Bistua:Revista de la Facultad de Ciencias Básicas.2014.12(1):46-67

DINAMICA ESPACIO-TEMPORAL DE LA COMUNIDADD DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS DE LA QUEBRADA "LA TIGRA", PAMPLONITA, COLOMBIA.

Claudia Rico[1], Mayerly Paredes[1], Nelson Fernández[1]

[1]Laboratorio de Investigaciones en Hidroinformática, Grupo de Investigación en Ecología y Biogeografía, Facultad de Ciencias Básicas.Universidad de Pamplona.

Resumen

La estructura y dinámica espacio-temporal de comunidades biológicas puede ser efectivamente abordada a través de descriptores como la abundancia, frecuencia, diversidad y especificidad complementada con los resultados provenientes de la aplicación de técnicas de clasificación inversa y directa. En este contexto se llevó a cabo un estudio limnológico que consideró la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en tres estaciones de la quebrada "La Tigra", ubicada en la Granja Experimental Villa Marina de la Universidad de Pamplona (Colombia), a alturas comprendidas entre 1.190 y 2.200 msnm. El estudio que abarcó periodos de lluvias altas y bajas, tuvo como principal propósito determinar los patrones espacio-temporales de la estructura de la comunidad, producto del auto-ensamble y auto-organización de los macroinvertebrados. Dentro de los 1.363 individuos pertenecientes a 24 familias, 12 órdenes y 31 especies, se destacó la aparición de *Pharceonus* sp., no reportada hasta ahora para la región. Las especies de mayor dominancia fueron *Hydropsiche* sp., *Thraulodes* sp.2 y *Anchytarsus* sp., las cuales coparon el 37% de la abundancia total. Acorde con una aplicación especial del índice de Shanon-Weiner se pudo determinar que las especies más euritipicas fueron *Hydropsiche* sp. y *Cryphocricos* sp. y las más estenotipicas *Brachyura* sp., *Odontomyia* sp. y *Argia* sp. Por su parte el análisis de clasificación directa mostró la marcada división de la comunidad en dos grupos jerárquicos acorde con la dominancia y abundancia de los taxa, de manera que el primer grupo estuvo encabezado por *Hydropsiche* sp. quién dominó en las estaciones 1 y 2, mientras que *Rhagovelia* sp. lo hizo en la estación 3; ambos taxa dominaron en la totalidad de los monitoreos. El análisis de clasificación inversa definió la existencia de 7 grupos jerárquicos que tuvieron su sustento en las preferencias tróficas de los taxa, además de las proporciones en espacio y tiempo de sus abundancias. Finalmente, a partir de los resultados obtenidos para la fisicoquímica del agua a través del análisis de componentes principales se observó que los procesos de mineralización favorecieron a taxa como *Hydropsiche* sp. y *Anchytarsus* sp., y los de oxido-reducción a *Hydropsiche* sp., *Thraulodes* sp.2 y *Cryphocricos* sp.

ISSN 0120-4211 46-67

Palabras clave*: Comunidad ecológica, análisis de clasificación, especificidad, diversidad.*

ABSTRACT

Temporal/spatial structure and dynamics of biological communities can be studied by means of abundance, frequency, diversity and specificity descriptors. These analyses can be complemented with clustering techniques for hierarchical structure determination. In this context, a limnological study that considered the benthic macroinvertebrates community was carried out in three places of the “la tigra” stream at “Villa Marina," a farm of the University of Pamplona (Colombia). The farm are located among 1,190 and 2,200 meters of altitude. The study taken into account high and low rains periods. The main purpose was to determine the temporal/spatial patterning of the macroinvertebrates community, as the result of their self-assemblages and self-organization. From the 1,363 individuals of the 24 families, 12 orders and 31 species Pharceonus sp. appearance, a specie no reporting so far in the region, was remarkable. The species with most dominance were Hydropsiche sp., Thraulodes sp.2 y Anchytarsus sp. that covered the 37% of the total abundance. According with the special application of Shanon-Weiner biodiversity index was possible determine the most-generalits species such as Hydropsiche sp. y Cryphocricos sp., and the most specialist such as Brachyura sp., Odontomyia sp. y Argia sp.. The direct classification clustering analysis showed two hierarchical groups according with the dominance of Hydropsiche sp. at locations I and II while Rhagovelia sp. was more dominant at location III. Both taxa, Hydropsiche sp. and Rhagovelia sp. dominate in all monitoring. The inverse classification clustering analysis showed seven hierarchical groups according with the trophic preferences. Finally, from the results of principal component analysis of physicochemical variables depicted that mineralization processes favored to Hydropsiche sp. y Anchytarsus sp., and the redox processes to Hydropsiche sp., Thraulodes sp.2 y Cryphocricos sp.

