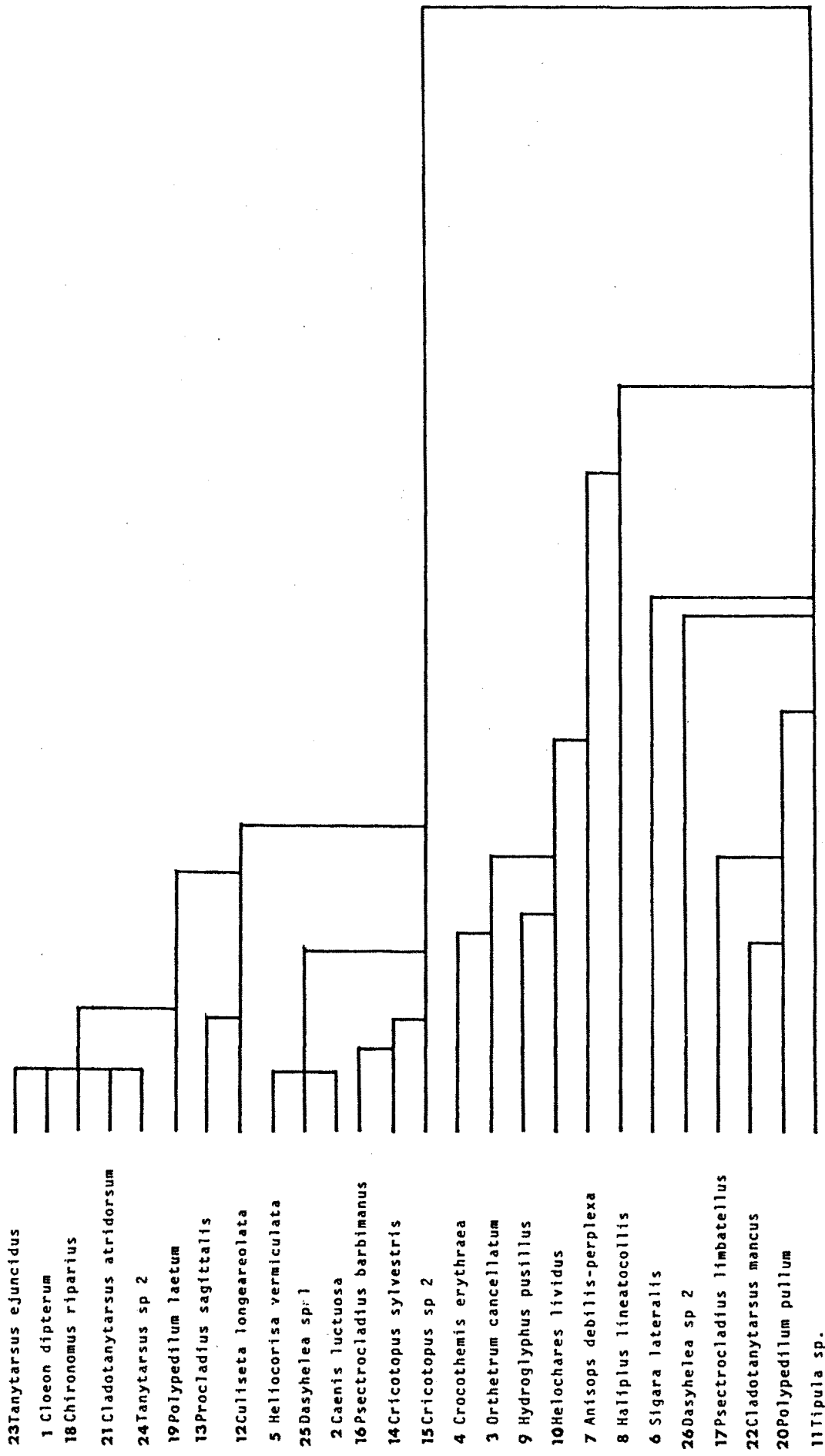


Figura 7.2: Dendrograma de afinidades entre las especies, resultante del análisis de Correspondencias Múltiples.





Estas especies son: *Cloeon dipterum*, *Caenis luctuosa*, *Heliocorisa vermiculata*, *Culiseta longiareolata*, *Procladius sagittalis*, *Cricotopus sylvestris*, *Cricotopus* sp2, *Psectrocladius barbimanus*, *Chironomus riparius*, *Polypedilum laetum*, *Cladotanytarsus atridorsum*, *Tanytarsus ejuncidus* y *Tanytarsus* sp2.

2) Especies más selectivas, que muestran su preferencia por determinadas características microambientales del medio o que necesitan algún requerimiento ecológico para su desarrollo. Es por ello por lo que su asentamiento está limitado a los estanques que presentan dichas condiciones.

En función de los factores que determinan su distribución, se distinguen varios tipos o clases:

A.- Especies que tienen un régimen alimenticio exclusivo, cuya distribución y desarrollo está limitada por la presencia y abundancia de sus fuentes de alimento.

Dentro de esta clase, por una parte se encuentran las especies carnívoras, que presentan, generalmente, ciclos de vida univoltinos y adultos con gran capacidad de vuelo, que colonizan los estanques durante el verano, cuando la abundancia de presas está asegurada, como los Odonatos *Crocothemis erythraea* y *Orthetrum cancellatum*; los Coleópteros *Hydroglyphus pusillus* y *Helochares lividus*; y el Heteróptero *Anisops debilis perplexa*. Por otra parte está el Coleóptero *Haliphus lineatocollis*, especie herbívora, que se alimenta exclusivamente de Charáceas y que, por tanto, está ligada a la presencia de este macrófito en el medio.

B.- Especies que seleccionan el medio en función de su preferencia por determinadas características microambientales que favorecen su desarrollo. Este es el caso de *Sigara lateralis*, que está ligada a sustrato de cemento con pocos sedimentos; mientras que *Psectrocladius limbatellus*,

*Cladotanytarsus mancus* y *Polypedilum pullum* están asociadas a sustratos de granulometría fina (arcilla + arena) con abundantes sedimentos, donde pueden construir sus tubos y alimentarse, llegando a desarrollar varias generaciones en dichas condiciones.

En cambio *Típula* sp., muestra su preferencia por medios umbrios, con grados de insolación bajos; y *Dasyhelea* sp2, por la ausencia de vegetación.

Dentro de este grupo, aunque no se ha considerado en el análisis, se puede incluir también a *Ephydra* sp., especie con gran capacidad osmorreguladora, cuya distribución está limitada a medios hipersalinos.

#### 7.4. DISCUSION.

La edad del medio, y entre los factores climáticos, la temperatura, son los principales determinantes de los procesos generales de colonización en los estanques.

La temperatura marca tanto la estacionalidad del hábitat, como la de las especies, ya que determina por un lado, los cambios de composición fisico-química de las aguas y la calidad y cantidad de las fuentes de alimento, y por otro, los "patterns" de actividad de las especies, estableciéndose una sincronización perfecta entre ambos.

Entre las características microambientales, la presencia de *Chara vulgaris*, el sustrato de cemento, el grado de insolación bajo y la alta salinidad del agua, son los principales determinantes de las diferencias faunísticas

entre los estanques. En cambio, la concentración de clorofila "a" del agua, no parece afectar a la selección del hábitat y el establecimiento de las especies.

La mayor o menor amplitud del régimen alimenticio de las especies marca en gran medida su éxito colonizador. Especies polífagas, con bajos requerimientos nutritivos, pueden desarrollarse en cualquier medio, mientras que ótras, con régimen exclusivo, están limitadas a la presencia en el tiempo o en el espacio de sus fuentes de alimento.

La gran capacidad de vuelo de los adultos, que ha sido considerada tradicionalmente, como una de las principales adaptaciones que facilita una colonización con éxito y determina la secuencia de aparición de las especies en medios acuáticos nuevos (BARNES, 1983; WILLIAMS, 1987), no parece jugar un papel muy importante en la colonización de los medios estudiados, ya que las primeras especies inmigrantes, y en general, las de mayor éxito en los estanques, presentan una capacidad de vuelo baja. Este aspecto lo suplen, maximizando la producción de huevos, acelerando las tasas de desarrollo y maduración sexual, que les permite producir, durante el año, varias generaciones y disponer de adultos aéreos capaces de colonizar otros medios en cualquier época del año. Con la llegada de unas pocas hembras fecundadas se asegura el asentamiento de la especie (STREET & TITMUS, 1978).

Un claro ejemplo de esta estrategia lo constituyen las familias *Baetidae* y *Caenidae*, dentro de los Efemerópteros, y en Dípteros, *Culicidae* y la mayoría de especies de *Chironomidae* estudiados; representando, estos últimos, la máxima eficiencia, ya que pueden alcanzar la madurez sexual en estado de pupa, siendo observados, muchos ejemplares, con el abdomen lleno de huevos.

Todas estas adaptaciones, junto con un régimen alimenticio generalista y un amplio rango de tolerancia a las condiciones ambientales, les permite colonizar y explotar una gran diversidad de medios, por lo que se establecen en la mayoría de los estanques.

El resto de especies colonizadoras, a pesar de poseer algunas de las características típicas de la selección "r", son menos generalistas, estando su distribución limitada por sus requerimientos nutritivos o sus preferencias microambientales a determinados medios o épocas del año, donde se presentan dichas condiciones.

## **8. DISCUSION GENERAL Y CONCLUSIONES.**

## 8. DISCUSION GENERAL Y CONCLUSIONES.

Los sistemas acuáticos artificiales constituyen excelentes medios para el estudio de los procesos de colonización y sucesión primaria, ya que carecen de una historia previa y a la vez pueden ser manipulados fácilmente en función de los objetivos planteados por el investigador.

La utilización de 10 pequeños estanques de igual tamaño pero diferentes respecto al régimen hídrico, época de llenado, grado de insolación, tipo de sustrato, presencia y tipo de vegetación, y concentración de nutrientes y sales del agua, según las condiciones a las que fueron sometidos inicialmente, ha permitido caracterizar y cuantificar los procesos de colonización por insectos acuáticos que tienen lugar en estos medios durante el primer año de su existencia, y determinar:

- Las especies que colonizan los diferentes tipos de estanques, las estrategias de vida y su secuencia de colonización.

- La estructura y organización de la comunidad de insectos acuáticos a lo largo del ciclo de estudio.

- La aplicabilidad del modelo de colonización general de biogeografía insular de MACARTHUR & WILSON (1967).

- Los factores macro y microambientales y bióticos que controlan la colonización y configuración de sus comunidades, y el establecimiento de las especies.

- Las bases metodológicas y las posibles líneas de investigación a seguir, cara a estudios futuros de colonización de medios acuáticos en regiones semiáridas.

En la zona de estudio, incluida dentro de una de las áreas geográficas más áridas de la Península Ibérica e

incluso de Europa, los procesos de colonización tienen un marcado carácter estacional, determinado fundamentalmente por el régimen de precipitación y temperatura.

En general, el clima en este área, se caracteriza por escasas e irregulares precipitaciones (aproximadamente 300mm anuales) y un elevado régimen de temperaturas (18.27°C de media anual).

La alta variabilidad en las precipitaciones anuales, determina un cierto grado de temporalidad e inestabilidad de los medios acuáticos y, por tanto, de las estrategias de los organismos para colonizarlos.

Los periodos húmedos por excelencia son primavera y otoño, donde se registran las máximas precipitaciones. El resto del año, las lluvias son muy escasas e irregulares, quedando la mayoría de los cuerpos acuáticos con bajos niveles hídricos o completamente secos.

Sin embargo, en los estanques objeto del estudio, los procesos de colonización, practicamente, no se ven afectados por esta importante variable climática, al estar sometidos artificialmente, durante todo el ciclo anual, a un llenado periódico de agua, con el fin de mantener las condiciones favorables para su colonización.

El elevado régimen anual de temperaturas, estimula y acelera el desarrollo de las especies de insectos acuáticos y su dispersión por vuelo, y por tanto la colonización de los medios acuáticos.

Al contrario de lo que ocurre en otras áreas templadas, donde la colonización por vuelo de insectos acuáticos está restringida a los periodos más calurosos del año, primavera y



verano (WILLIAMS & HYNES, 1976c; WILLIAMS, 1980; VOSHELL & SIMMONS, 1984), la colonización de los estanques, a pesar de haberse llenado al comienzo del periodo frío, es muy rápida, no viendose limitada la llegada de especies, salvo en Enero, ocasionalmente, cuando se alcanzan temperaturas inferiores a 0°C. Esto también ha sido observado en ríos temporales de California (ABEL, 1956).

Otro factor que favorece la colonización de los estanques, es la proximidad de una gran diversidad de medios acuáticos (río Segura, ramblas, charcas, balsas, etc.) que actúan como fuentes de especies colonizadoras.

La heterogeneidad y dispersión de ambientes acuáticos en la Región de Murcia, acentuada en los últimos años por la construcción de balsas y canales de riego, lagunas de autodepuración, etc., intensifica el intercambio biótico entre los sistemas, ya que se acortan las distancias de desplazamiento de las especies y aumenta el flujo de individuos o propágulos.

Por otro lado, el ambiente fisico-químico donde se van a establecer las especies está determinado, fundamentalmente, por la calidad y cantidad del agua de entrada, y las variaciones climáticas estacionales.

Los nueve primeros estanques, llenados con agua potable de suministro público, presentan una composición fisico-química muy similar, caracterizada por su basicidad, una importante reserva alcalina, un cierto grado de mineralización y escasos nutrientes (salvo el estanque V, al comienzo del estudio).

La tendencia de variación fisico-química sigue una pauta estacional, regulada por la temperatura. Su estructura

temporal está caracterizada por elevadas concentraciones de silicatos y nitratos en invierno, un gran desarrollo de fitoplancton en primavera, un alto grado de mineralización e intensos procesos de reducción y de descomposición de la materia orgánica en verano, y una tendencia a la vuelta de las condiciones originales de invierno, en otoño.

Perturbaciones en el medio, como la adición de nutrientes en el estanque V y el régimen de temporalidad y fecha de llenado en el estanque VIII, producen algunas desviaciones de esta tendencia general.

En el estanque V, la adición de nutrientes conlleva un rápido e intenso desarrollo de fitoplancton en los meses fríos, al comienzo del estudio. El estanque VIII, en los meses de Marzo y Abril, durante la primera fase, cuando está sometido a un régimen temporal, presenta características fisico-químicas típicas de verano, ya que aumenta considerablemente la mineralización conforme va disminuyendo progresivamente el volumen de agua. Tras llenarse de nuevo, en Agosto, presenta una composición fisico-química característica de los meses de primavera, aunque sin un elevado desarrollo de fitoplancton, tendiendo, en los meses siguientes, hacia las características de invierno.

Los rangos de variación temporal de los parámetros fisico-químicos analizados, están dentro de los límites de tolerancia de los organismos que colonizan estos medios (especies adaptadas a vivir en un amplio rango de condiciones ambientales), por lo que no ejercen ninguna limitación para el establecimiento de las poblaciones de insectos acuáticos.

En cambio, el estanque X, llenado inicialmente con agua hipersalina y rellenado periódicamente con agua potable, mantiene durante todo el ciclo, aunque con fuertes

oscilaciones, una elevada concentración de sales disueltas en el agua (entre 19 y 78g/l), que confiere a sus aguas una serie de características que lo diferencian del resto de los estanques:

- Registra las temperaturas del agua más altas y una menor tasa de evaporación.

- Presenta las concentraciones de sólidos en suspensión más elevados.

- Alcanza las mínimas concentraciones de oxígeno disuelto en el agua.

- Limita el desarrollo de las comunidades de algas fitoplanctónicas.

Este factor, ejerce un fuerte estrés ambiental, que afecta a la colonización y sucesión del estanque, limitando el establecimiento de las especies que no estén especialmente adaptadas a sobrevivir en tales condiciones.

Aunque un gran número de especies toleran considerables concentraciones de sales disueltas en el agua, generalmente entre 3 y 10g/l (BAGLY, 1967), la capacidad para vivir a mayor salinidad está restringida a muy pocos organismos. Solamente, durante el periodo de estudio, el Díptero *Ephydra* sp., dotado de una gran capacidad osmorreguladora, consigue desarrollarse en este estanque.

A partir de la creación de estos medios, se va estructurando, con la llegada de especies invasoras, una comunidad biológica en perfecto ajuste con las variaciones sucesionales y estacionales del ambiente.

Aunque la capacidad de un medio nuevo, para albergar potenciales colonizadores es grande, ya que están todos los nichos vacíos, las restricciones impuestas por el ciclo de vida de las especies, el comportamiento de los adultos (época

y capacidad de dispersión, selección de los lugares de ovoposición, etc.), así como por los requerimientos de las larvas, reducen en gran medida, el número de colonizadores con éxito.

La secuencia de llegada y establecimiento de las especies, aparte de estar determinada por las características propias de cada especie, depende de factores locales, como la acción de variables ambientales estresantes, la calidad y cantidad de alimento disponible y la presencia de especies competidoras y/o depredadoras.

En total, se han registrado 40 especies de insectos acuáticos, pertenecientes a los ordenes de Efemerópteros, Odonatos, Heterópteros, Coleópteros y Dípteros.

Los Dípteros están distribuidos en todos los estanques, y constituyen el grupo más importante, tanto en riqueza de especies como en abundancia de individuos. Dentro de estos, los Quironómidos representan aproximadamente la mitad del número total de especies y de individuos. En cambio los Odonatos, son el orden de insectos con una distribución más restringida en los estanques, menor número de especies y una abundancia relativa insignificante.

Todas estas especies son habitantes típicos de medios leníticos permanentes o temporales, como charcas, lagunas, embalses, y zonas remansadas de ríos. La mayoría presentan una serie de características típicas de la selección "r": capacidad de dispersión activa, temprana reproducción en su corto ciclo de vida, elevada fecundidad y tasa de desarrollo, alimentación generalista, poca capacidad competitiva y tolerancia a un amplio rango de condiciones ambientales, que les confieren un carácter eurioico y oportunista. Este

conjunto de adaptaciones les permite colonizar con éxito medios nuevos o inestables.

Las especies de insectos acuáticos, que colonizan los estanques siguen dos tipos básicos de estrategia de vida:

1) Especies que utilizan los estanques como medios transitorios de alimentación, en sus vuelos de dispersión. Es el caso de la mayoría de Coleópteros y Heterópteros que aparecen en estado adulto de forma aislada y puntual. Aunque interaccionan con la comunidad no llegan a desempeñar un papel importante en la estructura de ésta.

2) Especies que se reproducen u ovopositan en los estanques. Sus poblaciones constituyen los componentes básicos de las comunidades. Dentro de este grupo se distinguen dos clases:

a.- Las que no llegan a desarrollar el ciclo de vida completo, debido principalmente, a la falta de determinados requerimientos ecológicos y a la acción de la competencia interespecífica y la predación.

b- Las que desarrollan el ciclo de vida completo, pudiendo realizar una o varias generaciones anuales. Son las verdaderas colonizadoras con éxito, jugando sus poblaciones un papel muy importante dentro de la comunidad.

Una misma especie, puede presentar los dos tipos de estrategias de vida, dependiendo de la época del año y de las características del medio. Así por ejemplo, *Anisops debilis-perplexa* solamente se reproduce en el estanque V, pero se alimenta temporalmente en otros estanques.

A nivel global, las comunidades de insectos acuáticos de los estanques, salvo en el medio hipersalino (estanque X), presentan una composición y estructura bastante similar. Están constituidas por un bajo número de especies, de las cuales, solo unas pocas son fundamentales o constantes con

respecto a su frecuencia y abundancia relativa, y la mayoría son acompañantes, accesorias y esporádicas. Las primeras permanecen en los estanques durante gran parte del ciclo, desarrollando sucesivas generaciones. Entre ellas, *Cloeon dipterum*, *Culiseta longeareolata* y *Procladius sagittalis* son las más comunes. El resto de especies se van sustituyendo a lo largo del año, variando su abundancia relativa y su periodo de permanencia en los estanques, en función de la estrategia de vida que siguen, de la disponibilidad de alimento, de la llegada de especies competidoras y de su aniquilamiento por especies depredadoras.

A nivel temporal, la estructura y organización de las comunidades, tiene un claro carácter estacional, determinado fundamentalmente por la temperatura.

La temperatura marca tanto la estacionalidad de las especies como la del hábitat, ya que afecta directamente al desarrollo y crecimiento de los organismos, e indirectamente a la calidad y cantidad de alimento disponible, y a las características del ambiente físico-químico donde se van a establecer las especies.

A modo de síntesis, se pueden distinguir las siguientes etapas en la colonización y sucesión de las comunidades de insectos acuáticos que se corresponden con diferentes periodos climáticos:

- 1) Desde el llenado de los estanques (Noviembre) hasta principios de Febrero: Debido a las bajas temperaturas durante estos meses y a los escasos recursos alimenticios de los estanques tras ser llenados, la colonización inicial de estos medios, está limitada a especies con bajos requerimientos nutritivos y con adultos voladores durante el invierno. *Chironomus riparius* y *Culiseta longeareolata*,

especies típicamente oportunistas, con alimentación detritívora y con ciclos de vida polivoltinos, son los primeros colonizadores. En estos meses, desarrollan una o dos generaciones, constituyendo sus poblaciones los únicos componentes de la comunidad de insectos acuáticos.

2) **Finales de invierno y primavera:** Conforme aumenta la temperatura, se estimula la actividad y desarrollo de las especies, completando muchas de ellas su generación de invierno. Los adultos emergidos comienzan los vuelos de dispersión hacia otros medios acuáticos para su alimentación y/o reproducción.

Las comunidades de algas planctónicas y el perifiton comienzan a desarrollarse en los estanques, incrementando y diversificando las fuentes de alimento disponibles. Esto se traduce en la llegada y establecimiento de un gran número de especies detritívoras y herbívoras-detritívoras, como *Cloeon dipterum*, *Dasyhelea* sp.1 , *Tipula* sp. , o exclusivamente herbívoras como los Orthocladinos, *Cricotopus sylvestris*, *Cricotopus* sp.2, *Psectrocladius barbimanus* y *Psectrocladius limbatellus*.

Posteriormente, cuando las densidades de sus poblaciones son lo suficientemente elevadas, se establece la primera especie carnívora, *Procladius sagittalis*, que se alimenta fundamentalmente de las larvas de otros Quironómidos y de detritos.

Durante este periodo, en la mayoría de los estanques, no hay una especie claramente dominante, si no que todas presentan una abundancia relativamente elevada, como consecuencia del desarrollo de sus primeras generaciones. Esto se manifiesta en un aumento considerable de los índices

de diversidad específica y equitabilidad, alcanzando los máximos valores registrados durante el ciclo de estudio.

3) **Finales de primavera y comienzo del verano:** A partir de Mayo, cuando las temperaturas son bastante elevadas y la comunidad establecida, lo suficientemente compleja, comienzan a asentarse algunas especies de Heterópteros como *Heliocorisa vermiculata* y *Sigara lateralis*, que se alimentan de microcrustáceos y de los abundantes detritos presentes en los sedimentos en estas fechas, y de Coleópteros carnívoros como *Hydroglyphus pusillus*, que se alimenta de crustáceos y larvas de otros insectos.

Algunas especies típicamente primaverales, como *Dasyhelea* sp.1 y la mayoría de Orthocladinos, tras completar su ciclo de vida y, paralelamente al declive de las comunidades fitoplanctónicas, desaparecen de los estanques.

En estas fechas, la especie dominante, generalmente es *Culiseta longiareolata*, que alcanza aquí sus máximas densidades de población.

4) **Verano:** Los procesos de reducción y mineralización de la materia orgánica producida por la propia comunidad del estanque aumentan considerablemente los niveles de sedimentos y detritos. Estas condiciones permiten el establecimiento de un elevado número de especies de Quironómidos, principalmente Tanytarsinos, como *Tanytarsus ejuncidus*, *Tanytarsus* sp.2, *Cladotanytarsus atridorsum*, y el Quironomino *Polypedilum laetum*, que requieren para su desarrollo, abundantes sedimentos donde construyen sus tubos y se alimentan.

También colonizan otras especies detritívoras, como *Caenis luctuosa*, *Dasyhelea* sp.2 y *Culex pipiens pipiens*.



En Agosto comienzan a llegar, procedentes de otros medios temporales, que durante esta época se secan, los grandes depredadores, como los Odonatos *Orthetrum cancellatum* y *Crocothemis erythraea*, los Heterópteros *Anisops debilis-perplexa* y *Anisops sardea* y el Coleóptero *Helochares lividus*. Algunos adultos de estas especies se establecen y se reproducen en determinados estanques, aunque la mayoría sólo permanecen en ellos el tiempo necesario para alimentarse.

En estas fechas hay un claro predominio de Quironómidos Tanytarsinos y del Tanypodino *Procladius sagittalis*, que producen sucesivas generaciones en un corto espacio de tiempo. Los detritívoros y carnívoros son las categorías tróficas más importantes en cuanto a número de especies e individuos.

**5) Finales de verano y otoño:** Tras completar las generaciones de verano, los adultos de la mayoría de especies típicas de verano se dispersan hacia otros medios acuáticos para pasar el invierno. Es el caso de *Dasyhelea* sp.2, *Caenis luctuosa*, *Anisops debilis-perplexa*, *Crocothemis erythraea*, *Hydroglyphus pusillus*, *Helochares lividus*, etc. El resto de las especies, permanecen en los estanques, generalmente en estado larvario, viéndose su desarrollo relentizado por la disminución de la temperatura. Aun así, algunas consiguen completar otra nueva generación antes de la llegada del invierno. En este periodo *Procladius sagittalis* es, generalmente, la especie dominante.

Sólo se registra, en este periodo, la llegada de dos nuevas especies, los Coleópteros carnívoros *Agabus* sp. y *Potamonectes cerisyi*, en el estanque I a principios de Diciembre.

La acción de importantes factores ambientales, como el régimen temporal, en el estanque VIII, durante su primer llenado, y la alta concentración de sales del agua, en el estanque X, limitan enormemente el proceso de colonización en estos medios.

En el estanque VIII, durante su primer llenado, sólo es colonizado por tres especies, *Culiseta longeareolata*, *Chironomus riparius* y *Dasyhelea* sp.1. La progresiva disminución del volumen de agua y su completo secado a principios de Abril, impide el asentamiento de otras especies características de estos meses. En cambio, cuando se vuelve a llenar en Agosto, y se somete a un régimen permanente de agua, es colonizado rápidamente por gran parte de especies presentes en el resto de estanques, siguiendo una secuencia similar, aunque bastante acelerada por las altas temperaturas y las cortas distancias de dispersión.

En el estanque X, sólo llega a establecerse durante el primer año de su existencia, *Ephydra* sp., que hace su aparición a principios de Junio.

Otros factores microambientales, como la presencia de macrófitos acuáticos, la escasez de sedimentos, el grado de insolación y la alta producción primaria por parte del fitoplancton, aunque no modifican la pauta general de colonización, afectan a la selección del medio de las especies y a su establecimiento, determinando algunas diferencias en la composición y estructura de las comunidades de insectos acuáticos de los estanques.

La presencia de macrófitos acuáticos, en los estanques II y III, aumentan la heterogeneidad de estos medios y de microhábitats disponibles para las especies, ya que constituyen un excelente sustrato para la microflora y

macroinvertebrados, a la vez que contribuyen considerablemente a la producción de detritos (DUDLEY, 1988). Esto se traduce en un aumento de la diversidad y equitabilidad de estos medios, con respecto al resto de los estanques.

*Cladophora* sp. y *Chara vulgaris*, tienen un efecto negativo sobre el desarrollo larvario de *Culiseta longearcolata*. La producción de ácidos químicos por parte de *Cladophora* sp., impide el ramoneo de especies exclusivamente herbívoras, por lo que su desarrollo se ve limitado. En cambio, *Chara vulgaris*, favorece la colonización y desarrollo de *Haliphus lineatocollis*, que se alimenta exclusivamente de ella, y de otras especies herbívoras, principalmente Othocladinos, que se alimentan de su microflora asociada.

El intenso desarrollo de fitoplancton, durante los primeros meses, en el estanque V, desencadenado por la adición de nutrientes, conlleva un aumento de la cantidad de recursos alimenticios disponibles para las especies, que le permite mantener las mayores densidades de población de todos los estanques.

La escasez de sedimentos en los estanques VI y VII, retarda el establecimiento de especies típicamente detritívoras y limita, en parte, el desarrollo, sobre todo, de Quironómidos tubícolas.

El estanque I, con una baja exposición al sol, es colonizado por menos especies que el resto de los estanques (excluyendo el VIII y el X), debido probablemente a que es menos visible desde el aire por los insectos acuáticos, que detectan, normalmente, los cuerpos de agua en función del reflejo que despiden (MACAN, 1974). En cambio las hembras de

*Tipula* sp. seleccionan para ovopositar, medios umbríos, desarrollándose sólo en este tipo de hábitats.

Entre todas estas características microambientales, la presencia de *Chara vulgaris*, el sustrato de cemento, el bajo grado de insolación y la alta salinidad del agua, son los principales determinantes de las diferencias faunísticas entre los estanques.

Aparte del componente estacional, los procesos de colonización de los estanques, están determinados, en gran medida, por la edad del medio. Existe una estrecha relación entre el número de especies y el de individuos con el tiempo transcurrido desde su creación, que concuerda con lo postulado por el modelo de biogeografía insular de MACARTHUR & WILSON (1967), aunque no se llega a alcanzar un número de especies y de individuos en equilibrio durante el periodo de estudio.

Estas relaciones no se dan, cuando el medio está sometido a la acción de factores ambientales estresantes, como la temporalidad del agua, donde la desaparición del hábitat fuerza la extinción de las especies establecidas, y el carácter hipersalino, que limita enormemente el proceso de colonización.

En cambio, las tasas de inmigración y extinción para periodos de colonización tan cortos son, en mayor medida, reflejo de los cambios estacionales, tanto del hábitat como de las especies, que de la edad del medio, por lo que el modelo de equilibrio no se ajusta completamente, aunque es posible que sea válido para periodos de colonización más largos.

Las tasas de inmigración varían según las especies, ya que dependen de los poderes de dispersión, así como de la disponibilidad de propágulos en el área fuente, e incluso para una misma especie varían temporalmente.

Las tasas de extinción, también están determinadas por las características del hábitat y de las especies, tales como la disponibilidad de alimento, temporalidad y duración de sus ciclos de vida, densidad de población, así como de las interacciones biológicas que se producen en el seno de la comunidad.

El aumento de temperatura favorece tanto la inmigración como la extinción de las especies.

Modelos neutros o no interactivos, como el de biogeografía insular, que no tienen en cuenta la duración y el estado de los recursos, las diferencias entre las especies y las interacciones que se producen entre ellas, sacrifican precisión a generalidad, por lo que poseen limitaciones para ser aplicados durante cortos periodos de colonización (un año) y en medios que son invadidos estacionalmente por habitantes temporales.

El éxito colonizador de las especies depende, fundamentalmente, de la adquisición de una serie de adaptaciones, que determinan su mayor o menor euricidad. En función de esto, se pueden englobar a las especies de insectos acuáticos que colonizan los estanques en dos grandes tipos biológicos:

a.- Especies muy eurioicas, con un amplio rango de tolerancia a las condiciones ambientales, que muestran su indiferencia con respecto a la presencia y tipo de vegetación, sustrato, grado de insolación y concentración de

clorofila "a", por lo que colonizan la mayor parte de los estanques.

A pesar de que la mayoría presentan una capacidad de vuelo baja, son de las primeras especies inmigrantes y en general, las de mayor éxito en los estanques. Esto lo consiguen maximizando la producción de huevos, y acelerando las tasas de desarrollo y maduración sexual, lo que les permite producir durante el año varias generaciones y disponer de adultos aéreos capaces de colonizar en cualquier época del año. Con la llegada de unas pocas hembras fecundadas se asegura el asentamiento de dichas especies. Todas estas adaptaciones, junto con la de presentar un régimen alimenticio generalista, con bajos requerimientos nutritivos, les permite colonizar y explotar gran diversidad de medios. Entre estas especies destacan, fundamentalmente, *Cloeon dipterum*, *Culiseta longiareolata*, *Procladius sagittalis* y *Chironomus riparius*.

b.- Especies que aunque poseen algunas características típicas de la selección "r", son menos generalistas, estando su distribución determinada por sus requerimientos nutritivos o sus preferencias por determinadas características microambientales que favorecen su desarrollo.

En el primer caso, se trata de especies con régimen alimenticio exclusivo que, aunque tienen adultos acuáticos de vida relativamente larga y gran capacidad de vuelo, su establecimiento en los estanques está limitado a la presencia en el tiempo o en el espacio, de sus fuentes de alimento. Dentro de esta clase se encuentran, por una parte las especies típicamente carnívoras como los Odonatos *Crocothemis erythraea* y *Orthetrum cancellatum*, los Coleópteros *Hydroglyphus pusillus* y *Helochaeres lividus*, y el Heteróptero *Anisops debilis-perplexa*, que colonizan durante el verano,

cuando la abundancia de presas esta asegurada, y por otra, las especies herbívoras como *Haliphus lineatocollis* que se alimenta exclusivamente de Characeas.

En el segundo caso, *Ephydra* sp. muestra su preferencia por un alto contenido de sales disueltas en el agua, *Tipula* sp. por medios umbríos, *Dasyhelea* sp.2 por la ausencia de vegetación, *Sigara lateralis* por sustrato de cemento con poco sedimento, y *Psectrocladius limbatellus*, *Cladotanytarsus mancus* y *Polypedilum pullum*, por sustratos de granulometría fina con abundantes sedimentos, donde sus larvas pueden construir sus tubos y alimentarse.

A todos estos factores macro y microambientales, así como los intrínsecos de las especies, que determinan los procesos de colonización general y el establecimiento de las especies, hay que añadir, a parte del componente de azar, las interacciones biológicas. Aunque no se han estudiado con detalle, ya que son difíciles de analizar y requieren evidencia experimental (MCAULIFFE, 1983), parecen jugar durante el primer año de colonización de los estanques, un papel más importante en la configuración de sus comunidades del que normalmente se les atribuye en las etapas pioneras de la sucesión de cualquier ecosistema (BEGON et al., 1988).

Se han observado algunos ejemplos de competencia interespecífica entre especies afines taxonómica y ecológicamente: *Chironomus riparius* y *Polypedilum laetum* se suceden en el tiempo, *Heliocorisa vermiculata* y *Sigara lateralis* se excluyen en el espacio, aunque en otros casos, como *Culiseta longiareolata* y *Culex pipiens pipiens*, coexisten bajo condiciones de abundancia de alimento, pero predominando la primera de ellas sobre la segunda. El hecho de que una especie llegue antes a un estanque, en muchos

casos, impide el asentamiento de otra con igual nicho ecológico.

FISHER (1983) manifiesta que la estructura de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en ríos, durante las primeras etapas de la sucesión, esta determinada, fundamentalmente, por las condiciones abióticas, mientras que PECKARSKY (1983, 1986) destaca la importancia de las interacciones bióticas. Esta autora, en base a una serie de experimentos en ríos, desarrolla un modelo general, según el cual, cuando las condiciones ambientales son favorables, la predación es el factor biológico determinante de la estructura de las comunidades, ya que mantiene a las poblaciones presa en unos niveles donde se minimiza la competencia entre ellas. Sin embargo, cuando el medio está sometido a la acción de algún factor ambiental estresante, las poblaciones de depredadores se reducen y la competencia entre las especies por el espacio habitable o el alimento, es el proceso dominante en la organización de las comunidades.

La frecuencia e intensidad de las perturbaciones, tambien determinan la escala temporal y espacial de los procesos de colonización (SHELDON, 1984).

Está claro, que en los estanques estudiados, tanto factores abióticos como bióticos determinan los procesos de colonización y sucesión, aunque la importancia relativa de cada uno de ellos, no lo está tanto. Sólo cuando el medio está sometido a la acción de un fuerte factor ambiental, como la alta salinidad del agua o la temporalidad del medio, estos factores son los principales determinantes.

Es necesario el diseño de una serie de experimentos especificos de campo y laboratorio, para probar el efecto separado de cada uno de ellos. Acerca de las interacciones



bióticas se pueden utilizar, como base, los experimentos realizados en otros medios acuáticos, como los de SOUSA (1979) para comunidades marinas de charcas litorales de marea y los de MCAULIFFE (1983) para comunidades de macroinvertebrados de ríos.

Los resultados de los experimentos deben ser comparados con lo observado en condiciones naturales.

Para poder caracterizar los procesos de colonización que tienen lugar en medios acuáticos naturales de regiones semiáridas, donde existe un cierto grado de variabilidad y de impredecibilidad en las precipitaciones, que determina su carácter inestable o temporal, y por tanto, la intensidad y frecuencia de estos procesos y las estrategias de vida de los organismos, es necesario prolongar el periodo de estudio, al menos durante varios ciclos anuales.

Dada la rapidez de los procesos de colonización en este área, y el corto tiempo de generación de las especies, debido al elevado régimen térmico, el seguimiento del estudio se debe de hacer como mínimo, con una periodicidad quincenal durante las estaciones de invierno y otoño, y semanal durante primavera y verano.

Las balsas de riego, por otra parte, constituyen interesantísimos medios para el estudio de estos procesos, ya que están sometidos, por acción del hombre, a irregulares e impredecibles cambios en sus condiciones ambientales.

Muchas lagunas de conocimiento quedan aún por investigar, para identificar los componentes y mecanismos que operan en los procesos de colonización. La manipulación de hábitats y poblaciones parecen ser las vías más adecuadas para investigaciones futuras. Estudios fisiológicos, de

comportamiento, genéticos y de ecología de poblaciones y comunidades, son necesarios dada la complejidad de este fenómeno.

Por último, se enumeran brevemente las conclusiones más importantes del presente estudio:

1.- Se han registrado 40 especies de insectos acuáticos pertenecientes a los órdenes Ephemeroptera, Odonata, Heteroptera, Coleoptera y Diptera, que colonizan los estanques mediante vía aérea. Excepto los adultos ápteros de *Microvelia pygmaea*, todas las especies utilizan el vuelo como medio de dispersión.

2.- Los Dipteros están distribuidos en todos los estanques y constituyen el grupo dominante en cuanto a número de especies y de individuos, representando, sólo los Quironómidos, aproximadamente la mitad de la riqueza y abundancia total de especies. En cambio los Odonatos, son el orden de insectos, con la distribución más restringida, menor número de especies y abundancia relativa insignificante.

3.- Aunque la mayoría de las especies colonizadoras tienen escaso interés faunístico, dado que son habitantes típicos de medios acuáticos leníticos en general, son de gran interés biológico y ecológico, ya que poseen una serie de adaptaciones propias de la selección "r", que les permite colonizar medios nuevos o inestables: capacidad de dispersión activa, temprana reproducción, elevada fecundidad y tasa de desarrollo, ciclo de vida corto, alimentación generalista, escasa capacidad competitiva y tolerancia a un amplio rango de condiciones ambientales.

4.- Dos tipos básicos de estrategia de vida siguen las especies que colonizan los estanques: las que solamente se alimentan en ellos, utilizando estos medios como lugares de transición en sus vuelos de dispersión, y las verdaderas colonizadoras con éxito, que se reproducen en los estanques. La mayoría de éstas, desarrollan varias generaciones durante su estancia en los estanques, aunque algunas no consiguen completar su ciclo de vida, principalmente debido a la falta de determinados requerimientos ecológicos.

5. La secuencia de llegada y establecimiento de las especies en los estanques, aparte de depender de las características de cada una de ellas, está determinada, fundamentalmente, por la disponibilidad de alimento en estos medios. Aparecen en primer lugar aquellas especies con adultos voladores en invierno y bajos requerimientos nutritivos, que pueden alimentarse de los escasos detritos presentes en el medio, tras su llenado. Es el caso de *Culiseta longiareolata* y *Chironomus riparius*.

Posteriormente, con el desarrollo del fitoplancton y perifiton en primavera, se establecen otras especies detritívoras, herbívoras y herbívoras-detritívoras. Conforme las comunidades se hacen más complejas, se van estableciendo las primeras especies carnívoras, *Procladius sagittalis* e *Hydroglyphus pusillus*, no colonizando hasta el verano los grandes depredadores como los Odonatos y Notonéctidos.

6.- Los detritos constituyen la principal fuente de alimento de los estanques, nutriéndose de ellos, más del 50% de las especies.

7.- Las comunidades de insectos acuáticos de los estanques, presentan una composición y estructura bastante similar, salvo en el estanque X, donde la alta salinidad del agua

ejerce una fuerte acción limitante para el establecimiento de las especies, siendo únicamente colonizado por *Ephydra* sp.

Dichas comunidades están constituidas por unas pocas especies fundamentales y constantes, generalmente *Culiseta longiareolata*, *Procladius sagittalis* y *Cloeon dipterum*, que se presentan con una abundancia relativa elevada durante gran parte del ciclo; y un gran número de especies acompañantes, accesorias y esporádicas, que aparecen durante cortos periodos de tiempo con escasa abundancia. Esta estructura es reflejo de la inmadurez de estos sistemas.

8.- La estructura y organización de las comunidades tiene un claro carácter estacional, determinado fundamentalmente por el régimen térmico.

La temperatura es el principal factor desencadenante de los procesos generales de colonización y sucesión primaria en los medios estudiados, ya que determina tanto la estacionalidad de las especies, como la del hábitat.

Debido al elevado régimen anual de temperaturas, la colonización de los estanques tiene lugar más rápidamente que en otras áreas templadas, no viéndose limitada la inmigración de las especies durante el periodo frío, salvo cuando se alcanzan excepcionalmente temperaturas por debajo de los 0°C.

Los ciclos de vida de las especies se encuentran adelantados, desarrollando un mayor número de generaciones anuales con respecto al resto de Europa.

9.- Aparte del componente estacional, los procesos de colonización están determinados, en gran medida, por la edad del medio. Existe una estrecha relación entre el número de especies e individuos con el tiempo transcurrido desde su creación, aunque no se alcanza el estado de equilibrio durante el primer año.

El modelo de biogeografía insular de MACARTHUR & WILSON (1967) no describe completamente los procesos de colonización

de estos medios, ya que las tasas de inmigración y extinción son reflejo de los cambios estacionales, más que de la edad del medio. Este tipo de modelos poseen limitaciones para ser aplicados durante cortos periodos de colonización y en medios que son invadidos estacionalmente por habitantes temporales.

10.- Bajo la acción de factores ambientales estresantes, como la alta salinidad del agua y la temporalidad del medio, los procesos de colonización se apartan de esta tendencia general, estando determinados fundamentalmente por la intensidad de estos factores.

Otras características microambientales, como la presencia de macrófitos acuáticos, la escasez de sedimentos, el bajo grado de insolación y el elevado desarrollo del fitoplancton, aunque no modifican la pauta general de colonización, afectan la selección del medio por parte de las especies y su establecimiento, determinando algunas diferencias en la composición y estructura de las comunidades de insectos acuáticos de los estanques.

11.- El éxito colonizador de las especie depende, en gran medida, de la adquisición de un conjunto de adaptaciones que determinan su mayor o menor grado de euricidad. Entre éstas, una de las más importantes es la amplitud del régimen alimenticio. Especies polípagas, con bajos requerimientos nutritivos, pueden desarrollarse en cualquier estanque, mientras que otras con régimen exclusivo, están limitadas a la presencia en el tiempo y en el espacio de sus fuentes de alimento.

En cambio, la alta capacidad de vuelo de los adultos, que ha sido considerada, normalmente, como una de las principales adaptaciones que facilitan la colonización con éxito y determinan la secuencia de aparición de las especies en medios acuáticos nuevos (BARNES, 1983; WILLIAMS, 1987), no parece ser fundamental, ya que las primeras especies

inmigrantes, y en general, las de mayor éxito en los estanques, presentan una baja capacidad de vuelo.

12.- Las interacciones bióticas, sobre todo, la competencia interespecífica, también parecen jugar un papel importante en la colonización y sucesión primaria de estos sistemas.

13.- Los resultados del presente estudio dejan un campo abierto para el planteamiento de nuevas hipótesis de trabajo que aporten un mayor conocimiento sobre la importancia de los diferentes componentes y mecanismos que operan en los procesos de colonización.

## **9. BIBLIOGRAFIA.**

**9. BIBLIOGRAFIA.**

ABELL, D.L. 1956. *An ecological study of intermittency in foothill streams of Central California*. Ph. D. Thesis. Univ. California. Berkeley.

AGUESSE, P. 1968. *Les Odonates de l'Europe Occidental du Nord de l'Afrique et des Iles Atlantiques*. Faune de l'Europe et du Bassin Méditerranéen, 4. Masson et Cie. Editeurs. Paris. 258 pp.

ALAIN, G. 1972 *Etude autoecologique du coleoptere Dytiscidae Potamonectes cerisyi Aube dans les eaux saumâtres du littoral méditerranée français*. These. Universidad de Provence. 135 pp.

ALBA, A. 1981. *Elementos de Meteorología*. Ed. Sintés. 294 pp.