Key Words: Ecological community, clustering analysis, diversity, specifity.

*Para citar este artículo: Rico C, Paredes M, Fernández N. **Bistua** 2014.12 (1):46-67

+ Autor para el envio de correspondencia y la solicitud de las separatas: Fernandez N.Laboratorio de Investigaciones en Hidroinformática, Grupo de Investigación en Ecología y Biogeografía, Facultad de Ciencias Básicas.Universidad de Pamplona.email:nfernandez@unipamplona.edu.co,

Recibido: Octubre 15 de 2013 Aceptado: Abril 25 de 2014

ISSN 0120-4211 46-67

INTRODUCTION

En la naturaleza, tanto en zonas terrestres como en sistemas acuáticos, se presentan ensambles de distintas especies con diferentes proporciones y dinámicas. Así, las comunidades de organismos, con rasgos como características propias y presencia en espacio y tiempo determinados, son la suma de las interacciones que ocurren dentro de su sistema. Dichas interacciones son las que hacen que la comunidad sea más que la suma de sus partes y las que explican el comportamiento y la estructura del conjunto. De esta manera, investigaciones referidas a la ecología de comunidades, han de considerar el estudio de patrones tanto en estructura como en comportamiento de los ensambles del conjunto de poblaciones multi-especificas (Begon, 2006). Paralelamente, al tener en cuenta el medio en donde se desarrolla una comunidad, se puede establecer que esta depende especialmente de la estabilidad de su hábitat, el cual provee los recursos para el desarrollo de las poblaciones residentes (Cummins, 1979; Ward y Stanford, 1979; Malmqvist y Otto, 1987). A su vez, la estructura de la comunidad ensamblada y potencialmente determinada por varios factores medioambientales, actúa en el hábitat a diferentes escalas de espacio y tiempo (Stevenson, 1997; Snyder *et al*., 2002). Como respuesta a estas escalas y a las interacciones entre individuos mencionadas anteriormente, se genera entre las especies, una estructuración jerárquica, que para efectos de estudio puede ser analizada a partir (i) del cálculo de descriptores integrales y (ii) la relación numérica de sus taxa (Lenat, 1988; Park *et al*., 2007). Para el primer caso se tiene que entre los descriptores comúnmente analizados están la abundancia (número de individuos presentes en espacio y tiempo) y la riqueza (cantidad de especies presentes en espacio y tiempo). Por medio de tales descriptores es posible representar y comparar los taxa de una comunidad al tener como base información cuantitativa (densidad, biomasa, etc). Sin embargo, al realizar de estudios de relación numérica de taxa en comunidades ecológicas, se debe tener en otros indicadores como los relativos a la diversidad y especificada, debido a que de no hacerlo se pierde información