ALBA TERCEDOR, J. 1981. *Efemerópteros de Sierra Nevada: Ciclos de desarrollo, Taxonomía y Ecología de las ninfas*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada. 475 pp.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. 1980. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. Amer. Public. Health Assoc., New York. 1134 pp.

ANDERSON, N.H. & CUMMINS, K.W. 1979. Influences of diet on the life histories of aquatic insects *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 36 : 335-342.

ANGERILLI, N.P.D. & BEIRNE, B.P. 1980. Influences of aquatic plants on colonization of artificial ponds by mosquitoes and their insects predators. *Can. Ent.*, 112 : 793-796.

BAENA, M. & FERRERAS, M. 1982. Heterópteros acuáticos (Het. Nepomorpha, Gerromorpha) de la Sierra de los Santos y Sierra de Córdoba. *Bol. Asoc. Esp. Entom.*, 6 (1): 137-145.

BAKER, A.A. & McLACHLAN, A.J. 1979. Food preferences of Tanyptodinae larvae (Diptera: Chironomidae). *Hydrobiología* 62 : 283-288.

BAKONYI, G. 1978. Contribution to the knowledge of the feeding habits of some water boatmen: *Sigara* spp. (Heteroptera: Corixidae). *Folia Entomologica Hungarica. Series Nova*, XXXI (2): 19-24.



BARNES, L.E. 1983. The colonization of ball-clay ponds by macroinvertebrates and macrophytes. *Freshwater Biology*, 13 : 561-578.

BASSET, A.; ROSSI, L. & MONTALENTI, G. 1981. Factors affecting the habitat choice of *Baetis rhodani* and *Caenis* sp. (Ephemeroptera). Note 1: Role of three species of leaf detritus. *Accademia Nazionale dei Lincei. Serie VIII*, vol. LXXI (5): 115-159.

BAYLY, I.A.E. 1967. The general biological classification of aquatic environments with special reference to those in Australia. In: *Australian Inland Waters and their Fauna: Eleven Studies* (WEATHERLEY, A.H. ed.): 78-104. Aust. Nat. Univ. Press. Canberra. pp.

BEGON, M; HARPER, J.L. & TOWNSEND, L.C. 1988 *Ecología. Individuos, poblaciones y comunidades*. Ed. Omega. Barcelona. 886 pp.

BELFIORE, C. 1983. *Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane*. 24. *Efemerotteri* (Ephemeroptera). Consiglio Nazionale delle Ricerche. 112 pp.

BERRIE, A.D. 1976. Detritus, microorganisms and animals in fresh water. *See. Ref., 1* : 323-338.

BERTRAND, H. 1928. *Les larves et nymphes des Dytiscides, Hygrobiides et Haliplides*. Encyclopédie Entomologique. Ed. Paul Lechevalier. Paris. 366 pp

BERTRAND, H. 1954. *Les insectes aquatiques d'Europe*. Encyclopedie Entomologique. Ed. Paul Lechevalier. Paris. Vol. I: 556 pp.; vol II: 547 pp.

BERTRAND, H. 1972. *Larves et nymphes de Coléopteres aquatiques du globe*. F. Paillart. Paris. 804 pp.

BIRD, G.A. & HYNES, H.B.N. 1981 a. Movements of adult aquatic insects near streams in southern Ontario. *Hydrobiologia*, 77 : 65-69.

BIRD, G.A & HYNES, H.B.N. 1981 b. Movement of immature aquatic insects in a lotic habitat. *Hydrobiologia*, 77 : 103-112.

BISHOP, J.A. 1974. The fauna of Temporary Rain Pools in Eastern New South Wales. *Hydrobiologia*, 44 (2-3): 319-323.

BISHOP, J.E & HYNES, 1969. Upstream Movements of Benthic Invertebrates in Speed River, Ontario. *J. Fish. Res. Board Can.*, 26 : 279-298.

- BLONDEL, J. 1985 *Biogeografía y ecología*. Ed, Academia. SL. León. 190 pp.
- BOLES, G.L. 1981. Macroinvertebrates colonization of replacement substrate below a hypolimnial release reservoir. *Hydrobiologia*, 78 : 133-146.
- BRITAIN, J.E. 1974. Studies on the lentic Ephemeroptera and Plecoptera of Southern Norway. *Norsk. ent. Tidsskr.*, 21 : 135-159.
- BRITAIN, J.E. 1982. Biology of Mayflies. *Ann. Rev. Entomol.*, 27 :119-147.
- BROWN, E.C. 1951. The relation between migration-rate and type of habitat in aquatic insects, with special reference to certain species of Corixidae. *Proc. Zool. Soc. London*, 121 : 539-545.
- BROWN, E.C. 1954. Report on Corixidae (Hemiptera) taken in light traps at Rothamsted Experimental Station. *Proc. R. Ent. Soc. London*, 29 (A):17-22.
- BROWN, D.S. 1961. The life-cycle of *Cloeon dipterum* L. (Ephemeroptera: Baetidae). *Entomologist*, 94 : 114-120.
- BROWN, J. 1971. Mammals on mountaintops: non equilibrium insular biogeography. *Am. Natur.*, 105 : 467-478.
- BROWN, M. & DINSMORE, J. 1988. Habitat islands and the equilibrium theory of island biogeography: testing some predictions. *Oecologia*, 75 : 426-429.
- BRUNDIN, L. 1949. Chironomiden un andere Bodenhére der schwedischen urgebirgseen. Ein Beitrag zur Kenntnis der boden faunistischen Charakterzüge schwedischer oligotrofer Seen. *Rept. Inst. Freshwat. Res. Drottningholm*, 39 :1-914.
- BRUNS, D.A. & MINCKLEY, W.L. 1980. Distribution and abundance of benthic invertebrates in a Sonoran Desert stream. *J. Arid. Environ.*, 3 (2): 117-131.
- BRUNS, D.A. & MINSHALL, G.W. 1983. Macroscopic models of community organization: analyses of diversity, dominance and stability in guilds of predaceous stream insects. In: *Stream Ecology* (BARNES & MINSHALL eds.): 231-263. Plenum Press.
- BURGMAN, M.A.; AKCAKAYA, H.R. & LOEW, S.S. 1988. The Use of Extinction Models for Species Conservation. *Biological Conservation*, 43 : 9-25.

CAIRNS, J. Jr.; DAHLBERG, M.L.; DICKSON, K.L; SMITH, N & WALLER, W.T. 1969. The relationship of fresh-water protozoan communities to the MacArthur-Wilson equilibrium model. *Amer. Nat.*, 103 : 439-454.

CANCELA DA FONSECA, J.P. 1979. Species colonization models of temporary ecosystems habitats. In: *Systems analysis of ecosystems* (INNIS, G.S. & O'NEILL, R.V. eds.): 125-195. International Cooperative Publishing House. Fairland, MD. 402 pp.

CANTRELL, M.A. 1975 *Development of the benthic fauna during the filling of a new lake*. Ph. D. Thesis. University of Newcastle.

CAPEL, J. 1981. *Los climas de España*. Oikos-Tau. 429 pp.

CASAS, J.J & VILCHEZ, A. Factores que afectan a la distribución de las larvas de Quironomidos en las aguas de los estanques de la Alhambra y Generalife. *Limnética*, 2 : 63-74.

CASPERS, N. 1983. Succession studies on the macrozoobenthic community of a newly-constructed pond system. *Arch. Hydrobiol. (Suppl.)*, 65 (2-3):300-370

CATALAN LAFUENTE, J.G. 1969. *Química del agua*. Blume. Madrid. 355 pp.

CATALAN LAFUENTE, J.G. 1981. *Química del agua*. Talleres gráficos Alonso S.A. 423 pp.

CIANCIARA, S. 1979 a. Some study on the biology and bioenergetics of *Cloeon dipterum* (L.) Ephemeroptera (Preliminary data). *Proceeding of the Second International Conference on Ephemeroptera*. : 175-192.

CIANCIARA, S. 1979 b. Life cycle of *Cloeon dipterum* (L.) in natural environment. *Pol. Arch. Hydrobiol.*, 26 (4): 501-513.

CIANCIARA, S. 1980. Food preference of *Cloeon dipterum* (L.) larvae and dependence of their development and growth on the type of food. *Pol. Arch. Hydrobiol.*, 27 (1): 143-160.

CLEMENT, S.L.; GRIGARICK, A.A. & WAY, M.O. 1977. The Colonization of California rice paddies by Chironomid midges *J. appl. Ecol.*, 14 : 379-389.

CLIFFORD, H.F. 1982. Life cycle of Mayflies (Ephemeroptera), with special reference to voltinism. *Quaestiones Entomologicae*, 18 :15-90.

- CONESA, M.A. 1983. *Odonatos. Claves para la identificación de la fauna española. N 19.* Departamento de Zoología. Facultad de Ciencias. Universidad de Málaga. 39 pp.
- CONESA, M.A. 1985. *Larvas de Odonatos. Claves para la identificación de la fauna española. N 14.* Universidad Complutense de Madrid. Madrid. 37 pp.
- CONCI, C. & NIELSEN, C. 1956. *Fauna d'Italia. 1. Odonata.* Edizioni Calderini. Bologna. 298 pp.
- CORBET, P.S. 1950. Rapid colonization of ponds by Odonata. *Entomologist*, : 83-87.
- CORBET, P.S. 1980. Biology of Odonata. *Annual Review of Entomology*, 25 : 189-217.
- CRANSTON, P.S.; OLIVER, D.R. & SAETHER, D.A. 1983. The larvae of Orthoclaadiinae (Diptera: Chironomidae) of the Holarctic region. Keys and diagnosis. *Ent. Scand. Suppl.*, 19 : 149-291.
- CRANSTON, P.S. & REISS, F. 1983. The larvae of Chironomidae (Diptera) of the Holarctic region. Key to subfamilies. *Ent. Scand. Suppl.*, 19 : 11-15.
- CULVER, D.C. 1970. Analysis of simple cave communities. I. Caves as islands. *Evolution*, 24 : 463-474.
- CULVER, D.C.; HOLSINGER, J.R & BAROODY, R. 1973. Toward a predictive cave biogeography: the Greenbrier Valley as case study. *Evolution*, 27 : 689-695.
- CUMMINS, K.W. 1973. Trophic Relations of aquatic insects. *Annual Review of Entomology*, 18 : 183-206.
- CUMMINS, K.W. & KLUG, M.J. 1979. Feeding ecology of stream invertebrates. *Annual Rev. of Ecol. and Syst.*, 10 : 147-172.
- DAHL, C. & WHITE, G.B. 1978. Culicidae. In: *Limnofauna Europaea* (ILLIES, J. ed.): 390-395. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart. 532 pp.
- DANILEVSKII, A.S. 1965. *Photoperiodism and seasonal development of insects.* Oliver and Boyd. London.
- DEGRANGE, C. 1959. L'ovolarviparité de *Cloeon dipterum* (L.) (Ephem., Baetidae). *Bull. Soc. Entomol. Fr.*, 64 : 94-100.
- DEGRANGE, C. 1960. Recherches sur la reproduction des Ephemeroptères. *Trav. Lab. Hydrobiol. Fiscic. Grenoble*, 51 : 7-193.

DELUCCHI, C.M. 1989. Movement patterns of invertebrates in temporary and permanent streams. *Oecologia*, 78 : 199-207.

DETHIER, M. 1985. Introduction pratique a la systematique des organismes des eaux continentales françaises. Insectes 6. Hétéroptères aquatiques et ripicoles (genres et principales especies). *Bulletin mensual de la Société Limnéenne de Lyon*, 54 (10): 1-44.

DIAMOND, J.M. 1976. Island biogeography and conservation: strategy and limitations. *Science*, 193 : 1027-1029.

DICKSON, K.L. & CAIRNS, J.Jr. 1972. The relationship of freshwater macroinvertebrate communities collected by floating artificial substrates to the MacArthur-Wilson equilibrium model. *Am. Midl. Nat.*, 88 : 68-75.

DIMENTMAN, CH. & MARGALIT, J. 1981. Rainpools as breeding and dispersal sites of mosquitoes and other aquatic insects in the Central Negev Desert. *Journal Of Arid Environment*, 4 : 123-129.

DIXON, W.J. & BROWN, M.B. (Eds.) 1982. *Biomedical Computer Programs P-series*. Univ. of California Press. Berkeley. 880 pp.

DUDLEY, T.L. 1988. The roles of plant complexity and epiphyton in colonization of macrofités by stream insects. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 23 : 1153-1158.

EBERT, T.A. & BALKO, M.L. 1982. Vernal pools as islands in space and time. In: *Vernal pools and intermittent streams*. (JAIN, S. & MOYLE, P., eds.): 99-101. Institute of Ecology. Univ. California. Davis Publ. N° 28.

ELLIOT, J.M. 1977. *Some methods for the statistical analysis of samples of benthic invertebrates*. Freshwater Biological Association. London. Sci. Publ. N° 25. 156 pp.

ELLIOT, J.M. & TULLET, P.A. 1978. *A bibliography of samplers for benthic invertebrates*. Freshwater Biological Association. London. D. Pob. N° 4. 61 pp.

ENCINAS, A. 1982. *Taxonomía y biología de los mosquitos del área Salmantina (Diptera, Culicidae)*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Centro de Edafología y Biología Aplicada. Ed. Universidad de Salamanca. 437 pp.

ERLOVA, E. 1980. Colonization of the littoral of the Liptouská Mara Reservoir by Chironomidae (Diptera) in the first two years after impoundment. *Biologia (Bratislava)*, 35 : 311-319.

FERNANDO, C.H. 1958. The colonization of small freshwater habitats by aquatic insects. I. General discussion methods and colonization in the aquatic Coleoptera. *Ceylon J. Sci. Biol. Sci.*, 1 : 117-154.

FERNANDO, C.H. 1959. The colonization of small freshwater habitats by aquatic insects. II. Hemiptera (the water bugs). *Ceylon J. Sci. (Bio. Sci.)*, 2 : 5-32.

FERNANDO, C.H. 1960. Colonization of freshwater habitats with special reference to aquatic insects. *Proc. Cent. Bicent. Congr. Singapore (1958)* : 182-186.

FERNANDO, C.H.; FURTADO, J.I. & LIM, R.P. 1980. The ecology of ricefields with special reference to the aquatic fauna. In: *Tropical Ecology and Development*. (FURTADO, J.I. ed.): 943-951. International Society of Tropical Ecology. Kuala Lumpur.

FERNANDO, C.H. & GALBRAITH, D. 1973. Seasonality and dynamics of aquatic insects colonizing small habitats. *Verh. Internat. Verein Limnol.*, 18 : 1564-1575.

FERRARESE, U. & ROSSARO, B. 1981. *Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane*. 12. Chironomini, 1. (Diptera, Chironomidae: Generalità, Diamesinae, Prodiamesinae). Consiglio Nazionale delle Ricerche AQ/1/129. 96 pp.

FERRERAS, M. & PUCHOL, V. 1984. *Los insectos odonatos en Andalucía. Bases para su estudio faunístico*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba. Textos e Instrumentos n° 9. 152 pp.

FISHER, S.G. 1983. Succession in Streams. In: *Application and Testing of General Ecological Theory*. (BARNES, J.R. & MINSHALL, G.W. eds.): 7-27. Plenwn Press. New York.

FISHER, S.G.; GRAY, L.J. GRIMM, N.B. & BUSCH, D.E. 1982. Temporal succession in a desert stream ecosystem following flash flooding. *Ecological Monographs*, 52 : 93-110.

FITTKAU, E.J. & REISS, F. 1978. Chironomidae. In: *Limnofauna Europaea*. (ILLIES, J. ed.): 404-440. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart. 532 pp.

FITTKAU, E.J. & ROBACK, S.S. 1983. The larvae of Tanyptodinae (Diptera: Chironomidae) of the Holarctic region. Keys and diagnoses. *Ent. Scand. Suppl.*, 19 : 33-110.

- FONT, I. 1983. *Climatología de España y Portugal*. Inst. Nac. Meteorología. Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones. Madrid. 296 pp.
- FORD, J.B. 1962. The vertical distribution of larval Chironomidae (Dipt.) in the mud of a stream. *Hydrobiologia*, 19 : 262-272.
- FRANCISCOLO, M.E. 1979. *Fauna d'Italia. Coleoptera: Haliplidae, Hygrobiidae, Gyrinidae, Dytiscidae*. Edizioni Calderini. Bologna. 804 pp.
- FRES, C.O. 1983. *The dragonflies of Great Britain and Ireland* (2 ed.). Harley Book. 116 pp.
- FRIDAY, L.E. 1987. The diversity of macroinvertebrate and macrophyte communities in ponds. *Freshwater Biology*, 18 : 87-104.
- GEIGER, F. 1973. El sureste español y los problemas de la aridez. *Revista de Geografía VII* (1-2): 166-209.
- GILBERT, F.S. 1980. The equilibrium theory of island biogeography: fact or fiction?. *Biogeog.*, 38 :113-118.
- GOLINI, V.I & DAVIES, D.M. 1975. Relative response to colored substrates by ovipositing blackflies (Diptera: Simuliidae).1. Oviposition by *Simulium* (*Simulium*) *verecundum* Stone and Jamnback. *Canadian Journal of Zoology*, 53 : 521-535.
- GOLTERMAN, H.L. y col. 1978. *Methods for physical and chemical analysis of fresh waters*. I.B.P. Handbook, n° 8, 2ª ed. Oxford. Blackwell. 213 pp.
- GONZALEZ, G.; MILLET, X.; PRAT, N. & PUIG, M.A. 1983. Culicids (Diptera: Culicidae) del Baix Llobregat. *Butll. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 49 (Sec. Zool.,5): 119-122.
- GONZALEZ, G.; PUIG, M.A.; MILLET, X.; MUÑOZ, I. & PRAT, N. 1985. Dinámica de poblaciones de macroinvertebrados sobre sustratos artificiales en el Río Sorreig (Barcelona). 3<sup>er</sup> Congreso de la A.E.L. León.
- GORE, J.A. 1979. Patterns of initial benthic recolonization of a reclaimed coal strip-miried river channel. *Can. J. Zool.*, 57 : 2429-2439.
- GORE, J.A. 1982. Benthic invertebrate colonization: source distance effects on community composition. *Hydrobiologia*, 94 : 183-193.

- GRANDI, M. 1960. *Fauna d'Italia. Ephemeroidea*. Edizioni Calderini. Bologna. 474 pp.
- GRAY, L.J & FISHER, S.G. 1981. Postflood Recolonization Pathways of Macroinvertebrates in a Lowland Sonoran Desert Stream. *The American Midland Naturalist*, 106 (2): 249-257.
- GRENSTED, L.W. 1939. Colonization of new areas by water beetles. *Entomologist's mon. Mag.*, 75 : 174-175.
- GRISWOLD, B.L; EDWARDS, C.J & WOODS, L.C. 1982. Recolonization of macroinvertebrates and fish in a channelized stream after a drought. *Ohio J. Sci.*, 82 (3): 96-102.
- GUIGNOT, F. 1931-33. *Les Hydrocanthares de France: Hygrobiidae, Haliplidae, Dytiscidae et Gyrinidae de la France continentale avec notes sur les espèces de la Corse et de l'Afrique du nord française*. *Miscellanea Entomologica*. Toulouse. 1057 pp.
- GUIGNOT, F.. 1947. *Faune de France*, 47. *Coloptres Hydrocanthares*. Ed. Paul Lechevalier. Paris. 286 pp.
- GUIGNOT, F. 1959. *Revisión des Hydrocanthares d'Afrique (Coleoptera, Dytiscoidea)*. *Premiere partie*. *Annales du Musée Royal du Congo Belge*. Tervuren (Belgique). Série in 8° *Sciences Zoologiques*, vol. 70. 313 pp.
- HANSEN, M. 1982. Revisional notes on some European *Helochares* Muls. (Coleoptera: Hydrophilidae). *Ent. Scand.*, 13 : 201-211.
- HARRISON, A.D. 1966. Recolonization of a Rhodesian stream after drought. *Archiv. fr Hydrobiologie*, 62 : 405-421.
- HARRISON, R.G. 1980. Dispersal Polymorphisms in insects. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 11 : 95-118.
- HARTLAND-ROWE, R. 1966. The fauna and ecology of temporary pools in Western Canada. *Verh. Internat. Verein Limnol.*, 16 : 577-584.
- HUBBARD, M.O. 1973. Experimental insular biogeography: ponds as islands. *Florida Scientist*, 36 : 132-141.
- HUTCHINSON, G.E. 1981. Thoughts on aquatic insects. *BioScience*, 31 : 495-500.
- HYNES, H.B.N. 1970. *The ecology of running waters*. University of Toronto Press. Toronto. 555 pp.



- HYNES, H.B.N. 1984. The relationships between the taxonomy and ecology of aquatic insects. In: *The Ecology of Aquatic Insects*. (RESH, V.H. & ROSEMBERG, D.M. eds.): 9-23. Praeger. New York. 625 pp.
- IENISTEA, M.A. 1978. Hydradephaga & Palpicornia. In: *Limnofauna Europaea*. (ILLIES, J., ed.): 291-314. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart. 532 pp.
- ILLIES, J. (Ed.). 1978. *Limnofauna Europaea*. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart. 532 pp.
- JANSSON, A. 1986. *The Corixidae (Heteroptera) of Europe and some adjacent regions*. Acta Entomologica Fennica. Vol. 47. 94 pp.
- JANZEN, D.H. 1968. Host plants as island in evolutionary and contemporary time. *Amer. Nat.*, 102 : 592-595.
- JOHNSON, C.G. 1969. *Migration and Dispersal of Insects by Flight*. Methuen. London. 763 pp.
- KHALAF, G. & TACHET, H. 1977. La dynamique de colonisation des substrats artificiels par les macroinvertebres d'un cours d'eau. *Anal. Limnol.*, 13 : 169-190.
- KIMMINS, D.E. 1972. A revised key to the adults of the british species of Ephemeroptera with notes on their Ecology. *Freshwater biological Association. Scientific Publication N 15. 2 Ed.* 74 pp.
- KNOWLTON, G.F. 1951. A flight of water boatmen. *Bull. Brooklyn Ent. Soc.*, 46 : 22-23.
- LAMBERTI, G.A. & MOORE, J.W. 1984. Aquatic insects as primary consumers. In: *The Ecology of Aquatic Insects*. (RESH, V.H. & ROSENBERG, D.M eds.): 164-195. Praeger. New York. 625 pp.
- LANDA, V. 1968. Developmental cycles of central european Ephemeroptera and their interrelations. *Acta Entomol. Bohemoslov.*, 65 : 276-284.
- LANDIN, J. 1968. Weather and diurnal periodicity of flight by *Helochares brevipalpis* Bedel (Coleoptera: Hydrophilidae). *Opusc. Ent.*, 33 :28-36.
- LANDIN, J. 1980. Habitats, life histories, migration and dispersal by flight of two water-beetles *Helochares brevipalpis* and *H. strigifrons* (Hydrophilidae). *Holarctic Ecology*, 3 : 190-201.