relacionada con la generalidad o rareza de algunas especies (Ramírez, 2005; Begon, 2006). En este sentido los análisis de diversidad y especificidad permiten establecer además de la variedad de especies, su clasificación en cuanto a términos de euritipia y estenotipia en una dimensión espacio-temporal. Para el segundo caso, el estudio matemático de la relación numérica de los taxa tiene como fundamento el análisis desde matrices de grandes dimensiones de taxa vs estaciones y muestreos; hecho que hace muy complejo su análisis (Goodall, 1954). En este sentido, la aplicación de la estadística multivariada para el estudio de la estructura jerárquica de manera más estricta, se amplió enormemente durante las dos décadas pasadas (Gauch, 1982; Legendre y Legendre, 1998). Entre estos métodos, el análisis de componentes principales (ACP), una técnica de ordenación lineal, fué el más frecuentemente utilizado (Townsend *et al*., 1997; Grossman *et al*., 1998; Brosse *et al*., 1999ª; Lamouroux *et al*., 1999), debido a la reducción de las dimensiones y su capacidad en la exploración de datos (Gauch, 1982). Este tipo de técnica multivariada simplifica grandes cantidades de datos con una pérdida razonable de información y determinan la intercorrelación entre variables de interés (Grossman *et al*., 1991). Sin embargo, la información obtenida por técnicas como el ACP presenta algunas desventajas puesto que las relaciones entre variables ambientales son a menudo no lineales (James y McCulloch, 1990), mientras que los métodos utilizados en estos métodos de ordenación se basan en el precepto de la linealidad (Giraudel y Lek, 2001). Lo anterior da como resultado distorsiones y específicamente para el ACP el conocido efecto de herradura, producto de las curvas de respuesta de las especies. Para contrarrestar este tipo de situaciones es común utilizar transformaciones de las variables que pueden mejorar los resultados, sin embargo este procedimiento puede llevar frecuentemente a la perdida de parte de la información contenida en la totalidad de los datos (Lek *et al.,* 1996; Pennington, 1996; Brosse *et al*., 1999b). De igual forma, observaciones ecológicas relevantes, pero inusuales, se suprimen con frecuencia para reducir la heterogeneidad de los datos (Gauch

1982; Copp *et al.,* 1994). Aunque estos métodos satisfacen las técnicas estadísticas, predisponen la interpretación ecológica de los resultados (Fore *et al.,* 1996).Para superar estas dificultades, diferentes métodos han sido desarrollados entre ellos el escalamiento multidimensional no métrico (Giraudel y Lek, 2001) y alternativamente técnicas de clasificación. Estas últimas, a través de la aplicación de índices de afinidad y disimilaridad, buscan precisar cuáles de los taxa manifiestan estructuras o respuestas similares (Ramírez, 2005), un enfoque más acertado que se ha consolidado en el contexto ecológico como una de las mejores opciones en el tratamiento de los datos. En el análisis de clasificación se puede estimar la relación biológica existente entre diversos taxa y a su vez su relación directa con el ambiente en el cual se encuentran. Igualmente mediante el agrupamiento de patrones similares en el análisis de clasificación se permite una simplificación del conjunto total de variables. Tanto en estudios espaciales como temporales, los análisis de clasificación pueden realizarse de manera directa, conocida como matriz *Q*, mediante la comparación de estaciones, o en forma inversa si se clasifican las especies, conocida como matriz *R* (Ramírez, 2005).En este contexto, la actual investigación abordó el estudio de la dinámica espacio-temporal de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos de la quebrada “La Tigra” en la granja universitaria de Villa Marina en Colombia, a través de descriptores ecológicos como abundancia, diversidad, especificidad y frecuencia, así como la aplicación de métodos estadísticos de clasificación. De igual manera los resultados se contrastaron con la dinámica fisicoquímica producto de un Análisis de Componentes Principales (ACP). A través del anterior enfoque se pudo encontrar los patrones jerárquicos de la comunidad para periodos de lluvias altas y bajas, lo que hace manifiesta su utilidad en estudios ecológicos.

1. ASPECTOS METODOLÓGICOS

1.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA

La investigación realizada se llevó a cabo en La Quebrada “La Tigra” ubicada en la Granja Experimental Villa Marina, municipio de Pamplonita, vereda Matajira, Norte de Santander-Colombia. La quebrada

ISSN 0120-4211 46-67

"La Tigra" se encuentra en un rango altitudinal entre 1190 y 2200 msnm, la localización geográfica es 07º32′12.78″ N y 72º38′1.61″ W. La temperatura media anual es de 25º C. La zona de vida pertenece al bioma de selva subandina (Camacho y Páez 1990), que equivale a la zona de vida de bosque húmedo montano bajo (Holdridge 1967). Las aguas de "La Tigra" llegan al Río Pamplonita, que nace al sur del departamento, en la ciudad de Pamplona a una altura de 3.200 msnm y una temperatura de 8º centígrados y desemboca en el Río Zulia al norte del departamento, en el municipio de Puerto Santander a una altura de 50 msnm con una temperatura de 30 grados centígrados.