LANDIN, J. & VEPSÄLÄINEN, K. 1977. Spring dispersal flights of pondskaters *Gerris* spp. (Heteroptera). *Oikos*, 29 : 156-160.

LANGTON, P.H. 1984. A key to pupal exuviae of British Chironomidae. London. 324 pp.

LARIMORE, R.W.; CHILDERS, W.F. & HECKROTTE, C. 1959. Destruction and re-establishment of stream fish and invertebrates affected by drought. *Transactions of the American Fisheries Society*, 88 : 261-285.

LASSEN, H.H. 1975. The diversity of freshwater snails in view of the equilibrium theory of island biogeography. *Oecologia (Berl.)*, 19 : 1-8.

LEBART, L. & MORINEAU, A. 1985. Systeme portable pour l'analyse des donnees (S.P.A.D.). CESIA. Paris. 257 pp.

LEGIER, R. 1979. *Recherches sur l'ecologie des ruisseaux temporaires*. These. Université de Droit, d'Economie et des Sciences. Marseille. 320 pp.

LEHMANN, J. 1971. Die Chironomiden der Fulda. Systematische, ökologische und faunistische Untersuchungen. *Arch. Hydrobiol. Suppl.*, 37 : 466-555.

LEVINS, R. & CULVER, D. 1971. Regional coexistence of species and competition between rare species. *Proceeding of the National Academy of Sciences, USA*, 68 : 1246-1248.

LOPEZ BERMUDEZ, F. 1973. *La Vega Alta del Segura. Clima, Hidrología y Geomorfología*. Departamento de Geografía. Universidad de Murcia. 288 pp.

MACAN, T.T. 1939. Notes on the migration of some aquatic insects. *J. Soc. Br. Ent.*, 2 : 1-6.

MACAN, T.T. 1974. *Freshwater Ecology*. Longman Group Ltd. London. 343 pp.

MACAN, T.T. 1975. *Invertebrados de agua dulce*. Eunsa. 118.

MACAN, T.T. 1976. A revised key to British Water Bugs (Hemiptera: Heteroptera). Freshwater Biological Association. Scientific Publication 16, (2<sup>a</sup> Ed.). 77 pp.

MACAN, T.T. 1979. A key to the nymphs of British Ephemeroptera. Freshwater Biological Association. Scientific Publication N<sup>o</sup>20, (3<sup>a</sup> Ed.). 79 pp.

- MACARTHUR, R.H. & WILSON, E.D. 1963. An equilibrium theory of insular zoogeography. *Evolution*, 17 :373-387.
- MACARTHUR, R.H. & WILSON, E.O. 1967. *The Theory of Island Biogeography*. Princeton Univ. Press. Princeton. N.J. 203 pp.
- MACHADO, A. 1987. *Los Ditiscidos de las Islas Canarias (Coleoptera, Dytiscidae)*. Instituto de Estudios Canarios. La Laguna. 81 pp.
- MACKARET, F.J.H. et al. 1978. *Water analysis: Some revised methods for limnologist*. *Freshwater Biological Association Sci. Pub.*, 36. 120 pp.
- MAGUIRE, B.Jr. 1959. Passive overland transport of small aquatic organism. *Ecology*, 40 : 312.
- MAGUIRE, B.Jr. 1963. The passive dispersal of small aquatic organisms and their colonization of isolated bodies of water. *Ecol. Monogr.*, 33 : 161-185.
- MARGALEF, R. 1946. Observaciones sobre el desarrollo de la vida en pequeños volúmenes de agua dulce y sobre la ecología de las larvas de *Aedes aegypti*. *Inst. Biol. Apl.*, 3 : 79-112.
- MARGALEF, R. 1960. Valeur indicatrice de la composition des pigments du phytoplankton sur la productivité, composition taxonomique et propriétés dynamiques des populations. *Rapp. Proc. Verb. C.I.E.S.M.M.*, 15 (2): 277-281.
- MARGALEF, R. 1977. *Ecología*. Ed. Omega. Barcelona. 951 pp.
- MARGALEF, R. 1983. *Limnología*. Ed. Omega. Barcelona. 1010 pp
- MARIN, A. 1988. *Moluscos Gasterópodos del Sureste español. Faunística, Ecología y Estudio de la simbiosis con algas*. Tesis doctoral. Universidad de Murcia. 458 pp
- MARTIN DE AGAR, P. 1983. *Ecología y planeamiento territorial: Metodología y estudios de casos en la Región Murciana*. Tesis doctoral. Universidad de Murcia.
- MAY, R.M. 1975. Patterns of species, abundance and diversity. In: *Ecology and Evolution of Communities*. (CODY, M.D. & DIAMOND, J.M. eds.): 81-120. Cambridge, Mass. Harvard Univ. Press.
- MAYR, E. 1965. Summary. In: *The Genetics of Colonizing Species*. (BAKER, H.G. & STEBBINS, G.L. eds.): 553-562. Academic Press, New York. 588 pp.

- McAULIFFE, J.R. 1983. Competition, colonization patterns, and disturbance in stream benthic communities. In: *Stream ecology: Application and Testing of General Ecological Theory*. (BARNES, J.R. & MINSHALL, G.W. eds.): 137-156. Plenum Press. New York.
- MCLACHLAN, A.J. 1970. Submerged trees as a substrate for benthic fauna in the recently created Lake Kariba (Central Africa). *Journal of Applied Ecology*, 7 : 253-266.
- MCLACHLAN, A.J. 1983. Life-history tactics of rain-pool dwellers. *J. Anim. Ecol.*, 52 : 545-561.
- MCLACHLAN, A.J. 1988. Refugia and habitat partitioning among midges (Diptera: Chironomidae) in rain-pools. *Ecological Entomology*, 13 : 185-193.
- MCLACHLAN, A.J. & CANTRELL, M.A. 1980. Survival strategies in tropical rain pools. *Oecologia*, 47 : 344-351.
- MERRIT, R.W. & CUMMING, K.W. (Eds.). 1978. *An introduction to the aquatic insects of North America*. Kendall/Hunt Publishing Company. Dubuque, IA. 441 pp.
- MILLAN, A. 1985. *Los Heterópteros acuáticos (Gerromorpha y Nepomorpha) de la cuenca del río Segura*. SE. de España. Tesis de Licenciatura. Universidad de Murcia. 178 pp.
- MILLAN, A.; VELASCO, J. & SOLER, A.G. 1987. Claves gráficas para la identificación de los Heterópteros acuáticos (Gerromorpha & Nepomorpha) de la cuenca del río Segura. SE. de la Península Ibérica. *Anales de Biología*, 11 (Biología Animal, 3): 71-80.
- MILLAN, A.; VELASCO, J. MONTES, C. NIESER, N. (en prensa). Heterópteros acuáticos (Gerromorpha & Nepomorpha) de la cuenca del río Segura. SE. de España. *Anales de Biología*, 15 (Biología Animal, 4).
- MINSHALL, G.W.; ANDREWS, D.A. & MANUEL-FALER, C.Y. 1983. Application of island biogeographic theory to streams: macroinvertebrates recolonization of the Teton river, Idaho. In: *Stream ecology; application and testing of general ecological theory*. (BARNES, J.R. & MINSHALL, G.W. eds.): 279-297. Plenum Press. New York. 399 pp.
- MONTEITH, J.L. 1973. *Principles of environmental Physics*. Arnold. London. 241 pp.

- MONTES, C. 1980. *Las Taxocenosis de Odonatos, Heterópteros acuáticos y Coleópteros acuáticos en el área del Bajo Guadalquivir: Estructura y variación estacional de sus poblaciones y ambiente físico-químico.* Tesis doctoral. Universidad de Murcia. 340 pp.
- MOON, H.P. 1940. An investigation of the movements of freshwater invertebrate fauna. *Journal of Animal Ecology*, 9 : 76-83.
- MORGAN, M.J. 1949. The metamorphosis and ecology of some species of Tanypodinae (Dipt., Chironomidae). *Entomol. Mon. Mag.*, 85 : 119-126.
- MORRIS, A.W. & RILEY, J.P. 1963. The determination of nitrate in sea water. *Analytica Chimica Acta*, 29 : 272-279.
- MORTIMER, C.H. 1953. A review of temperature measurement in Limnology. *Mitt. int. Ver. Limnol. Commun.*, 1 : 25 pp.
- MÜLLER, K. 1954. Investigations on the organic drift in North Swedish streams. *Inst. Freshwater Res. Drottningholm, Rep.* 34 :133-148.
- MÜLLER, K. 1982. The colonization Cycle of Freshwater Insects. *Oecologia*, 52 :202-207.
- MURILLO, J. 1984. *Contribució a l'estudi de la distribució dels Heterópters aquàtics (Nepomorpha).* Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad de Barcelona. 191 pp.
- MURPHY, J. & RILEY, J.P. 1962. A modified single-solution method for determination of phosphate in natural waters. *Analytica Chem. Acta*, 27 : 31.
- NAGELL, B. 1977 a. Phototactic and thermotactic responses facilitating survival of *Cloeon dipterum* (Ephemeroptera) larvae under winter anoxia. *Oikos*, 29 : 342-347.
- NAGELL, B. 1977 b. Survival of *Cloeon dipterum* (Ephemeroptera) larvae under anoxic conditions in winter. *Oikos*, 29 : 161-165.
- NIESER, N. 1978. Heteróptera. In: *Limnofauna Europaea.* (ILLIES, J. ed.): 280-285. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart. 532 pp.
- NIESER, 1982. *De Nederlandse Water-en Oppervlakte Wantzen (Heteroptera, Nepomorpha en Gerromorpha).* Wetenschappelijke mededelingen K.N.N.V. nr. 155. 78 pp.

- NIESER, N. MONTES, C. 1984. *Lista faunística y bibliográfica de los Heterópteros acuáticos d (Nepomorpha & Gerromorpha) de España y Portugal*. Asociación Española de Limnología. Madrid. 66 pp.
- ODUM, E.P. 1972. *Ecología*. Ed. Interamericana. 639 pp.
- OLIVER, D.R. 1979. Contribution of life history information to taxonomy of aquatic insects. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 36 : 318-321.
- ORTEGA, M. 1988. *La Rambla del Moro (cuenca del río Segura). Ambiente físico-biológico y alteraciones producidas por una riada*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Murcia. 242 pp.
- PAJUNEN, V.I & JANSSON, A. 1969. Dispersal of rock-pool corixids *Artocorixa carinata* (Sahler) and *Callicorixa producta* (Reut) (Heteroptera: Corixidae) *Ann. Zool. Fenn.*, 6 : 391-427.
- PALMER, M. 1981. Relationship between species richness of macrophytes and insects in some water bodies in the Norfolk Breckland. *Entomol. Mon. Mag.*, 118 (1400-1403) : 35-46.
- PARDO, L. 1923. Observaciones acerca de la acción de la *Chara* sobre las larvas de los mosquitos. *Bol. Soc. Esp. de Hist. Nat. Tomo XXIII* .
- PATERSON, C.G. & FERNANDO, C.H. 1969 a. The macro-invertebrate colonization of a small reservoir in Eastern Canada. *Internationale Vereinigung fr Theorchische und Angewandte Limnologie Verhandlungen*, 17 : 126-136.
- PATERSON, C.G. & FERNANDO, C.H. 1969 b. Macroinvertebrate colonization of the marginal zone of a small impoundment in Eastern Canada. *Canadian Journal of Zoology*, 47 : 1229-1238.
- PATERSON, C.G. & FERNANDO, C.H. 1970. Benthic fauna colonization of a new reservoir with particular reference to the Chironomidae. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 27 : 213-232.
- PATTEE, E. 1965. Sténothermie et eurythermie. Les invertébrés d'eau douce et la variation journalière de temperature. *Ann. Limnol.*, 1 : 281-438.
- PEARCE, E.J. 1939. Colonization by water beetles. *Entomologist's mon. Mag.*, 75 : 208.

PECKARSKY, B.L. 1980. Influence of detritus upon colonization of stream invertebrates. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 37 (6): 957-963.

PECKARSKY, B.L. 1983. Biotic Interactions or Abiotic Limitations?. A Model of Lotic Community Structure. In: *Dynamics of Lotic Ecosystems*. (FONTAINE, T.D. & BARTELL, S.M. eds.):303-324. Ann. Arbor Science. Michigan. 494 pp.

PECKARSKY, B.L. 1986. Colonization of Natural Substrates by Stream Benthos. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 43 : 700-709.

PECKARSKY, B.L. 1987. Succession, scale and hypothesis testing in streams: a reply to Fisher. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 44 (3): 689-691.

PHILBERT, F.J. 1973. A comparative study of the effect of sample preservation by freezing prior to chemical analysis of Great lakes water. *Proc. 16th. Conf. Gt. Lakes Re.*, 5 : 282-293.

PIANKA, E.R. 1970. On r-and K-selection. *Amer. Natur.*, 104: 592-597.

PINDER, L.C.V. 1978. A key to adult males of British Chironomidae. Vol. I: The key. Vol. II: Illustrations of the Hypopygia. Freshwater Biological Association. Scientific Publication, N° 37. 169 pp.

PINDER, L.C.V. 1983. The larvae of Chironomidae (Diptera) of the Holarctic region. Introduction. *Ent. Scand. Suppl.*, 19 : 7-10.

PINDER, L.C.V. 1986. Biology of Freshwater Chironomidae. *Ann. Rev. Entomol.*, 31 :1-23.

PINDER, LC.V. & REISS, F. 1983. The larvae of Chironominae (Diptera: Chironomidae) of the Holarctic region. Key and diagnosis. *Ent. Scand. Suppl.*, 19 : 293-435.

PIRISINU, Q. 1981. *Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane*, 13. Palpicorni (Coleoptera: Hydraenidae, Helophoridae, Spercheidae, Hydrochidae, Hydriphilidae, Sphaeridiidae). Consiglio Nazionale delle Ricerche. 97 pp.

POISSON, R. 1957. *Faune de France*, 61. Hétéroptères aquatiques. Ed. Paul Lechevalier. Paris. 263 pp.

POPHAM, E.J. 1943. Ecological studies of the commoner species of British Corixidae. *J. Anim. Ecol.*, 12 : 124-136.

POPHAM, E.J. 1953. Observations on the migration of corixids (Hemiptera) into a new aquatic habitat. *Entomologist's mon Mag.*, 89 : 124-125.

POPHAM, E.J. 1964. The migration of aquatic bugs with special reference to Corixidae (Hemiptera, Heteroptera). *Arch. Hydrobiol.*, 60 : 450-496.

PRAT, N. 1978. *Ecología y sistemática de los Quironómidos (Insecta, Diptera) de los embalses españoles*. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona. 359 pp.

PRAT, N. GONZALEZ, G. MUÑOZ, I. & MILLET, X. 1986. Community structure and colonization process in a mediterranean drainage. *Proceeding of the 3rd European Congress of Entomology*. Amsterdam : 121-124.

PRESTON, F.W. 1962. The canonical ditribution of commonness and rarity. *Ecology*, 43 : 185-215, 410-432.

PRITCHARD, G. 1983. Biology of Tipulidae. *Annual Review of Entomology*, 28 : 1-22.

PUIG, M.A. 1983. *Efemerópteros y Plecópteros de los ríos catalanes*. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona. 582 pp.

RASMUSSEN, J.B. 1984 a. Compartion of gut contents and assimilation efficiency of four instar larvae of two coexisting chironomids, *Chironomus riparius* Meigen and *Glyptotendipes paripes* (Edwards). *Can. J. Zool.*, 62 : 1022-1026.

RASMUSSEN, J.B. 1984 b. The life-history, distribution and production of *Chironomus riparius* and *Glyptotendipes paripes* in a praire pond. *Hydrobiologia*, 119 : 65-72.

RASMUSSEN, J.B. 1985. Effects of Density and Microdetritus Enrichment on the Growth of Chironomid Larvae in a Small Pond. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 42 : 1418-1422.

RASOOL, S.I. 1984. On dynamics of deserts and climate. In: *The Global Climate*. (HOUGHTON, J.T. ed.): 107-120. Cambridge University Press. Great Britain.

REISEN, W.K. 1973. Invertebrate and Chemical serial progression in temporary pool communities at Turner's Falls. Murray County. Oklahoma. USA. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 46 (3): 294-301.

REISS, F. 1968. Okologische und systematische Untersuchungen aus Chironomiden (Diptera) des Bodensees. *Arch. Hydrobiol.*, 64 : 176-323.



- RESH, V.H. 1979. Sampling variability and life history features: basic considerations in the design of aquatic insect studies. *J. Fish. Res. Board. Can.*, 36 : 290-311.
- RICHARD, G. 1958. Contribution a l'etude des vols migratoires de Corixidae (Insectes Hétéroptères). Les vols de l'ete 1957 (I). *Vie et Milieu*, 9 (2): 179-199.
- RICHOUX, P. 1982. Coléoptères aquatiques (Genres: adultes et larves). Introduction pratique a la systematique des organismes des eaux continentales françaises. Bulletin de la Societe Limneenne de Lyon, 51<sup>e</sup> année, n° 4, 56 pp.
- RIOUX, J.A. 1958, *Les Culicides du "Midi" mditerranen. Etude systematique et cologique.* Paul Lechevalier. Paris. 292 pp.
- ROBERT, P.A. 1958. *Les Libellules (Odonates).* Delachaux & Niestlé. 364 pp.
- RODIER, J. 1976. *L'analyse de l'eau. Eaux naturelles, eaux residuaires, eau de mer: Vol.1.* Dunod techniques. Bordas. Paris. 629 pp.
- ROS, J.D. 1979. *Practicas de Ecología.* Omega. Barcelona.
- ROSENBERG, D.M. & RESH, V.H. 1982. The use of artificial substrate in the study of freshwater benthic macroinvertebrates. In: *Artificial substrates.* (CAIRNS, J.Jr. ed.): 175-235. Ann Arbor Science Publisher Inc. Ann. Arbor, MI. 279 pp.
- ROSSARO, B. 1982. *Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. 16. Chironomidi, 2 (Diptera, Chironomidae: Orthoclaadiinae).* Consiglio Nazionale delle Ricerche AQ/1/171. 79 pp.
- ROSSARO, B. 1985. Revision of the genus *Polypedilum* Kieffer, 1912. I. Key to adults, pupae and larvae of the species known to occur in Italy (Diptera, Chironomidae). *Mem. Soc. ent. ital. Genova*, 62/63 : 3-23.
- RZOSKA, J. 1984. Temporay and other water. In: *Sahara Desert.* (CLOUDSLEY-THOMPSON, J.L. ed.). Pergamon Press. Oxford. 348 pp.
- SAETHER, O.A. 1979. Chironomid communities as water quality indicators. *Holarctic Ecol.*, 2 (2): 65-74.

- SAVAGE, A.A. 1979. Some observations on ovoposition in *Sigara concinna* (Fieber), *Sigara lateralis* (Leach) and *Sigara stagnalis* (Leach) (Hemiptera; Corixidae). *Arch. Hydrobiol.*, 86 (4): 445-452.
- SCHMIDT, V.E. 1978. Odonata. In: *Limnofauna Europaea*. (ILLIES, J. ed.): 274-279. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart. 532 pp.
- SCHWOERBEL, J. 1975. *Métodos de Hidrobiología. Biología del agua dulce*. Blume Ediciones. Madrid. 262 pp.
- SHANNON, C.E. & WEAVER, W. 1963. *The mathematical theory of communication*. Univ. Illinois Press. Urbana.
- SHAW, D.W. & MINSHALL, G.W. 1980. Colonization of an introduced substrate by stream macroinvertebrates. *Oikos*, 34 : 259-271.
- SHELDON, A.L. 1977. Colonization curves: application to stream insects on semi-natural substrates. *Oikos*, 28 : 256-261.
- SHELDON, A. 1984. Colonization Dynamics of aquatic insects. In: *The Ecology of aquatic insects*. (REH, V.H. & ROSENBERG, D.M. eds.): 401-428. Praeger. New York. 625 pp.
- SIMBERLOFF, D.S. 1969 Experimental zoogeography of islands: a model for insular colonization. *Ecology*, 50 : 296-314.
- SIMBERLOFF, D.S. 1974. Equilibrium theory of island biogeography and ecology. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 5 : 161-179.
- SIMBERLOFF, D. 1988. The contribution of population and community biology to conservation science. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 19 : 473-511.
- SINEGRE, G.; RIOUX, J.A. & SALGADO, J. 1979. *Fascicule de détermination des principales espèces des mosquitoes du littoral méditerranée français*. Entente Interdepartamentale pour la domostication du littoral méditerranée. Montpellier.
- SLATKIN, M. 1974. Competition and regional coexistence. *Ecology*, 55 : 128-134.
- SOLER, A. et al. 1984. *Estudio y directrices para el saneamiento del río Segura (prospección, estado actual, previsiones y bases)*. 6 volúmenes. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. Universidad de Murcia.

SPENCE, J.R. 1981. Experimental analysis of microhabitat selection in water-striders (Heteroptera: Gerridae). *Ecology*, 62 : 1505-1514.

SOUSA, W.P. 1979. Disturbance in marine intertidal boulder fields: the nonequilibrium maintenance of species diversity. *Ecology*, 60: 1225-1239.

SOUTHWOOD, T.R.E. 1977. Habitat, the templet for ecological strategies?. *Journal of animal Ecology*, 46 : 337-365.

SOUTHWOOD, T.R.E. 1978. Ecological methods with particular reference to the study of insect populations (2<sup>a</sup> ed.). Methuen. London. 524 pp.

STAUFFER, J.R.; BEILES, H.A.; COX, J.W; DICKSON, K.L & SIMONET, D.E. 1975. Colonization of macrobenthic communities on artificial substrates. *Rev. de Biol.*, 10 : 49-61.

STEARNS, S.C. 1976. Life-history tactics: a review of the ideas. *The Quarterly Review of Biology*, 52 : 3-47.

STEARNS, S.C. 1980.

A new view of life-history evolution. *Oikos*, 35 : 266-281.

STRAHLER, A. 1982. *Geografía Física*. Omega. Barcelona. 765 pp.

STREET, M. & TITMUS, G. 1979. The colonization of experimental ponds by Chironomidae (Diptera). *Aquatic Insects*, 1 : 233-244.

STRICKLAND, J.D.H. & PARSON, T.R. 1968. A practical handbook of seawater analysis. *Bull. Fish. Res. Bd. Canada*, 167 : 311 pp.

SUAREZ, M.L. 1986. *Estructura y dinámica de la composición físico-química de las aguas superficiales de una cuenca de características semiáridas*. Tesis doctoral. Universidad de Murcia. 663 pp.

SWEENEY, B.W. 1984. Factors influencing life-history patterns of aquatic insects. In: *The ecology of Aquatic Insects*. (RESH, V.H. & ROSENBERG, D.M. eds.): 56-100. Praeger. 625 pp.

TACHET, H.; BOURNAUD, M. & RICHOUX, Ph. 1980. *Introduction à l'étude des macroinvertébrés des eaux douces*. Université Claude Bernard. Lyon. Association Française de Limnologie.

TALLING, J.F. 1951. The element of chance in pond population. *Naturalist*, 4 : 157.

- TALLING, J.F. & DRIVER, D. 1963. Some problems in the estimation of chlorophylla in phytoplankton. *Proc. Conference of Primary Productivity Measurement, Marine and Freshwater. Hawaii, 1961.* U.S. Atomic. Energy Comm. TID-7633: 142-146.
- TAMANINI, L. 1979. *Eterotteri Acquatici (Heteroptera: Gerromorpha, Nepomorpha). Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane, N 6.* Consiglio Nazionale delle Ricerche. 103 pp.
- TERBORGH, J. 1976. Island biogeography and conservation: strategy and limitations. *Science*, 193 : 1029-1030.
- TEVESZ, M.J.S. 1978. Benthic recolonization patterns in the Vermilion River, Ohio. *Kirtlandia*, 27 : 1-27.
- THIENEMANN, A. 1954. *Chironomus, Verbreitung, und Wistschaftliche Bedeutung der Chironomiden. Binnengewsser*, 20 : 1954.
- THOMAS, A. 1981. *Travaux sur la taxonomie, la biologie et l'ecologie d'insects torrenticoles des sud-ouest de la france (Ephemeropteres et Dipteres: Dixidae, Cecidomydidae, Rhagionidae et Athericidae), avec quelques exemples de perturbations pour l'homme.* These. Université Paul Sabater de Toulouse.
- TITMUS, G. 1978. *Ecology of Chironomidae (Diptera) in some gravel and sand pits.* Ph. D. thesis. University of Keele.
- TOURENQ, J.N. 1975. *Recherches ecologiques sur les Chironómides de Camargue.* These Universite Paul Sabatier. Toulouse. 428 pp.
- TOWNSEND, C.R. & HILDREW, A.G. 1976. Field experiments on the drifting, colonization and continuous redistribution of stream benthos. *Journal of Animal Ecology*, 45 : 759-772.
- ULFSTRAND, S.; NILSSON, L.M. & STERGAR, A. 1974. Composition and Diversity of Benthic Species Collectives Colonizing Implanted Substrates in a South Swedish Stream. *Ent. Scand.*, 5 : 115-122.
- VALDECASAS, A.; FERNANDEZ, A. CAMACHO, A.I. 1984. Recurrence and equilibrium of temporal ponds a mountain range in Central Spain. *Arch. Hydrobiol.*, 102 (1): 43-51.
- VELASCO, J. 1986. *Experiencias sobre colonización por insectos acuáticos de pequeños estanques en el SE. de España (Murcia).* Tesis de Licenciatura. Universidad de Murcia. 118 pp.

- VELASCO, J.; MILLAN, A.; NIESER, N. (en prensa). Observaciones sobre la colonización y ciclo de vida de *Heliocorisa vermiculata* (Puton, 1874) (Heteroptera, Corixidae) en pequeños y nuevos estanques del SE. español. *Limnética*.
- VEPSÄLÄINEN, K. 1978. Wing dimorphism and diapause in *Gerris*: determination and adaptive significance. In: *Evolution of insect migration and diapause*. (DINGLE Ed.): 218-253. Springer-Verlag. New York. 350 pp.
- VIERSSEN, W. & VERHOEVEN, J.T.A. 1983. Plant and animal communities in brackish supra-littoral pools ("dobben") in the northern part of the Netherlands. *Hydrobiología*, 98 : 203-221.
- VIDAL-ABARCA, M.R. 1985. *Las aguas superficiales de la cuenca del río Segura (SE. de España). Caracterización fisico-química en relación al medio físico y humano*. Tesis doctoral. Universidad de Murcia. 789 pp.
- VIDAL-ABARCA, M.R.; MONTES, C.; RAMIREZ-DIAZ, L. & SUAREZ, M.L. 1987. El clima de la cuenca del río Segura (SE. de España): Factores que lo controlan. *Anales de Biología*, 12 (Biología Ambiental, 13): 11-28.
- VILA VALLENTI, J. 1961 a. La lucha contra la sequía en el Sureste de Murcia. *Estudios Geográficos, Madrid*, 22 : 25-48.
- VILA VALLENTI, J. 1961 b. L'irrigation por nappes fluviales dans le Sudest de l'Espagne. *Mediterrane*, 2 : 19-32.
- VOLLENWEIDER, R.A. 1974. Photosynthetic pigments. In: *A manual on methods for measuring primary production in Aquatic environment*. (VOLLENWEIDER, R.A. ed.). IBP Handboks N° 12. Blackwell Scientific Publications. Oxford. London.
- VOSHELL, J.R. & SIMMONS, G.M. 1984. Colonization and succession of benthic macroinvertebrates in a new reservoir. *Hydrobiologia*, 112 : 27-39.
- VUILLEUMIER, F. 1970. Insular biogeography in continental regions. I. The northern Andes of South America. *Am. Natur.*, 104 : 373-388.
- VUILLEUMIER, F. 1973. Insular biogeography in continental region. II. Cave faunas from Tessin, southern Switzerland. *Syst. Zool.*, 22 : 64-76.
- WATERS, T.F. 1964. Recolonization of denuded stream bottom area by drift. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 93 : 311-315.

- WATERS, T.F. 1979. Benthic life histories: summary and future needs. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 36 : 342-345.
- WELCH, P.S. 1948. *Limnological methods*. McGraw-Hill. New York. 381 pp.
- WHITCOMB, R.F.; LYNCH, J.F.; OPLER, P.A. & ROBBINS, C.S. 1976. Island biogeography and conservation strategy and limitations. *Science*, 193 : 1030-1032.
- WIGGINS, G.B.; MACKAY, R.J. & SMITH, J.M. 1980. Evolutionary and ecological strategies of animals in annual temporary pools. *Arch. Hydrobiol. Suppl.*, 58 (1-2): 87-206.
- WILLIAMS, D.D. 1977. Movements of benthos during the recolonization of temporary streams. *Oikos*, 29 : 306-312.
- WILLIAMS, D.D. 1980. Temporal patterns in recolonization of stream benthos. *Archiv fr Hydrobiologia*, 90 : 56-74.
- WILLIAMS, D.D. & HYNES, H.B.N. 1976 a. The recolonization mechanisms of stream benthos. *Oikos*, 27 : 265-272.
- WILLIAMS, D.D. & HYNES, H.B.N. 1976 b. Stream habitat selection by aerially colonizing invertebrates. *Canadian Journal of Zoology*, 54 : 685-730.
- WILLIAMS, D.D. & HYNES, H.B.N. 1976 c. The Ecology of Temporary Streams. I. The Faunas of Two Canadian Streams. *Int. Revue ges. Hydrobiol*, 61 (6): 761-787.
- WILLIAMS, D.D. & HYNES, H.B.N. 1977. Benthic community development in a new stream. *Can. J. Zool.*, 55 : 1071-1076.
- WILLIAMS, W.D. 1975. A note on the macrofauna of a temporary rainpool in semi-arid and Western Australia. *Aust. J. man. Freshwat. Res.*, 26 : 425-429.
- WILLIAMS, W.D. 1985. Biotic adaptations in temporary lentic waters, with special reference to those in semiarid regions. *Hydrobiologia*, 125 : 85-110.
- WINKLER, L.W. 1988. Die bestimmung des im Wasser gelösten Saverstoffs. *Ber. dtsh. chem. Ges.*, 21 : 2843-2854.
- WINSON, C.P. & CLARKE, G.L. 1940. Estatistical study of variation in the cath of plankton nets. *J. mar. Res.*, 3 : 1-34.

WISE, D.H. & MOLLES, M.C.Jr. 1979. Colonization of Artificial Substrates by Stream Insects: Influence of Substrate Size and Diversity. *Hydrobiologia*, 65 : 69-74.

WOLDA, H. 1988. Insect seasonality: why? *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 19 : 1-18.

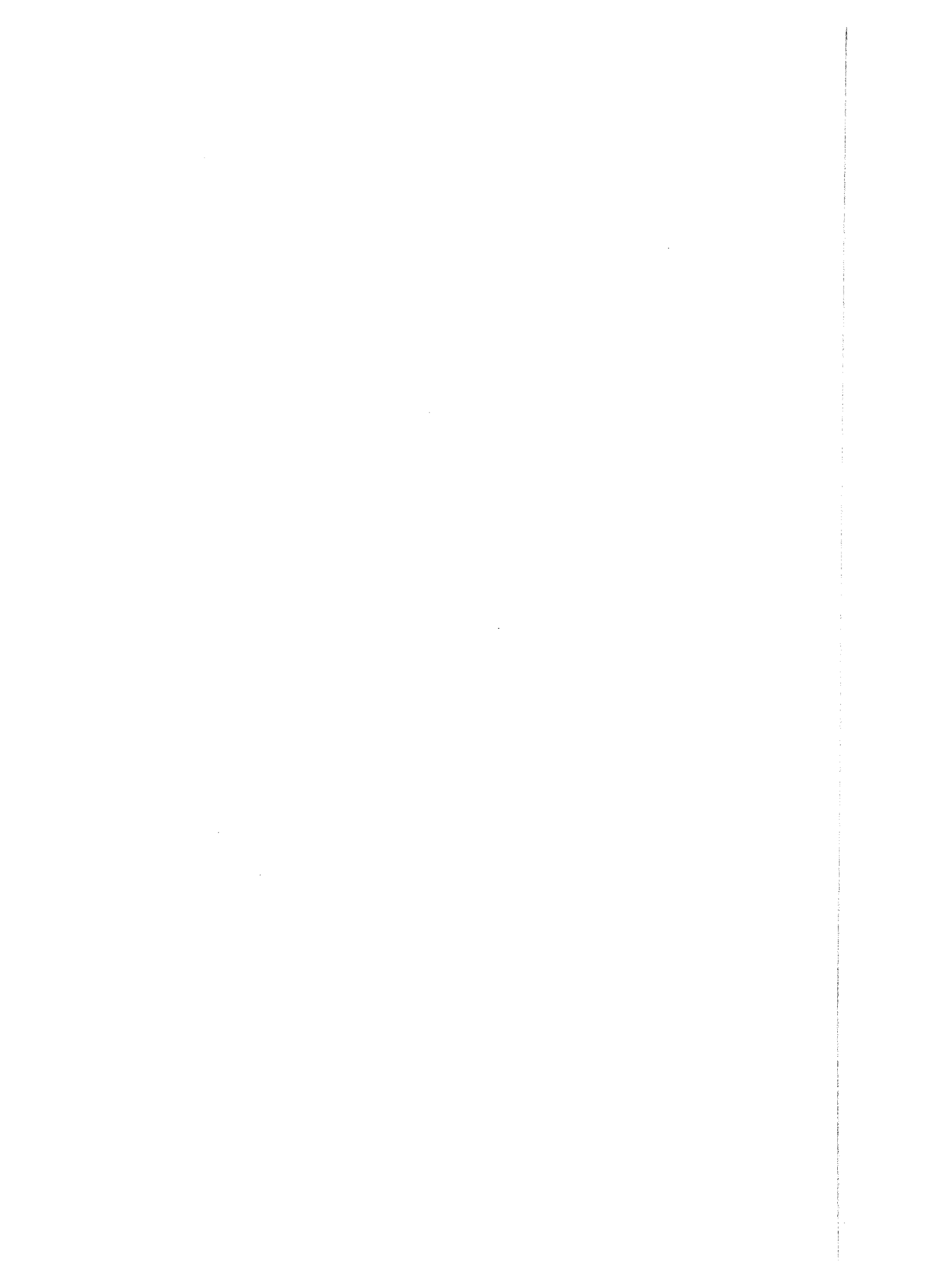
YOUNG, E.C. 1965. The incidence of flight polymorphism in British Corixidae and description of the morphs. *J. Zool.*, 146: 567-576.

ZALON, F.G.; GRIGARICK, A. & WAY, M.O. 1979. Seasonal and diel flight periodicities of rice field Hydrophilidae. *Environmental Entomology*, 8 : 938-943.

ZALON, F.G.; GRIGARICK, A. & WAY, M.O. 1980. Diel flight periodicities of some Dytiscidae (Coleoptera) associated with California rice paddies. *Ecological Entomology*, 5 : 183-187.

## **10. APENDICES.**





APENDICE I: Matrices de datos fisico-químicos y biológicos del agua de cada estanque, recogidos durante el ciclo de estudio.

Fechas	Nº días	vol. agua	evapor.	transp.	Tª agua	Tª max.	Tª mín.	vol. sed.	sol. susp.	salinid.	conduct.	cloruros	dureza	calcio
17-11-83	7	366.77	3.28	100.00	15.00	18.00	12.00	2.29						
23-11-83	13	358.75	2.26	100.00	18.00	18.00	12.00	2.29						
2-12-83	22	326.65	3.56	100.00	13.00	18.00	12.00	2.29	28.20	0.80	1300.00	150.00	59.00	68.00
12-12-83	32	298.00	2.46	70.00	9.00	14.00	7.00	2.29	42.66					
19-12-83	39	275.08	4.40	70.00	10.00	13.00	4.00	3.43						
2-01-84	53	326.65	3.87	50.00	7.00	14.00	4.00	3.43	66.00			258.50	75.00	104.00
10-01-84	61	284.25	2.65	50.00	13.00	15.00	4.00	3.43	77.33	1.00	900.00			
23-01-84	74	298.00	4.02	100.00	12.00	16.00	4.00	3.43	42.60	1.90	1770.00	308.32	184.00	121.60
6-02-84	88	286.54	6.87	100.00	8.00	11.00	4.00	5.73						
17-02-84	99													
13-03-84	123	303.73	4.45	70.00	10.00	13.00	4.00	5.73	58.25	1.50	2040.00	348.74	85.00	98.00
30-03-84	140	303.73	3.48	60.00	17.00	19.00	4.00	5.73	84.80	1.60	2290.00			
10-04-84	151	280.81	9.95	50.00	15.00	22.00	13.00	6.87	56.28	1.30	2120.00	361.90	80.00	98.00
23-04-84	164	323.22	2.87	50.00	16.00	23.50	11.50	8.02	204.66					
11-05-84	182	316.34	4.25	40.00	17.00	27.00	13.00	8.02		2.00	2320.00			
23-05-84	194	327.80	4.32	40.00	17.00	27.00	12.00	8.02	97.50	1.90	2250.00	347.80	89.00	156.00
1-06-84	203	319.78	4.46	40.00	21.00	28.00	12.00	8.02	35.33	2.30	2620.00			
11-06-84	213	270.49	8.48	40.00	20.00	29.00	14.00	9.16						
2-07-84	234	229.23	11.21	100.00	29.00	33.00	19.00	9.16	30.33	3.50	4300.00	827.20	211.00	332.00
10-07-84	242	280.81	9.31	100.00	28.00	33.00	21.00	9.16						
19-07-84	251	284.25	8.69	100.00	26.00	34.00	22.00	9.16	62.66	2.50	3760.00			
26-07-84	258	292.27	7.88	100.00	27.00	34.00	23.00	9.16						
2-08-84	265	298.00	7.97	100.00	27.00	33.00	22.00	10.31	65.00			800.88	168.00	61.60
9-08-84	272	304.88	7.20	100.00	23.00	31.00	22.00	10.31						
16-08-84	279	315.19	5.51	100.00	26.00	31.00	20.00	10.31	112.66	2.00	2100.00			
24-08-84	287	295.71	7.45	100.00	22.00	31.00	20.00	11.46						
13-09-84	307	246.42	5.36	100.00	22.00	29.00	20.00	11.46	82.66	3.20	4500.00	1005.80	162.80	62.80
21-09-84	315	323.22	4.01	100.00	21.00	27.00	16.00	10.31						
28-09-84	322	327.80	3.71	100.00	19.50	25.50	16.00	10.31	0.00	1.50	2100.00			
11-10-84	335	285.39	5.37	100.00	15.50	24.00	11.00	10.31						
19-10-84	343	334.68	2.39	100.00	17.00	20.00	14.00	11.46	6.00			799.00	173.60	316.00
31-10-84	355	355.31	3.06	100.00	17.00	21.80	14.00	13.75						
14-11-84	369	366.77	3.00	100.00	11.00	20.00	10.00	11.46	3.66	2.10	2680.00	846.00	148.00	232.00

ESTANQUE I. PARAMETROS FISICO-QUIMICOS Y BIOLÓGICOS.

Fechas	Nº días	magnesio	pH	alcalin.	ox. dis.	sat. ox.	nitratos	nitritos	amonio	fosfatos	silicat.	sulfat. clorof. <sup>o</sup> e"
17-11-83	7											
23-11-83	13											
2-12-83	22	102.06	2.06	6.49	63.56	41.85	4.99	1.00	103.28	1043.50		
12-12-83	32											
19-12-83	39		8.87	1.78	11.56	103.71	16.54	2.99	0.00	97.14	41.18	
2-01-84	53											
10-01-84	61	119.07	8.79	1.46	8.17	68.18	12.01	0.99	0.00	162.50	3413.33	11.12
23-01-84	74		8.57	1.31	5.45	52.70	14.01	1.99	0.50	102.85		
6-02-84	88	130.25	8.46	2.06	8.30	78.43	0.92	0.33	0.00	187.50	3071.99	
17-02-84	99											
13-03-84	123	147.02	7.99	1.88	9.47	86.09	4.25	0.00	0.33	157.89	3754.66	10.07
30-03-84	140		8.35	1.35	7.78	82.17	9.00	0.00	0.00	168.42		18.07
10-04-84	151	134.87	8.16	1.54	7.78	78.43	7.50	0.00	3.33	3242.66		0.51
23-04-84	164											
11-05-84	182		7.04	0.15	8.43	93.31	69.04	0.53	6.50	113.98	2048.00	43.36
23-05-84	194	121.50	8.69	1.01	6.23	65.06	98.98	1.59	13.75	74.61	2176.00	19.18
1-06-84	203		8.01	1.35	7.53	86.09	42.50	0.10	1.00	95.54		29.65
11-06-84	213											
2-07-84	234	311.04	7.96	2.14	3.24	42.65	35.80	0.00	0.00	165.80	2048.00	3.11
10-07-84	242											
19-07-84	251		8.10	2.61	3.89	47.97	21.40	1.26	1.00	127.38		11.12
26-07-84	258											
2-08-84	265	370.82		3.00	3.89	49.11	39.79	0.21	13.00	178.34	1535.90	0.60
9-08-84	272											
16-08-84	279		8.24	1.88	4.15	52.70	3.40	1.10	1.00	76.92		19.27
24-08-84	287											
13-09-84	307	357.45	6.50	1.33	3.24	37.90	2.16	0.82	4.80	84.61	1877.33	5.83
21-09-84	315											
28-09-84	322		7.50	1.59	5.19	57.88	0.00	0.00	0.00	10.22		6.20
11-10-84	335											
19-10-84	343	229.88	7.90	1.78	6.23	65.06	0.00	1.92	0.00	13.63	2047.99	3.05
31-10-84	355											
14-11-84	369	218.70	6.84	1.01	7.14	66.60	0.00	1.92	0.99	23.86	2047.86	4.72



ESTANQUE II. PARAMETROS FISICO-QUIMICOS Y BIOLÓGICOS.