1.2 MONITOREO Y ANÁLISIS

1.2.1 Monitoreo y Análisis Fisicoquímico

El monitoreo fisicoquímico correspondió a una muestra compuesta (suma de las tres estaciones), dado que no se hallaron diferencias significativas entre estaciones ($p>0.05$). Las variables fisicoquímicas *in situ* se registraron con la utilización del multiparámetro de campo Metler-Toledo. Las pruebas fisicoquímicas *ex situ* se analizaron en el laboratorio de control de calidad de la Universidad de Pamplona de acuerdo con los métodos normalizados sugeridos por APHA (1995).

1.2.2 Monitoreo y Análisis Biológico

Para la colección de las muestras biológicas se empleó una red Surber de 25 x 25 cm de 500 micras de ojo de malla, y recolección manual (en piedras o rastrojos) en la parte central de la quebrada "La Tigra", para la captura de los organismos vivos, los cuales fueron almacenados en bolsas de polietileno o en frascos adicionándoles solución FAGA 1:1 (Formol; Alcohol; Glicerina y Agua destilada) para su preservación. Posteriormente, las muestras fueron separadas en cajas petri, en las cuales se limpiaron los restos de material orgánico e inorgánico. La identificación se realizó mediante las claves taxonómicas de Edmonson (1959); Roldán (1988); Mc. Cafferty (1981); Needham & Needham (1962); Brinkhurst y Marchese (1992); Pennak (1978). La descripción se realizó con estereoscopio (Carlzeiss, modelo DV4), oculares 25X y 10X.

1.3 TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1.3.1 Datos fisicoquímicos

_ Valoración de la Calidad del Agua a través de Índices de Contaminación (ICOs)

Para tal fin se utilizó el Software ICATEST V1.0 (Fernández et al., 2004), por medio del cual se llevó a cabo un análisis comparativo a partir de la aplicación de los índices de contaminación propuestos por Ramírez y Viña (1998), como fueron: ICOMO (Índice de Contaminación por Materia por Mineralización); ICOMI (índice de contaminación por mineralización), ICOSUS (Índice de Contaminación por Sólidos Suspendidos) e ICOpH (Índice de Contaminación por pH).

_ Análisis Multivariado de Componentes Principales (ACP)

El ACP se realizó en concordancia con las recomendaciones explicitas en Ramírez et al (2005), a partir del establecimiento de una matriz de monitoreos (estaciones-períodos) vs. variables, para lo cual se aplicó el software XLSTAT 2007(http://www.xlstat.com/es/company/news/xlstat20071.htm). La secuencia metodológica llevada a cabo fue la siguiente: (1) cálculo de las correlaciones entre variables por medio del coeficiente de Pearson; (2) determinación de los valores propios y porcentaje de la variación de cada uno de los componentes; (3) obtención de los vectores propios; (4) cálculo de las coordenadas de las variables fisicoquímicas y de las estaciones; (5) graficación.

1.3.2 Datos Biológicos

_ Análisis de diversidad y especificidad

Para el análisis de diversidad se calcularon los índices Shannon y Wiener(1949), Margalef (1957) para riqueza y el índice de Equitabilidad de Pielou (1966). Para el análisis de especificidad se cálculo del índice de diversidad de Shannon y Wiener (Op. Cit.), en concordancia con los lineamientos de Ramírez (2005), de manera que el índice fue calculado en forma horizontal en la matriz de número de individuos, por lo que se involucró la abundancia de cada especie en todos los monitoreos. Así,

se obtuvo el indicador para la especie en términos de euritipia y estenotipia.

_ Análisis de Clasificación para el agrupamiento de taxa

A partir del establecimiento de una matriz muestreos-estaciones vs. especies, en términos de abundancia, se llevó a cabo un análisis aglomerativo jerárquico politético de agrupación promedio, clasificación directa (tipo Q) y clasificación inversa (tipo R) (Ramírez, 2005). La distancia utilizada fue la distancia métrica, de la cual deriva el índice de disimilaridad de Bray-Curtis (1957) de acuerdo a la siguiente ecuación (Ecuación 1):

$$D_{jk} = \frac{\sum_{j=1}^{S} \left| X_{ij} - X_{ik} \right|}{\sum_{j=1}^{S} \left(X_{ij} + X_{ik} \right)} \quad \text{Ec. (1)}$$