Fechas	Nº días	magnesio	pH	alcalin.	ox. dis.	sat.	ox. nitratos	nitritos	amonio	fosfatos silicat.	sulfat.	clor.	"a"
17-11-83	7												
23-11-83	13												
2-12-83	22	128.79	2.44	7.01	68.72	61.26	6.33		1.00	102.85	1774.90		
12-12-83	32												
19-12-83	39		2.16	7.40	67.76	13.21	3.99	0.00		98.57		25.99	
2-01-84	53												
10-01-84	61	104.00	8.33	2.06	5.45	46.34	5.50	0.99	0.00	162.50	3416.66	22.93	
23-01-84	74		7.96	2.29	6.62	67.82	3.84	0.66	0.00	101.42		44.48	
6-02-84	88	152.85	8.96	1.78	7.80	76.40	6.59	5.66	0.00	125.00	2904.16		
17-02-84	99												
13-03-84	123	107.65	8.64	1.10	10.12	92.67	4.45	0.80	0.00	105.26	3413.33	11.46	
30-03-84	140		9.50	0.86	7.01	74.81	4.25	0.00	0.00	78.94		33.02	
10-04-84	151	122.96	8.62	1.22	6.49	66.49	14.00	0.00	0.66		3754.66	21.08	
23-04-84	164												
11-05-84	182		9.65	0.56	5.45	64.26	12.19	0.00	0.25	84.97	3690.00	87.57	
23-05-84	194	133.65	9.24	0.52	7.78	84.74	7.61	0.00	0.12	44.55	1894.40	67.13	
1-06-84	203		8.37	0.39	9.08	102.71	29.69	0.31	0.75	2.00	5.09		
11-06-84	213												
2-07-84	234	211.41	3.37		4.54	60.29	5.33	0.00	0.00	37.30	1945.60	19.86	
10-07-84	242												
19-07-84	251		4.10	0.56	4.02	50.31	39.27	0.73	1.00	57.32		7.00	
26-07-84	258												
2-08-84	265	251.26		1.44	3.50	38.61	3.44	0.31	2.00	101.91	1877.33	6.11	
9-08-84	272												
16-08-84	279		8.11	2.44	2.59	32.41	2.15	1.10	0.40	3.42	69.23	5.74	
24-08-84	287												
13-09-98	307	359.15	7.13	1.91	3.37	40.21	1.68	0.82	0.40	2.57	53.84	2047.99	7.64
21-09-84	315												
28-09-84	322		7.50	1.48	5.19	58.71	0.00	0.32	0.00	193.18		7.45	
11-10-84	335												
19-10-84	343	263.41	7.81	1.20	6.10	65.10	0.00	0.32	0.00	165.90	2047.99	3.78	
31-10-84	355												
14-11-84	369	165.24	7.82	1.46	7.78	72.91	28.74	1.12	0.00	118.18	2048.00	6.30	

Fechas	Nº días	vol. agua	evapor.	transp.	Tº agua	Tº max.	Tº min.	vol. sed.	sol. susp.	salinid.	conduct.	cloruros	dureza	calcio
17-11-83	7	370.48	3.30	100.00	15.00	19.00	12.00	2.31						
23-11-83	13	370.48	0.93	100.00	18.00	19.00	11.00	2.31						
2-12-83	22	329.96	4.50	100.00	13.00	19.00	11.00	2.31	24.80	0.80	1280.00	128.78	52.00	50.00
12-12-83	32	312.59	1.33	100.00	9.00	15.00	5.00	2.31	36.40	1.00	1130.00			
19-12-83	39			100.00										
2-01-84	53	306.81	3.35	100.00	9.00	14.00	4.00	3.47						
10-01-84	61	341.54	2.40	100.00	7.00	14.00	4.00	3.47	33.00			226.54	64.00	98.00
23-01-84	74	306.80	2.30	100.00	15.00	16.00	4.00	3.47	34.60	0.90	900.00			
6-02-84	88	324.17	2.40	100.00	14.00	17.00	4.00	3.47	36.20	1.90	1690.00	277.30	74.00	66.80
17-02-84	99	323.01	3.50	100.00	8.00	19.00	5.00	5.78						
13-03-84	123	312.59	4.81	70.00	11.00	19.00	4.00	5.78	62.25	1.50	2090.00	315.84	73.00	53.20
30-03-84	140	307.96	3.45	50.00	17.00	26.00	8.00	5.78	92.00	1.80	2420.00			
10-04-84	151	284.81	9.94	50.00	15.00	25.00	13.00	5.78	79.00	1.40	2310.00	350.62	80.00	83.20
23-04-84	164	311.44	4.06	50.00	16.00	28.00	11.50	5.78						
11-05-84	182	311.44	4.26	50.00	17.50	29.00	13.00	5.78	130.00	2.30	2610.00			
23-05-84	194	329.96	4.48	60.00	18.00	25.00	11.00	6.94	59.33	1.90	2500.00	620.40	122.00	200.00
1-06-84	203	324.17	4.42	100.00	21.00	31.00	11.00	6.94	42.66	2.40	3100.00			
11-06-84	213	272.07	8.68	100.00	22.00	31.00	15.00	6.94						
2-07-84	234	237.34	10.36	100.00	31.00	35.00	19.00	8.10	13.33	3.50	4600.00	752.00	177.00	244.00
10-07-84	242	277.86	10.13	100.00	26.00	34.00	20.00	9.26						
19-07-84	251	276.60	10.10	100.00	28.00	35.00	21.00	9.26	60.66	3.20	4250.00			
26-07-84	258	283.65	9.40	90.00	27.00	36.00	23.00	10.41						
2-08-84	265	272.07	12.19	90.00	29.00	35.00	21.00	11.57	60.66			973.84	186.00	228.80
9-08-84	272	301.02	8.27	80.00	23.50	33.00	21.00	10.41						
16-08-84	279	306.81	7.22	80.00	26.00	34.00	20.00	12.73	127.33	2.00	2300.00			
24-08-84	287	296.39	7.81	70.00	22.00	34.00	20.00	12.73						
13-09-98	307	223.45	6.69	100.00	22.50	33.00	22.00	15.05	75.33	3.90	6500.00	1034.00	162.20	192.00
21-09-84	315	321.86	4.63	100.00	20.00	30.00	17.00	13.89						
28-09-84	322	320.70	5.24	100.00	19.50	29.00	16.00	16.20	0.00	2.00	2200.00			
11-10-84	335	287.12	5.52	100.00	15.50	27.00	11.00	17.36						
19-10-84	343	334.59	2.85	100.00	17.50	23.00	14.00	17.36	7.33			864.80	190.40	284.00
31-10-84	355	356.59	3.28	100.00	17.00	23.50	14.00	19.68						
14-11-84	369	378.59	2.45	100.00	11.00	21.00	10.00	21.99	-19.66	2.40	2920.00	770.80	177.20	236.00

ESTANQUE III. PARAMETROS FISICO-QUIMICOS Y BIOLÓGICOS.

Fechas	Nº días	magnesio	pH	alcalin.	ox. dis.	sat. ox.	nitratos	nitritos	amonio	fosfatos silicat.	sulfat. clorof. "g"
17-11-83	7										
23-11-83	13										
2-12-83	22	89.91	2.06	7.65	75.00	48.06	5.99	0.00	1.00	109.99	1844.99
12-12-83	32										
19-12-83	39		1.50	7.78	69.52	16.20	3.33	0.00		99.99	14.26
2-01-84	53										
10-01-84	61	95.99	1.50	6.36	54.08	23.67	1.33	0.00	0.00	23.75	3245.83
23-01-84	74		1.82	6.10	62.50	42.34	2.66	0.50		91.42	14.90
6-02-84	88	139.24	2.66	7.14	71.54	0.00	16.33	0.00	0.00	0.00	3413.33
17-02-84	99										
13-03-84	123	145.07	1.95	9.99	93.62	16.20	0.80	0.00	2.00	9.47	3413.33
30-03-84	140		1.61	7.91	84.41	10.35	0.40	0.00	0.00	10.52	45.35
10-04-84	151	143.86	1.93	5.97	61.16	11.60	0.40	0.00			3413.33
23-04-84	164										
11-05-84	182		0.80	8.04	89.23	0.00	3.19	0.00	0.00	37.30	2022.40
23-05-84	194	146.96	1.03	6.62	72.11	0.00	3.19	0.00	0.00	21.76	1843.20
1-06-84	203		1.16	7.78	89.63	11.00	0.31	1.50	1.00	5.09	7.33
11-06-84	213										
2-07-84	234	281.88	1.78	3.50	46.48	0.00	1.06	0.00	0.00	5.18	1945.60
10-07-84	242										
19-07-84	251		2.25	4.54	60.29	5.70	1.05	2.00	9.00	5.09	1.20
26-07-84	258										
2-08-84	265	312.96	2.33	4.28	56.83	7.94	0.31	4.00	1.00	43.13	1877.33
9-08-84	272										
16-08-84	279		1.69	4.93	61.70	1.90	1.10	0.40	3.42	61.53	5.65
24-08-84	287										
13-09-98	307	277.51	0.78	4.02	47.97	1.40	1.10	0.00	2.57	138.46	1877.33
21-09-84	315										
28-09-84	322		0.49	6.10	69.00	0.00	0.32	0.00	0.00	118.18	6.30
11-10-84	335										
19-10-84	343	290.14	1.35	6.62	72.11	0.00	0.96	0.99	0.00	145.45	2047.99
11-10-84	355										
14-11-84	369	287.23	1.03	6.49	60.82	0.00	0.80	0.99	0.00	118.18	2047.99



ESTANQUE IV. PARAMETROS FISICO-QUIMICOS Y BIOLÓGICOS.

Fechas	Nº días	vol. agua	evapor.	transp.	Tº agua	Tº max.	Tº min.	vol. sed.	sol. susp.	salinid.	conduct.	cloruros	dureza	calcio
17-11-83	7	358.64	3.23	100.00	15.50	19.00	12.00	2.24						
23-11-83	13	341.83	3.71	100.00	19.00	19.00	11.00	2.24						
2-12-83	22	319.42	2.49	100.00	13.50	19.00	11.00	2.24	29.60	0.90	1450.00	156.98	60.00	84.40
12-12-83	32	285.79	2.79	100.00	9.00	15.00	5.00	2.24	49.60	1.20	1310.00			
19-12-83	39			100.00										
2-01-84	53	280.19	3.84	90.00	10.00	14.00	4.00	3.36						
10-01-84	61	325.02	3.09	90.00	7.00	14.00	4.00	3.36	33.60			259.49	76.00	134.00
23-01-84	74	280.19	2.83	90.00	15.00	16.00	4.00	3.36	94.00	1.00	1000.00			
6-02-84	88	305.97	2.89	90.00	14.00	17.00	4.00	4.48	63.33	2.00	1900.00	334.64	82.00	148.80
17-02-84	99	310.45	3.69	70.00	9.00	19.00	5.00	5.60						
13-03-84	123	295.88	4.35	70.00	11.00	19.00	4.00	5.60	57.50	1.80	2300.00	375.06	86.00	120.40
30-03-84	140	289.15	3.86	60.00	18.00	26.00	8.00	6.72	96.00	1.90	2650.00			
10-04-84	151	280.19	9.18	60.00	15.00	25.00	13.00	7.89	68.66	1.50	2420.00	368.48	82.00	129.20
23-04-84	164	298.12	4.19	70.00	16.00	28.00	11.50	7.89						
11-05-84	182	302.60	4.06	70.00	19.00	29.00	13.00	7.89	85.33	2.30	2700.00			
23-05-84	194	319.42	4.34	90.00	17.00	25.00	11.00	7.89	25.66	1.90	2550.00	656.60	111.00	180.00
1-06-84	203	308.21	4.69	90.00	20.00	31.00	11.00	8.96	55.33	2.50	3180.00			
11-06-84	213	256.65	9.07	90.00	21.00	31.00	15.00	8.96						
2-07-84	234	212.94	12.82	100.00	31.50	35.00	19.00	10.08	21.00	3.00	4300.00	695.60	171.00	300.00
10-07-84	242	263.38	10.50	100.00	28.00	34.00	20.00	10.08						
15-07-84	251	264.50	10.18	100.00	31.00	35.00	21.00	10.08	42.66	2.80	3410.00			
24-07-84	258	282.43	8.12	100.00	27.00	36.00	23.00	13.98						
2-08-84	265	285.79	8.59	100.00	31.50	35.00	21.00	11.00	53.00			706.88	134.00	220.80
9-08-84	272	285.79	8.80	100.00	24.00	33.00	21.00	11.20						
16-08-84	279	295.88	7.15	100.00	25.80	34.00	20.00	11.20	177.33	3.00	4300.00			
24-08-84	287	291.40	7.00	100.00	22.50	34.00	20.00	11.20						
13-09-84	307	203.99	7.09	100.00	23.50	33.00	22.00	12.44	67.00	3.20	4490.00	834.70	163.00	149.60
21-09-84	315	302.60	5.60	100.00	20.50	30.00	17.00	12.44						
28-09-84	322	301.48	6.35	100.00	20.00	29.00	16.00	12.44	0.00	1.50	1800.00			
11-10-84	335	273.46	5.69	100.00	16.00	27.00	11.00	13.44						
19-10-84	343	314.93	3.87	100.00	18.00	23.00	14.00	14.57	1.66			639.20	168.00	284.00
31-10-84	355	338.47	3.76	100.00	17.50	23.50	14.00	14.57						
14-11-84	369	364.25	2.55	100.00	11.00	21.00	10.00	16.81	11.33	1.90	2140.00	479.40	122.00	204.00

ESTANQUE IV. PARAMETROS FISICO-QUIMICOS Y BIOLÓGICOS.

Fechas	Nº días	magnesio	pH	alcalin.	ox. dis.	sat. ox.	nitratos	nitritos	amonio	fosfatos silicat.	sulfat. clorof."a"
17-11-83	7										
23-11-83	13										
2-12-83	22	94.52	8.23	1.31	6.49	65.03	42.46	7.99	1.00	102.71	1911.46
12-12-83	32										
19-12-83	39										
2-01-84	53										
10-01-84	61	103.27	8.13	1.97	6.34	53.91	41.67	23.33	0.00	112.50	3413.33
23-01-84	74										
6-02-84	88	108.86	8.72	1.29	7.14	71.54	65.01	9.99	0.00	46.87	3666.66
17-02-84	99										
13-03-84	123	135.83	8.35	1.10	8.95	83.88	35.50	2.00	1.00	71.57	3242.66
30-03-84	140										
10-04-84	151	120.77	8.40	1.29	6.88	70.49	11.30	0.20	1.00	71.57	3754.66
23-04-84	164										
11-05-84	182										
23-05-84	194	160.38	8.90	0.65	8.30	88.58	0.00	3.19	0.00	53.88	2048.00
1-06-84	203										
1-06-84	213										
2-07-84	234	233.28	7.94	1.27	3.89	51.66	0.35	0.79	0.00	145.07	2124.80
10-07-84	242										
19-07-84	251										
26-07-84	258	191.48	8.10	1.80	4.54	60.59	8.01	1.99	2.50	109.55	1.44
2-08-84	265										
9-08-84	272										
16-08-84	279										
24-08-84	287										
13-09-84	307	314.19	7.06	1.10	3.63	44.00	1.15	1.10	0.40	3.42	188.46
21-09-84	315										
28-09-84	322										
11-10-84	335										
19-10-84	343	235.71	8.10	1.09	6.10	66.44	0.00	0.96	0.00	170.45	2389.33
1-10-84	355										
14-11-84	369	172.53	7.89	1.18	7.01	65.69	41.70	0.96	0.00	159.09	2047.99

fechas	No dias	vol.agua	evapor.	transp.	T3 agua	T3 max.	T3 min.	vol.sed.	sol.susp.	salinid.	conduct.	cloruros	dureza	calcio
17-11-83	7	370.24	2.43	100.00	15.50	20.00	12.00	2.27						
23-11-83	13	364.54	1.87	70.00	19.50	19.50	11.50	2.27						
2-12-83	22	330.36	3.79	30.00	13.00	21.00	12.00	2.27	39.40	0.90	1400.00	169.20	34.60	68.00
12-12-83	32	301.88	2.29	30.00	9.00	16.00	5.00	2.27	28.00					
19-12-83	39									1.20	1310.00			
2-01-84	53	296.19	3.31	30.00	10.00	15.00	4.00	3.41						
10-01-84	61	336.06	2.42	30.00	7.00	14.00	4.00	3.41	86.00			272.60	68.00	113.20
23-01-84	74	284.80	3.26	30.00	14.50	16.00	2.00	3.41	150.40	0.90	1000.00			
6-02-84	88	318.97	2.37	30.00	14.00	17.00	4.00	3.41	343.33	2.00	1950.00	639.20	92.00	180.00
17-02-84	99	324.67	2.84	30.00	9.00	19.00	5.00	4.55						
13-03-84	123	305.30	3.80	30.00	11.00	17.00	4.00	6.83	235.00	1.80	2390.00	423.00	88.00	80.80
30-03-84	140	303.02	3.42	50.00	18.00	22.00	4.00	6.83	248.00	1.90	2850.00			
10-04-84	151	288.21	8.98	30.00	15.00	24.00	12.00	7.97	127.33	1.50	2410.00	382.58	81.00	89.80
23-04-84	164	312.14	3.56	30.00	16.50	21.00	11.00	7.97						
11-05-84	182	308.72	4.14	100.00	18.00	27.00	11.00	6.83	105.33	2.30	2760.00			
23-05-84	194	328.08	4.06	100.00	18.00	28.00	11.00	6.83	18.33	1.90	2610.00	611.00	115.00	232.00
1-06-84	203	325.81	3.86	100.00	21.00	30.00	11.00	6.83	98.66	2.40	3160.00			
11-06-84	213	267.71	8.54	100.00	22.00	30.00	14.00	7.99						
2-07-84	234	239.23	9.24	100.00	31.50	34.00	17.00	9.11	25.66	3.50	4700.00	846.00	178.00	280.00
10-07-84	242	296.19	7.12	100.00	28.00	33.00	20.00	9.11						
19-07-84	251	269.99	10.20	100.00	31.50	35.00	21.00	9.11	90.66	3.10	4060.00			
26-07-84	258	284.80	8.54	100.00	27.00	35.00	22.00	10.25						
2-08-84	265	291.63	8.57	100.00	31.50	34.00	21.00	11.39	55.00			849.76	167.80	254.40
9-08-84	272	297.33	7.97	100.00	24.00	34.00	21.00	11.39						
16-08-84	279	301.88	7.11	100.00	26.00	33.50	19.50	12.53	165.33	3.00	3900.00			
24-08-84	287	300.74	6.55	100.00	23.00	33.00	19.00	12.53						
3-09-84	307	221.00	6.53	100.00	23.00	33.00	22.00	13.67	68.00	3.60	4490.00	1049.04	197.20	196.00
21-09-84	315	316.69	4.55	100.00	20.50	31.00	16.00	14.80						
28-09-84	322	307.58	6.29	100.00	20.50	30.00	16.00	14.80	85.33	2	2100.00			
11-10-84	335	281.38	5.52	100.00	16.50	26.00	11.00	14.80						
19-10-84	343	334.92	2.09	100.00	18.50	23.00	14.00	17.08	14.33			761.40	178.00	272.00
11-10-84	355	349.73	3.32	100.00	18.00	23.50	14.00	17.80						
4-11-84	369	375.93	2.16	100.00	11.00	22.00	10.00	20.50	10.00	2.40	2810.00	714.90	157.60	256.00

ESTADQUE V. PARAMETROS FISICO-QUIMICOS Y BIOLÓGICOS.

Fechas	No días	magnesio	pH alcalin.	ox. dis.	sat. ox.	nitratos	nitritos	amonio	fosfatos silicat.	sulfat. clorof. "a"
17-11-83	7									
23-11-83	13									
2-12-83	22	42.76	1.88	8.95	87.74	0.00	24.99	9.00	104.28	1979.73
12-12-83	32									
19-12-83	39		9.99	2.59	131.68	24.66	19.99	0.00	97.14	160.54
2-01-84	53									
10-01-84	61	96.47	10.02	2.38	86.05	51.67	13.33	0.00	41.25	3754.66
23-01-84	74		9.63	2.53	53.17	26.51	10.99	0.00	95.71	100.82
6-02-84	88	114.21	9.34	2.29	63.72	38.67	9.33	0.00	38.75	2355.19
17-02-84	99									
13-03-84	123	164.75	8.49	2.70	94.84	29.40	25.60	0.00	9.47	3754.66
30-03-84	140		8.69	2.31	84.74	0.00	88.00	0.00	10.52	26.68
10-04-84	151	142.39	9.08	1.99	95.69	0.00	32.00	0.00		3242.66
23-04-84	164									
11-05-84	182		8.88	1.71	92.42	0.66	2.39	0.25	97.40	1920.00
23-05-84	194	138.51	8.89	1.80	91.83	0.00	2.93	0.25	129.53	2278.40
1-06-84	203		8.20	1.57	98.61	34.69	0.31	1.00	89.17	7.45
11-06-84	213									
2-07-84	234	262.44	8.69	1.72	43.02	0.35	0.79	0.00	95.33	1792.00
10-07-84	242									
19-07-84	251		8.55	1.76	53.38	2.73	0.52	1.50	112.10	0.75
26-07-84	258									
2-08-84	265	252.72	1.37	3.89	51.66	1.79	0.21	3.50	71.33	1877.33
9-08-84	272									
16-08-84	279		8.58	1.12	61.70	1.36	1.14	0.40	238.46	12.41
28-08-84	287									
13-09-98	307	592.80	7.53	0.86	52.62	1.40	1.10	0.60	23.07	2047.99
21-09-84	315									
28-09-84	322		7.50	0.95	76.26	0.00	0.00	0.00	81.81	12.23
11-10-84	335									
19-10-84	343	252.72	8.17	1.03	70.58	0.00	0.64	2.99	118.18	2047.99
31-10-84	355									
14-11-84	369	227.44	8.00	0.94	68.04	0.00	0.64	0.00	81.81	2047.99

fecha	no días	vol. agua	evapor.	transp.	T3 agua	T3 max.	T3 min.	vol. sed. sol. susp.	salinid.	conduct.	cloruros	dureza	calcio
17-11-83	7	365.56	3.28	100.00	15.00	20.00	12.00	0.00					
23-11-83	13	348.43	3.78	100.00	19.00	19.00	11.50	0.00					
2-12-83	22	319.87	3.17	100.00	14.00	21.00	12.00	0.00	0.80	1250.00	146.64	33.80	60.00
12-12-83	32	297.02	1.88	100.00	9.00	21.00	5.00	0.00					
19-12-83	39			100.00					1.00	1110.00			
2-01-84	53	297.02	3.58	100.00	10.00	15.00	4.00	1.14					
10-01-84	61	337.00	2.43	100.00	7.00	14.00	4.00	1.14	29.60		241.58	66.00	80.00
23-01-84	74	292.45	3.07	100.00	14.00	16.00	2.00	1.14	39.20	1710.00			
6-02-84	88	314.16	2.78	90.00	14.00	17.00	4.00	1.14	44.80	1800.00	301.74	80.00	40.40
17-02-84	99	319.87	3.42	70.00	9.00	19.00	5.00	1.14					
13-03-84	123	305.02	4.65	70.00	11.00	17.00	4.00	2.28	58.57	2180.00	377.88	86.00	84.80
30-03-84	140	303.87	3.40	70.00	18.00	22.00	4.00	2.28	100.50	2450.00			
10-04-84	151	292.45	8.67	70.00	15.00	24.00	12.00	2.28	64.66	2300.00	352.50	78.00	84.00
23-04-84	164	308.44	3.92	70.00	17.00	21.00	11.00	2.28					
11-05-84	182	310.73	3.98	70.00	19.00	27.00	11.00	3.42	134.00	2590.00			
23-05-84	194	326.72	4.31	70.00	17.00	28.00	11.00	3.42	31.33	2490.00	592.20	109.00	196.00
1-06-84	203	319.87	4.37	70.00	21.00	30.00	11.00	3.42	105.33	3090.00			
11-06-84	213	268.46	8.56	70.00	22.00	30.00	14.00	4.56					
2-07-84	234	235.33	10.03	90.00	31.50	34.00	17.00	4.56	25.00	4500.00	827.20	171.00	276.00
10-07-84	242	291.31	7.85	100.00	28.00	33.00	20.00	5.71					
19-07-84	251	277.60	9.38	100.00	31.50	35.00	21.00	5.71	133.33	4190.00			
26-07-84	258	286.74	8.42	100.00	27.00	35.00	22.00	5.71					
2-08-84	265	282.17	10.06	100.00	24.00	34.00	21.00	5.71	55.33		872.32	192.40	243.20
9-08-84	272	313.01	5.87	90.00	25.00	34.00	21.00	6.85					
16-08-84	279	305.02	6.80	90.00	26.50	33.50	19.50	6.85	128.66	4100.00			
24-08-84	287	297.02	7.14	90.00	23.00	33.00	19.00	7.99					
13-09-84	307	218.19	6.72	100.00	23.50	33.00	22.00	7.99	78.33	6500.00	1039.64	187.20	173.20
21-09-84	315	319.87	4.28	90.00	21.00	31.00	16.00	9.13					
28-09-84	322	308.44	6.31	90.00	20.50	30.00	16.00	10.28					
11-10-84	335	279.88	5.71	100.00	16.50	26.00	11.00	11.42	37.33	2200.00			
19-10-84	343	327.86	3.09	100.00	18.50	23.00	14.00	11.42	23.00		827.20	196.00	296.00
31-10-84	355	346.14	3.73	100.00	18.00	23.50	14.00	9.13					
14-11-84	369	371.28	2.60	100.00	11.00	22.00	10.00	6.85	3.66	2810.00	686.20	162.40	244.00

ESTANQUE VI. PARAMETROS FISICO-QUIMICOS Y BIOLÓGICOS.

Fechas	Nº días	magnesio	pH	alcalin.	ox. dis.	sat. ox.	nitratos	nitritos	amonio	fosfatos silicat.	sulfat. clorof. "a"	
17-11-83	7											
23-11-83	13											
2-12-83	22	79.70	2.82	6.49	65.03	11.52	4.33	9.00	102.85	1706.66		
12-12-83	32											
19-12-83	39		2.97	7.14	65.38	13.08	3.66	0.00	98.57		18.68	
2-01-84	53											
10-01-84	61	196.43	8.41	3.27	52.97	59.67	0.33	0.00	150.00	3413.33	5.67	
23-01-84	74		8.42	3.25	62.42	32.84	4.66	0.25	104.28		35.38	
6-02-84	88	169.85	8.57	2.66	83.16	41.67	33.33	0.00	118.75	3754.66		
17-02-84	99											
13-03-84	123	157.46	8.53	1.33	94.87	11.00	4.00	0.00	56.84	3754.66	18.34	
30-03-84	140		9.17	7.78	84.74	14.20	0.80	0.00	56.84	17.72	6.80	
10-04-84	151	138.51	8.51	1.50	71.72	15.10	0.40	0.33		3242.66	11.49	
23-04-84	164											
11-05-84	182		8.91	0.86	8.43	97.11	0.00	4.26	7.20	124.35	2048.00	19.18
23-05-84	194	145.80	8.98	1.05	8.43	89.96	0.00	3.19	1.00	97.40	2048.00	0.58
1-06-84	203		8.35	0.92	8.56	98.61	3.35	1.15	2.00	152.86		12.84
11-06-84	213											
2-07-84	234	247.86	8.18	1.31	3.24	43.02	3.78	0.79	0.00	155.44	2022.40	5.93
10-07-84	242											
19-07-84	251		8.13	2.31	3.89	51.66	2.62	0.63	2.50	101.91		0.00
26-07-84	258											
2-08-84	265	321.73		2.89	3.89	47.15	1.79	0.21	5.50	61.14	1877.33	0.00
9-08-84	272											
16-08-84	279		8.40	1.88	4.41	55.19	2.93	0.82	0.40	288.41		12.78
24-08-84	287											
13-09-98	307	349.67	7.25	1.14	4.54	55.03	1.65	1.10	0.40	53.84	2047.99	6.57
21-09-84	315											
28-09-84	322		7.50	0.97	5.71	59.72	0.00	0.64	0.00	136.36		6.57
11-10-84	335											
19-10-84	343	296.46	8.11	0.90	5.97	59.81	0.00	1.44	0.00	154.54	2047.99	5.93
31-10-84	355											
14-11-84	369	380.05	8.12	0.75	7.53	68.95	0.00	1.28	0.00	136.36	2218.66	5.93

ANÁLISIS QUÍMICO DE AGUAS SUBSUESTRAS Y BIOLÓGICAS.

Fechas	Nº días	vol. agua	evapor.	transp.	Tº agua	Tº max.	14 min.	vol. sed.	sol. susp.	salinid.	conduct.	cloruros	dureza	calcio
17-11-83	7	354.98	3.92	100.00	11.50	20.00	11.00	0.00						
23-11-83	13	342.92	2.91	100.00	19.50	20.00	12.00	0.00						
2-12-83	22	354.23	0.88	100.00	13.50	21.00	7.00	0.00	28.40	1.00	1100.00	249.10	60.00	52.00
12-12-83	32	309.25	4.09	100.00	9.00	21.00	5.00	0.00	27.80	1.30	1400.00			
19-12-83	39													
2-01-84	53	292.38	3.24	100.00	11.00	16.00	4.00	0.00						
10-01-84	61	329.49	2.67	100.00	7.50	16.00	4.00	1.24	31.60			334.64	76.00	100.00
23-01-84	74	281.13	3.08	100.00	15.00	17.00	3.00	1.24	35.60	1.70	1980.00			
6-02-84	88	305.87	2.98	100.00	14.00	18.00	5.00	1.24	48.20	2.00	2050.00	409.84	88.00	71.60
17-02-84	99	298.00	5.06	100.00	9.00	19.00	5.00	1.24						
13-03-84	123	292.38	4.26	90.00	11.00	17.00	4.00	2.37	70.85	1.90	2450.00	437.10	93.00	82.00
30-03-84	140	285.63	4.14	80.00	18.00	22.00	4.00	2.37	95.00	2.00	2850.00			
10-04-84	151	281.13	9.21	70.00	15.00	22.00	12.00	2.37	73.66	1.60	2520.00	399.50	86.00	80.80
23-04-84	164	298.00	4.29	80.00	16.50	27.00	11.00	2.37						
11-05-84	182	298.00	4.44	90.00	19.00	29.00	13.00	2.37	116.66	2.40	2780.00			
23-05-84	194	317.12	4.69	70.00	18.00	25.00	11.00	3.49		2.00	2620.00	216.20	50.00	136.00
1-06-84	203	305.87	4.94	70.00	21.00	30.00	11.00	3.49	90.00	3.00	4250.00			
11-06-84	213	254.14	9.44	80.00	22.00	30.00	15.00	4.61						
2-07-84	234	228.28	10.43	100.00	31.50	34.00	17.00	4.61	15.66	3.50	4800.00	817.80	177.00	280.00
10-07-84	242	273.26	9.41	100.00	28.00	34.00	20.00	5.74						
19-07-84	251	273.26	9.23	100.00	31.50	35.00	21.00	5.74	117.33	3.20	4210.00			
26-07-84	258	277.76	8.85	100.00	27.50	36.00	22.00	6.86						
2-08-84	265	277.76	9.90	100.00	25.50	35.00	21.00	6.86	53.33			970.08	164.00	219.20
9-08-84	272	294.63	7.71	100.00	25.00	33.00	21.00	6.86						
16-08-84	279	299.13	6.85	100.00	26.40	34.00	20.00	6.86	122.66	3.00	4200.00			
24-08-84	287	283.28	8.15	100.00	23.00	34.00	20.00	7.99						
13-09-84	307	210.29	6.84	100.00	24.00	33.00	22.00	7.99	66.00	4.00	6800.00	1079.12	148.80	164.00
21-09-84	315	314.87	4.21	100.00	21.00	31.00	17.00	9.11						
28-09-84	322	301.37	6.53	100.00	21.00	30.00	16.00	9.11	2.66	2.00	2200.00			
11-10-84	335	280.01	5.27	100.00	17.00	27.00	11.00	9.11						
19-10-84	343	321.62	3.18	100.00	19.00	24.00	15.00	7.99	22.66			799.00	187.60	312.00
31-10-84	355	337.36	3.95	100.00	18.00	24.00	14.00	9.11						
14-11-84	369	365.47	2.55	100.00	11.50	22.50	10.00	19.23	1.00	2.40	2790.00	6884.00	169.20	232.00





ESTANQUE VIII. PARAMETROS FISICO-QUIMICOS Y BIOLÓGICOS.

Fechas	Nº dias	vol. agua	evapor.	transp.	Tº agua	Tº max.	Tº min.	vol. sed.	sol. susp.	salinid.	conduct.	cloruros	dureza	calcio
17-11-83	7	361.19	2.44	100.00	15.00	20.00	12.00	2.26						
23-11-83	13	356.04	1.86	100.00	19.00	20.00	12.00	2.26						
2-12-83	22	319.87	4.01	100.00	14.00	21.00	12.00	2.26	27.40	0.80	1380.00	148.52	38.40	52.00
12-12-83	32	293.87	2.20	100.00	10.00	21.00	5.00	2.26	37.80					
19-12-83	39								1.20		1240.00			
2-01-84	53	248.66	2.72	100.00	10.00	16.00	4.00	3.39						
10-01-84	61	228.32	2.83	100.00	7.00	16.00	4.00	3.39	47.20			275.42	66.00	118.00
23-01-84	74	187.62	2.53	100.00	15.00	17.00	3.00	3.39	56.60	1.00	950.00			
6-02-84	88	152.59	3.29	100.00	14.00	18.00	5.00	4.52	80.40	2.20	2200.00	413.60	86.00	89.20
17-02-84	99	116.42	3.61	100.00	8.00	20.00	4.00	5.65						
13-03-84	123	73.12	4.25	100.00	12.00	20.00	3.00	5.65	32.57	3.20	4500.00	863.86	178.00	232.00
30-03-84	140	33.90	2.94	100.00	21.00	24.00	3.00	5.65	124.00	7.20	11000.00			
9-08-84	7	296.13	8.09	90.00	26.00	33.00	21.00	1.13						
16-08-84	14	304.05	5.59	90.00	27.80	34.00	20.00	1.13	104.66	1.00	1150.00			
24-08-84	22	289.35	6.91	100.00	23.50	34.00	20.00	1.13						
13-09-84	42	218.14	6.25	90.00	24.00	33.00	22.00	1.13	57.66	1.30	1560.00	270.72	79.00	19.20
21-09-84	58	311.96	4.09	90.00	21.00	31.00	17.00	1.13						
28-09-84	65	311.96	4.46	80.00	21.00	30.00	16.00	2.26	0.00	1.00	900.00			
11-10-84	78	289.35	4.25	90.00	17.00	27.00	11.00	2.26						
19-10-84	86	325.52	2.21	90.00	19.00	24.00	15.00	3.39	1.00			310.20	78.80	136.00
31-10-84	98	339.09	3.50	90.00	18.50	24.00	15.00	3.39						
14-11-84	102	369.60	2.01	90.00	12.00	22.00	10.00	4.52	5.66	1.30	1300.00	300.80	75.20	140.00

ESTANQUE VIII. PARAMETROS FISICO-QUIMICOS Y BIOLÓGICOS.

Fechas	Nº días	magnesio	pH	alcalin.	ox. dis.	sat. ox.	nitratos	nitritos	amonio	fosfatos silicat.	sulfat. clorof. "a"
17-11-83	7										
23-11-83	13										
2-12-83	22	61.72	2.44	7.14	71.54	24.69	2.33	0.10	104.28	1911.46	
12-12-83	32										
19-12-83	39		2.25	8.43	77.19	17.94	2.99	7.00	98.57		4.58
2-01-84	53										
10-01-84	61	88.69	8.24	6.49	55.18	58.01	1.99	0.00	175.00	2901.33	7.92
23-01-84	74		8.46	1.37	6.75	69.15	45.51	1.99	104.28		35.02
6-02-84	88	152.60	8.86	1.01	7.40	74.14	2.26	0.99	125.00	3413.33	
17-02-84	99										
13-03-84	123	291.60	8.16	0.97	8.95	85.81	6.35	0.40	105.26	3754.66	29.07
30-03-84	140		8.13	1.37	4.28	49.30	11.30	1.20	105.26		32.24
9-08-84	7										
16-08-84	14		8.63	1.31	5.32	68.64	2.18	0.82	10.71	84.61	6.48
24-08-84	22										
13-09-84	42	180.30	7.46	1.09	4.67	56.60	0.91	0.84	4.28	84.61	1877.33
21-09-84	58										
20-09-84	65		7.00	1.10	6.23	71.77	0.00	0.32	0.00	177.27	11.67
11-10-84	78										
19-10-84	86	108.86	8.33	1.20	6.10	67.70	0.00	0.96	0.00	156.81	2047.99
31-10-84	98										
14-11-84	102	97.68	8.23	0.94	6.75	64.71	0.00	1.28	0.00	104.54	2047.99

ESTANQUE IX. PARAMETROS FISICO-QUIMICOS Y BIOLÓGICOS.

Fechas	Nº días	vol. agua	evapor.	transp.	Tª agua	Tª max.	Tª min.	vol. sed.	sol. susp.	salinid.	conduct.	cloruros	dureza	calcio
17-11-83	7	333.58	6.37	100.00	15.50	20.00	12.00	2.22						
23-11-83	13	316.90	3.68	100.00	19.00	20.00	12.00	2.22						
2-12-83	22	344.70	0.00	100.00	13.50	22.00	12.00	2.22	19.00	0.70	1300.00	186.12	36.40	56.00
12-12-83	32	305.78	3.49	100.00	10.00	18.00	6.00	2.22	25.80	1.50	1780.00			
19-12-83	39													
2-01-84	53	272.42	3.94	90.00	11.00	17.00	4.00	3.33						
10-01-84	61	319.12	3.48	100.00	7.50	16.00	4.00	3.33	30.40	1.80	2000.00	259.44	70.00	110.00
23-01-84	74	279.09	2.48	100.00	15.00	18.00	3.00	3.33	49.60	1.80	2000.00			
6-02-84	88	300.22	3.10	90.00	14.00	19.00	5.00	3.33	56.50	2.00	1900.00	509.48	80.00	144.00
17-02-84	99	309.12	3.55	70.00	9.00	21.00	5.00	4.44						
13-03-84	123	294.66	3.81	70.00	10.50	19.00	5.00	4.44	67.14	1.70	2220.00	396.68	85.00	153.60
30-03-84	140	292.44	3.50	60.00	18.00	24.00	5.00	4.44	114.00	1.80	2550.00			
10-04-84	151	283.54	8.55	70.00	15.00	26.00	13.00	5.55	66.00	1.80	2650.00	351.56	77.00	140.80
23-04-84	164	299.11	3.90	90.00	17.00	27.50	11.00	6.67						
11-05-84	182	298.00	4.17	90.00	19.00	29.00	13.00	6.67	114.66	2.30	2690.00			
23-05-84	194	316.90	4.45	90.00	17.00	26.00	11.00	7.78	49.33	1.90	2500.00	573.40	106.00	200.00
1-06-84	203	314.68	4.01	90.00	21.00	31.00	11.00	7.78	100.00	4.80	8000.00			
11-06-84	213	261.30	8.34	90.00	22.00	31.00	15.00	7.78						
2-07-84	234	223.50	10.68	80.00	32.50	36.00	17.00	8.89	25.66	3.50	4700.00	883.60	184.00	336.00
10-07-84	242	283.54	7.64	90.00	29.00	35.00	20.00	8.89						
19-07-84	251	272.42	8.84	70.00	33.00	36.00	21.00	8.89	132.00	3.10	4060.00			
26-07-84	258	275.76	8.61	90.00	27.50	37.00	22.00	8.89						
2-08-84	265	271.31	10.27	100.00	26.00	35.00	21.00	9.89	52.33			940.00	150.00	193.60
9-08-84	272	305.78	5.56	100.00	26.50	34.00	22.00	9.89						
16-08-84	279	303.56	5.66	100.00	28.00	34.50	20.00	9.89	132.66	3.00	3900.00			
24-08-84	287	292.44	6.53	100.00	24.00	35.00	20.00	9.89						
13-09-84	307	220.16	6.15	100.00	24.50	34.00	22.00	9.89	65.33	3.80	6200.00	1212.60	180.80	132.00
21-09-84	315	309.12	4.44	100.00	21.00	31.00	17.00	9.89	10.66	2.00	2100.00			
28-09-84	322	305.78	5.34	100.00	21.00	30.50	16.00	9.89						
11-10-84	335	276.87	5.21	100.00	17.50	27.00	11.00	9.89	45.33			827.20	170.40	328.00
19-10-84	343	329.13	1.75	100.00	19.50	24.00	14.00	11.11						
31-10-84	355	341.36	3.26	100.00	19.00	25.00	15.00	11.00	2.66	2.50	2940.00	733.20	161.20	272.00
14-11-84	369	366.94	2.13	100.00	12.00	23.00	10.00	12.23						

ESTANQUE IX. PARAMETROS FISICO-QUIMICOS Y BIOLÓGICOS.

Fechas	Nº días	magnesio	pH	alcalin.	ox. dis.	sat. ox.	nitratos	nitritos	amonio	fosfatos silicat.	sulfat. clorof. "a"
17-11-83	7										
23-11-83	13										
2-12-83	22	54.43	2.25	7.40	74.14	6.03	3.33		0.10	104.28	1877.33
12-12-83	32										
19-12-83	39		8.48	2.23	86.50	18.87	2.99	0.00		97.14	1.22
2-01-84	53										
10-01-84	61	103.27	8.21	1.95	7.14	62.24	63.67	1.33	0.00	106.25	3754.66
23-01-84	74		8.55	1.24	5.84	59.83	43.01	1.99	0.25	97.14	8.67
6-02-84	88	106.92	8.93	1.35	7.78	77.95	1.34	2.66	0.00	31.25	2754.66
17-02-84	99										
13-03-84	123	113.23	8.38	1.10	9.73	91.19	4.45	0.80	0.00	16.84	3754.66
30-03-84	140		8.99	0.86	7.53	82.02	6.00	0.00	0.00	25.26	12.90
10-04-84	151	101.57	8.47	1.50	7.01	71.82	14.50	0.00	0.33		23.14
23-04-84	164										8.61
11-05-84	182		8.40	0.60	8.43	97.11	0.00	1.86	0.00	101.55	2048.00
23-05-84	194	136.08	9.95	0.99	7.78	83.03	0.00	2.93	0.00	88.08	2048.00
1-06-84	203		7.99	1.82	7.91	91.12	1.29	0.21	2.50	89.17	12.97
11-06-84	213										
2-07-84	234	243.00	8.37	1.41	3.89	51.66	0.00	1.06	0.00	155.44	2048.00
10-07-84	242										2.87
19-07-84	251		8.31	1.65	4.54	60.29	1.02	0.73	27.00	99.36	9.72
26-07-84	258										
2-08-84	265	246.88		2.19	2.33	29.16	2.54	0.21	9.00	84.07	2047.99
9-08-84	272										3.15
16-08-84	279		8.13	1.12	2.85	36.77	1.88	1.37	0.80	7.71	188.46
24-08-84	287										0.00
13-09-98	307	359.15	7.17	1.63	3.24	39.95	1.90	1.10	0.40	4.28	2047.99
21-09-84	315										3.33
28-09-84	322		7.50	1.65	5.19	59.79	0.00	0.32	1.66	0.00	122.72
11-10-84	335										5.65
19-10-84	343	214.81	8.19	1.71	5.84	66.06	0.00	0.96	0.00	118.18	2047.99
31-10-84	355										6.02
14-11-84	369	226.47	8.10	1.39	6.23	59.73	0.00	1.12	0.00	74.54	2074.99
									0.00	0.00	3.10

ESTANQUE X. PARAMETROS FISICO-QUIMICOS Y BIOLÓGICOS.

Fechas	Nº días	vol. agua	evapor.	transp.	Tª agua	Tª max.	Tª mín.	vol. sed.	sol. susp.	salinid.	conduct.	cloruros	dureza	calcio
17-11-83	7	343.94	4.20	90.00	17.50	24.00	17.00	2.25						
23-11-83	13	327.03	3.73	90.00	20.00	24.00	16.00	2.25						
2-12-83	22	338.31	5.63	90.00	15.00	25.00	15.00	2.25	135.20	66.00	77700.00	22748.00	256.80	384.00
12-12-83	32	304.47	2.98	90.00	12.00	20.00	12.00	2.25	124.20	42.50	25600.00			
19-12-83	39													
2-01-84	53	298.84	3.26	90.00	12.00	19.00	7.00	3.38						
10-01-84	61	280.79	2.54	100.00	9.00	19.00	7.00	3.38	134.60			34874.00	445.00	912.00
23-01-84	74	242.45	2.63	100.00	15.00	21.00	4.00	3.38	140.00	71.20	102000.00			
6-02-84	88	311.24	2.67	100.00	17.00	23.00	10.00	5.63	117.75	48.00	32500.00	26226.00	435.00	884.00
17-02-84	99	276.28	3.49	100.00	10.00	26.00	8.00	5.63						
13-03-84	123	311.24	4.69	100.00	14.00	23.00	9.00	7.89	144.85	70.00	86000.00	24440.00	449.00	812.00
30-03-84	140	306.73	2.95	100.00	20.00	27.00	9.00	7.89	274.00	65.00	94000.00			
10-04-84	151	297.71	7.65	100.00	17.00	30.00	15.00	9.02	149.33	44.40	32000.00	21432.00	378.00	636.00
23-04-84	164	305.60	3.78	100.00	17.00	30.00	14.00	9.02						
11-05-84	182	319.13	3.10	100.00	19.00	32.00	17.00	9.02	358.00	58.00	37000.00			
23-05-84	194	329.28	3.57	100.00	18.00	31.00	15.00	9.02	91.33	51.00	34200.00	38164.00	360.00	632.00
1-06-84	203	327.03	3.50	100.00	24.00	34.00	15.00	9.02	85.60	58.00	38200.00			
11-06-84	213	270.64	7.81	100.00	24.00	35.00	18.00	9.02						
2-07-84	234	248.09	7.26	100.00	33.00	40.00	17.00	10.14	167.66	64.00	48000.00	37600.00	624.00	856.00
10-07-84	242	293.20	7.04	100.00	30.00	40.00	23.00	10.14						
19-07-84	251	281.92	8.27	100.00	34.00	41.00	23.00	10.14	172.00	62.00	43000.00			
26-07-84	258	289.81	7.47	100.00	28.00	41.00	26.00	11.27						
2-08-84	265	286.43	8.80	100.00	27.00	40.00	23.00	11.27	135.33			67454.40	494.00	806.40
9-08-84	272	312.37	5.31	100.00	27.00	40.00	23.00	11.27						
16-08-84	279	304.47	6.23	100.00	28.80	43.00	22.00	11.27	264.00	58.00	42000.00			
24-08-84	287	296.58	6.62	100.00	24.00	38.00	22.00	12.40						
13-09-98	307	219.90	6.40	100.00	25.00	37.00	20.00	12.40	177.00	62.00	47000.00	93342.00	661.00	1468.00
21-09-84	315	320.26	3.66	100.00	22.50	35.00	21.00	12.40						
28-09-84	322	313.50	4.94	100.00	21.50	32.00	19.00	13.53	148.00	19.00	30000.00			
11-10-84	335	283.05	5.11	100.00	17.50	30.00	13.00	13.53						
19-10-84	343	332.67	1.92	90.00	20.00	28.00	17.00	16.91	167.33			21582.00	393.60	632.00
31-10-84	355	341.69	3.67	90.00	18.50	27.00	17.00	16.91						
14-11-84	369	366.50	2.55	90.00	14.00	25.00	14.00	18.04	82.66	30.00	38000.00	20915.00	307.20	440.00

ESTANQUE X. PARAMETROS FISICO-QUIMICOS Y BIOLÓGICOS.

Fechas	Nº días	magnesio	pH	alcalin.	ox. dis.	sat. ox.	nitratos	nitritos	amonio	fosfatos	silicat.	sulfat. clorof. "g"
17-11-83	7											
23-11-83	13											
2-12-83	22	390.74		5.19	53.17	0.00	21.33		8.00	102.85	2116.26	
12-12-83	32											
19-12-83	39			0.45	20.77	199.13	1.84	18.66	45.75	98.57		9.67
2-01-84	53											
10-01-84	61	527.31	8.56	1.59	5.84	52.18	14.67	11.33	0.00	0.00	57.50	3242.66
23-01-84	74		8.52		5.19	53.17	15.34	9.66	0.25		91.42	16.26
6-02-84	88	568.62	8.42	3.38	5.19	55.38	31.01	3.99	0.00	1.00	10.00	3754.66
17-02-84	99											
13-03-84	123	597.78	7.94	2.35	5.45	54.60	27.60	2.40	0.00	0.00	2.10	3413.33
30-03-84	140		8.71	2.12	5.19	58.71	7.70	0.80	0.00	1.00	3.15	14.59
10-04-84	151	532.17	8.26	2.12	5.45	58.16	16.17	0.33	0.00			3242.66
23-04-84	164											
11-05-84	182		7.95	1.64	5.58	64.28	1.83	4.26	1.25	0.00	47.66	2150.40
23-05-84	194	490.86	8.24	1.88	8.30	99.41	0.00	4.00	0.00	0.00	17.61	2099.20
1-06-84	203		7.62	1.27	8.17	99.03	6.04	0.21	3.50	5.00	0.00	0.00
11-06-84	213											
2-07-84	234	996.30	8.11	1.93	2.98	39.57	0.46	1.06	0.00	0.00	7.25	2048.00
10-07-84	242											
19-07-84	251		8.04	2.27	2.46	32.66	1.37	0.63	2.00	6.00	1.27	0.00
26-07-84	258											
2-08-84	265	589.03		2.35	1.81	23.02	1.69	0.31	6.50	2.00	0.00	2047.99
9-08-84	272											
16-08-84	279		8.19	1.50	3.76	49.21	1.90	1.10	0.40	5.14	63.46	
24-08-84	287											
13-09-84	307	714.42	7.26	0.97	2.59	60.84	1.13	1.37	0.40	5.14	59.61	2047.99
21-09-84	315											
28-09-84	322		7.00	0.94	5.19	60.84	0.00	0.00	0.00	0.00	195.45	12.60
11-10-84	335											
19-10-84	343	572.50	8.23	1.07	5.06	57.23	0.00	1.60	0.00	0.00	204.54	2047.99
31-10-84	355											
14-11-84	369	479.19	8.02	0.71	5.32	53.30	0.00	0.64	0.00	0.00	154.54	2047.99



APENDICE II: Matrices de estimas absolutas de la abundancia de de los diferentes estados de desarrollo de las especies de cada estanque, durante el ciclo anual de estudio.

El número total de individuos lo constituyen únicamente, la suma de las larvas, pupas y adultos que forman parte de la comunidad acuática.













ESTANQUE I	Fechas:				24-08-84				13-09-98				21-09-84				28-09-84				11-10-84			
	Días transcurridos:				287				307				315				322				335			
Especies	L	P	A	E Total	L	P	A	E Total	L	P	A	E Total	L	P	A	E Total	L	P	A	E Total				
1 Chironomus riparius																								
2 Dasyhelea sp.1																								
3 Cricotopus sylvestris																								
4 Procladius sagittalis	984	60		20 1044	1152	18		56 1170	1824	24		20 1848	2244			28 2244	4752	42		136 4794				
5 Cloeon dipterum	366	6		231 372	468		1 168	468	648			48 648	654			180 654	204	12		96 216				
6 Polypedilus pullum	24			15 24	84		77 86	48				48 24				17 24	240			27 240				
7 Tanytarsus eajuncidus	12		1	28 12			1 99	84				84 36			2 86	36 60				19 60				
8 Cladotanytarsus atridorsum	12			12 252	24		32 276	164				25 164	84			132 84	996	24		64 1020				
9 Tipula sp.																								
10 Psectrocladius barbimanus																								
11 Culiseta longiareolata	810	18		152 828	192	12		56 204	678	18		28 696	738	12		4 740	102	12		4 114				
12 Anisops sardea																								
13 Helochares lividus																								
14 Agabus sp.																								
15 Potamocnecus corisyl																								

ESTANQUE II	Fechas:				24-08-84				13-09-98				21-09-84				28-09-84				11-10-84			
	Días transcurridos:				287				307				315				322				335			
Especies	L	P	A	E Total	L	P	A	E Total	L	P	A	E Total	L	P	A	E Total	L	P	A	E Total				
1 Chironomus riparius																								
2 Culiseta longiareolata				8		6						8 18		6 1		7								
3 Dasyhelea sp.1																								
4 Cricotopus sp.2	12			12																				
5 Procladius sagittalis	1236	78	2	32 1314	828	30		16 858	492	18		4 500	684	120	1	804 396	54			52 450				
6 Cricotopus sylvestris																				12 12				
7 Tipula sp.																								
8 Psectrocladius barbimanus																								
9 Ochthebius meridionalis																								
10 Tanytarsus eajuncidus		60	45	64 60																				
11 Cloeon dipterum	354		1	66 354	258		1 57	258			1 124	180		1 12	180	102				12 102				
12 Helicorisa vermiculata	35			19 35	270		136 70	406 480			128 120	608 360		220 30	580 720		484 60			1204				
13 Helochares lividus								6																
14 Polypedilus laetum	24			5 24	168		20 168	84	12		64 96	60 12		28 72	48 12	1 31	60							
15 Caenis luctuosa	192		1	35 192																				
16 Cladotanytarsus atridorsum	12		14	16 12	84		4 84	12	24	7 4	36 12		7 12							4				
17 Tanytarsus sp.2	492		4	492 72	24 4		96 72			9 9	72 12		11 20	12						7				

ESTANQUE III	Fechas:				24-08-84				13-09-98				21-09-84				28-09-84				11-10-84			
	Días transcurridos:				287				307				315				322				335			
Especies	L	P	A	E Total	L	P	A	E Total	L	P	A	E Total	L	P	A	E Total	L	P	A	E Total				
1 Chironomus riparius																								
2 Polypedilus laetum	36			4 36	12			4 12	12				12 12							24				
3 Cloeon dipterum	1230	36	1	28 1266	648	45		44 693	258			258 162	6 1		168 78					78				
4 Halipilus lineatocollis	1			1																				
5 Psectrocladius barbimanus	12			12 12				12																
6 Psectrocladius limbatellus																								
7 Dasyhelea sp.1																								
8 Tanytarsus eajuncidus			1								1													
9 Procladius sagittalis	1440	120	2	4 1560	984	12		994 588	6		594 648	6		654 552						552				
10 Culiseta longiareolata					156			156 90			90 6 1			7 138						138				
11 Cricotopus sylvestris																								
12 Caenis luctuosa			1	1																				
13 Cladotanytarsus atridorsum							1																	
14 Orthetrum cancellatum	108			188 48			48 36				36 36		1 36	30						30				
15 Tanytarsus sp.2	228	36	24	50 264	48 12	5	60 12	12 12			24 12			12						6				
16 Anisops sardea			1	1			1 1			1 1														
17 Cricotopus sp.2	12			12 12				12																
18 Helicorisa vermiculata											1 1													

ESTANQUE IV	Fechas:				24-08-84				13-09-98				21-09-84				28-09-84				11-10-84			
	Días transcurridos:				287				307				315				322				335			
Especies	L	P	A	E Total	L	P	A	E Total	L	P	A	E Total	L	P	A	E Total	L	P	A	E Total				
1 Culiseta longiareolata									66			66 48				48 54				12 54				
2 Psectrocladius liabatellus	24			24			1					12				12								
3 Dasyhelea sp.1																								
4 Cloeon dipterum	468			144 468	534	6 2	100 540	564	12		88 576	858		1 40	858 696					36 696				
5 Chironomus riparius																								
6 Procladius sagittalis	2220	78	8	20 2298	636	18		654 324			1 324	996	6		1012 1824					1824				
7 Halipilus lineatocollis																								
8 Caenis luctuosa									12			12 12			4 12	24				24				
9 Psectrocladius barbimanus																								
10 Hydroglyphus pusillus			1	1																				
11 Helicorisa vermiculata																								
12 Polypedilus laetum	120	12		60 132	12		2 8 12	12			4 12	84			84 72					8 72				
13 Tanytarsus eajuncidus	96	60	67	96 156	48		6 12	48			7 16	1008			1008 864					32 864				
14 Cladotanytarsus atridorsum	24	36		14 60			6 12																	
15 Culex pipiens pipiens																								
16 Tanytarsus sp.2		12	6	8 12							1 84		2 84	180	48 4	32 228								
17 Crocothemis erythraea															1 1									
18 Orthetrum cancellatum	12			12 36			36 24			1 24	30			30 42						42				
19 Anisops debilis perplexa			1	1																				
20 Cricotopus sp.2												12			12 12					12				
21 Microvelia pygmaea															1 1									



















STANQUE V	Fecha:				19-10-84				31-10-84				14-11-84				7-12-84			
	Días transcurridos:				343				355				369				392			
Especies	L	P	A	E Total	L	P	A	E Total	L	P	A	E Total	L	P	A	E Total				
1 Culiseta longiareolata	48			48	732			732	102			114	1338							
2 Chironomus riparius															1					
3 Procladius sagittalis	7056	42		132 7098	3564	90		320 3654	2616	30		124 2646	1920	12		40 1932				
4 Dasyhelea sp.1																				
5 Psectrocladius barbimanus																				
6 Cloeon dipterum	702	12		24 716		1	44 714	804				24 804	282	12		28 294				
7 Hydroglyphus pusillus																				
8 Cricotopus sp.2																				
9 Tanytarsus sp.2	1608	96	141	2056 1704	2520	144	318	1800 2664	1692	36	2	492 1738	720	12	3	28 732				
10 Tanytarsus ejuncidus				1																
11 Cladotanytarsus atridorsum	156	84		240	36			36	120			120	60	12		12 72				
12 Caenis luctuosa	12		3	4				4	12			12								
13 Microvelia pygmaea																				
14 Helochaetes lividus																				
15 Polypedilum laetum	84			40 84	12			12	12			12								
16 Helicorisa versiculata																				
17 Crocotheis erythraea	2			2																
18 Anisops debilis perplexa	36		5	41	18		20	38	6		13	19								
19 Ephydra sp.																				
20 Chironomus inersifrons																				
21 Tanytarsini sp.1																				

ESTANQUE VI	Fecha:				19-10-84				31-10-84				14-11-84				7-12-84			
	Días transcurridos:				343				355				369				392			
Especies	L	P	A	E Total	L	P	A	E Total	L	P	A	E Total	L	P	A	E Total				
1 Culiseta longiareolata	234			234	78			78	72			12	72	12						
2 Chironomus riparius																				
3 Cloeon dipterum	24	6		4 30	6			6	6			6								
4 Psectrocladius barbimanus																				
5 Tanytarsus ejuncidus	48		1	48	36	12	6	48	24	12		36	12			12				
6 Cricotopus sylvestris																				
7 Procladius sagittalis	972	6		8 978	576	24		600 1008	30			1038	840	12		4 852				
8 Dasyhelea sp.1																				
9 Hydroglyphus pusillus																				
10 Sigara lateralis	300		84	384	180		66	246	216		42	258	66		1	66				
11 Tanytarsus sp.2				2																
12 Helicorisa versiculata																				
13 Culex pipiens pipiens																				
14 Polypedilum laetum	108	36		144	252			252	120	24		144	276			276				
15 Ochthebius meridionalis																				
16 Tanytarsini sp.1																				
17 Dasyhelea sp.2																				
18 Cladotanytarsus atridorsum	48			48	36			36	48			48	48	12		4 60				
19 Helochaetes lividus																				
20 Anisops debilis perplexa																				

STANQUE VII	Fecha:				19-10-84				31-10-84				14-11-84				7-12-84			
	Días transcurridos:				343				355				369				392			
Especies	L	P	A	E Total	L	P	A	E Total	L	P	A	E Total	L	P	A	E Total				
1 Culiseta longiareolata				18 6				6 156				156 3168	6			3174				
2 Chironomus riparius																				
3 Dasyhelea sp.1																				
4 Cloeon dipterum	342	132		340 476	384			12 384	318			12 318	138	12		138				
5 Psectrocladius barbimanus																				
6 Dasyhelea sp.2																				
7 Procladius sagittalis	228			4 228	288			288 372	6		8	378 1944				1944				
8 Tanytarsus ejuncidus																				
9 Helicorisa versiculata	210		120	330	360		18	378 360			12	372 246			18	264				
10 Hydroglyphus pusillus																				
11 Tanytarsus sp.2		12	58	4 12	36		70	36 48	12	5	4	60 600		1	20	600				
12 Cricotopus sylvestris																				
13 Culex pipiens pipiens								4	120		1	120 12				12				
14 Polypedilum laetum	24		1	4 24				3 3				2 2								
15 Orthetrum cancellatum				1 1																
16 Anisops sardea							1	1												
17 Sigara lateralis													24 120			8 120				
18 Cladotanytarsus atridorsum			1						24			24 120				8 120				

ESTANQUE VIII	Fecha:				19-10-84				31-10-84				14-11-84				7-12-84			
	Días transcurridos:				343				355				369				392			
Especies	L	P	A	E Total	L	P	A	E Total	L	P	A	E Total	L	P	A	E Total				
1 Culiseta longiareolata	1284			28 1284	312			32 312	198	6		12 204		12	1	4 12				
2 Chironomus riparius																				
3 Dasyhelea sp.1																				
4 Dasyhelea sp.2																				
5 Cloeon dipterum	588	18		20 606	534			4 534	612			16 612	48			48				
6 Helicorisa versiculata																				
7 Tanytarsus sp.2	216		3	216	162		18	162 144			1	144 12				4 12				
8 Polypedilum laetum	792		1	36 792	2016			16 2016	612			4 612	408			408				
9 Anisops debilis perplexa																				
10 Procladius sagittalis	2712	18	2	72 2730	3744		88	3744 1680	30		80	1710 2160				4 2160				
11 Tanytarsus ejuncidus																				
12 Tanytarsini sp.1																				
13 Cladotanytarsus nancus	1404	24	3	468 1428	2256	84	1	152 2348	908			4 908	168			168				
14 Orthoclaadiinae sp.1																				
15 Psectrocladius barbimanus									12			12 12				12				









ESTANQUE IX	Fechas:		23-05-84				1-06-84				11-06-84				2-07-84				10-07-84			
	Días transcurridos:		194				203				213				234				242			
	Especies	L	P	A	E Total	L	P	A	E Total	L	P	A	E Total	L	P	A	E Total	L	P	A	E Total	
1 <i>Culiseta longiareolata</i>	1470	12	2	56	1482	900	24		924	366			366	1560	36			1596	1770			1770
2 <i>Chironomus riparius</i>				2																		
3 <i>Procladius sagittalis</i>	348			4	348	567			567	780	6		786	732	12		8	744	612		4	612
4 <i>Cloeon dipterum</i>	12				12	9			9	6			6	50	1	4	50	12				12
5 <i>Dasyhelea sp.1</i>																			24			24
6 <i>Tanytarsus ajuncidus</i>	24			4	24	12			12													
7 <i>Psectrocladius barbimanus</i>	48			4	48	30			30	12			12	48			48	60	12			72
8 <i>Helicorisa vermiculata</i>			1	1	3				3	5			5	2	6	8				2		2
9 <i>Microsetra atrofasciata</i>																						
10 <i>Hydroglyphus pusillus</i>					3				3	6	1		7									
11 <i>Cricotopus sylvestris</i>										12			12									
12 <i>Polypedilum laetum</i>																			12			12
13 <i>Ochthebius meridionalis</i>																			1			1
14 <i>Dasyhelea sp.2</i>																			12			12
15 <i>Tanytarsus sp.2</i>																						
16 <i>Cladotanytarsus stridorsum</i>																						
17 <i>Halochares lividus</i>																						
18 <i>Eptodra</i>																						
19 <i>Chironomini sp.1</i>																						
20 <i>Coenis luctuosa</i>																						
21 <i>Microvelia pygmaea</i>																						
22 <i>Anisops debilis perplexa</i>																						
23 <i>Polypedilum scalaenum</i>																						

ESTANQUE X	Fechas:		23-05-84				1-06-84				11-06-84				2-07-84				10-07-84			
	Días transcurridos:		194				203				213				234				242			
	Especies	L	P	A	E Total	L	P	A	E Total	L	P	A	E Total	L	P	A	E Total	L	P	A	E Total	
1 <i>Eptodra sp.</i>										12	42		2	64	14	30	4	44	78	6	8	78

ESTANQUE IX	Fecha:		19-07-84				26-07-84				2-08-84				9-08-84				16-08-84			
	Días transcurridos:		251				258				265				272				279			
Especies	L	P	A	E Total	L	P	A	E Total	L	P	A	E Total	L	P	A	E Total	L	P	A	E Total		
1 <i>Culiseta longiareolata</i>	1524			20 1524	492	18		510	738			8 738	906	6		8 912	792	6		798		
2 <i>Chironomus riparius</i>				20 576	1188			16 1188	1632	72	1	20 1704	1992	6		92 1998	2460			56 2460		
3 <i>Procladius sagittalis</i>	576			20 576	1188			16 1188	1632	72	1	20 1704	1992	6		92 1998	2460			56 2460		
4 <i>Cloeon dipterum</i>	24		1	24 36			2 36	30	6		16 36	180	6	1	16 186	252	6	1	56 250			
5 <i>Dasyhelea sp.1</i>				1			1	12		2					6	132	6	5	45 138			
6 <i>Tanytarsus ejuncidus</i>																						
7 <i>Psectrocladius barbimanus</i>	36			4 36	36			36 96				4 96	48			48 24				24		
8 <i>Heliocorisa vermiculata</i>			5	5			1															
9 <i>Microsectra atrofasciata</i>																						
10 <i>Hydroglyphus pusillus</i>	18		1	19 6			6 18					18 24				24 12				12		
11 <i>Cricotopus sylvestris</i>																						
12 <i>Polypedilum laetum</i>	12			12 12			12 12					12 24				4 24	48			8 48		
13 <i>Ochthebius meridionalis</i>																						
14 <i>Dasyhelea sp.2</i>								12				12								3		
15 <i>Tanytarsus sp.2</i>					12		1 5	12 12	36	1	33 48	144	24	1	68 168							
16 <i>Cladotanytarsus atridorsum</i>								12		1	4 12	12			4 12	36			2 8	36		
17 <i>Helochaetes lividus</i>																			1	1		
18 <i>Ephydra</i>																			1	1		
19 <i>Chironomini sp.1</i>																						
20 <i>Caenis luctuosa</i>																						
21 <i>Microvelia pygmaea</i>																						
22 <i>Anisops debilis perplexa</i>																						
23 <i>Polypedilum scalaenum</i>																						

ESTANQUE X	Fecha:		19-07-84				26-07-84				2-08-84				9-08-84				16-08-84			
	Días transcurridos:		251				258				265				272				279			
Especies	L	P	A	E Total	L	P	A	E Total	L	P	A	E Total	L	P	A	E Total	L	P	A	E Total		
1 <i>Ephydra sp.</i>	48	36	4	19 76		12		2 12	24	32	2	13 56		18	58	8 10 68	24	40	6 28	64		

ESTANQUE IX	Especies	24-08-84 287				13-09-88 307				21-09-84 315				28-09-84 322				11-10-84 335			
		L	P	A	E Total	L	P	A	E Total	L	P	A	E Total	L	P	A	E Total	L	P	A	E Total
	1 <i>Culiseta longiareolata</i>	432	138		34 570	150	54	1	200 204	60	6		24 66	12			36 12				14
	2 <i>Chironomus riparius</i>																				
	3 <i>Procladius sagittalis</i>	1404	30	2	72 1434	3276	6		60 3282 4644				72 4644 3288	6			12 3294 2424	12			16 2438
	4 <i>Cloeon dipterum</i>	516			256 516	360		2	56 360 304	6			60 312 444	12	3	48	456 552	54	1		24 606
	5 <i>Dasyhelea sp.1</i>	12	30	3	76 42																
	6 <i>Tanytarsus ejuicidus</i>					156	24	2	60 180 168	12	1	116	180 108	48	18	108	156 68	36			12 94
	7 <i>Psectrocladius barbimanus</i>	12			4 12	12			12												
	8 <i>Helicorisa venicula</i>																				
	9 <i>Microsectra atrofasciata</i>					6			6												
	10 <i>Hydroglyphus pusillus</i>	6																			
	11 <i>Cricotopus sylvestris</i>					12	4	84	276 84	12			72 96 60				80 60 48				24 48
	12 <i>Polypedilum laetum</i>	12			12 264																
	13 <i>Ochthebius meridionalis</i>																				
	14 <i>Dasyhelea sp.2</i>			8				1	120	24	3	12	144 60		18	16	60 36		15	4	36
	15 <i>Tanytarsus sp.2</i>				4 72				12 72 108				16 108 60			24	60 64	12			12 74
	16 <i>Cladotanytarsus atridorsus</i>																				
	17 <i>Halochares lividus</i>																				
	18 <i>Ephydra</i>																				
	19 <i>Chironomini sp.1</i>	3			3 24				24 24				24 12				12 24		1		24
	20 <i>Coenis luctuosa</i>							1	1												
	21 <i>Microvelia pygmaea</i>											2	2							1	1
	22 <i>Anisops debilis perplexa</i>																				
	23 <i>Polypedilum scalaenum</i>																				

ESTANQUE X	Especies	24-08-84 287				13-09-88 307				21-09-84 315				28-09-84 322				11-10-84 335			
		L	P	A	E Total	L	P	A	E Total	L	P	A	E Total	L	P	A	E Total	L	P	A	E Total
	1 <i>Ephydra sp.</i>	12	6		4 18	12	42	1	28 54	12	20	1	12 32 36	7	1	4	45 12	12	12		11 24