Donde D $_{jk}$ es la disimilaridad entre las estaciones *j* y *k, X* $_{ij}$ la abundancia de la especie *i* en la estación *j, X*$_{ik}$ la abundancia de la especie *i* en la estación *k* y S el número de especies que se comparan. El método de agrupamiento correspondió al medio ponderado calculado por pares de entidades con mayores afinidades (j,k) y las entidades restantes (h) de acuerdo a la siguiente ecuación (Orloci, 1978) (Ecuación 2):

$$A_{(j,k)(h)} = \frac{1}{2}\left\{ A_{(j,h)} + A_{(k,h)} \right\} \quad \text{Ec. (2)}$$

El análisis de clongomerados o agrupamientos se llevó a cabo con soporte en los softwares: BioDiversity Pro V2.0 (http://www.nhm.ac.uk/zoology/bdpro/) y Past (http://www.folk.uio.no/ohammer/past).

2. RESULTADOS Y DISCUSION

2.1 DINÁMICA FISICOQUÍMICA Y VALORACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA

2.1.1 Análisis Multivariado de Componentes Principales (ACP)

Como se explicó en el apartado metodológico, el ACP se llevó a cabo a partir de la normalización y el cálculo de la matriz de correlaciones dado que se conjugaron datos con diferentes unidades. Dicha matriz se observa en la tabla 1.

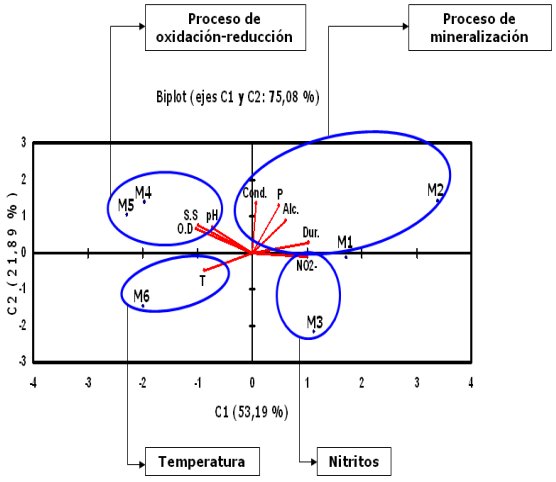
Tabla 1 Matriz de Correlaciones entre variables fisicoquímicas

Variables	pH	Conduc.	S.S	Dur.	Alc.	O. D	NO_2^-	P	T
pH	**1**								
Conduc.	-0,153	**1**							
S.S	0,606	0,400	**1**						
Dur.	-0,446	0,064	-0,788	1					
Alc.	0,024	0,202	-0,348	0,737*	1				
O.D	0,856*	0,105	0,916*	-0,773	-0,246	1			
NO_2^-	-0,424	-0,143	-0,869	0,796*	0,360	-0,787	**1**		
P	0,144	0,474	-0,106	0,553	-0,443	-0,118	0,508	**1**	
T	0,539	-0,453	0,502	-0,585	-0,459	0,593	-0,672	-0,394	**1**

** Coeficientes significativos a un 95% de confiabilidad (Ramírez y Viña, 1998)*

De las 4 relaciones significativas halladas se destacó la referida a la dureza y alcalinidad, dado que reflejaron las condiciones de mineralización prevalecientes en el sistema. La relación entre Oxigeno disuelto- sólidos suspendidos (0,916) atañe a la pendiente del sistema que proporciona mayores reoxigenaciones y arrastres de material. En cuanto al Análisis de Componentes Principales (ACP) (Fig. 1), se presentó una variación explicada de la dinámica fisicoquímica del sistema "La Tigra" en los dos primeros componentes del 75%, porcentaje referido como alto. Acorde con este análisis, se obtuvo en cuanto a la espacio-temporalidad fisicoquímica y la época climática expresada en niveles de precipitación y temperatura, (Fig. 2), que los monitoreos 4 y 5 propios de un evento transicional de sequia a lluvias reflejaron procesos de oxidación-reducción de materia orgánica y sólidos suspendidos, con aumento del nivel de precipitación y bajas en el nivel de temperatura.

Figura 1 Distribución de los monitoreos (M1, M2, M3, M4, M5 y M6) y las variables fisicoquímicas (T: temperatura; O.D: oxígeno disuelto; S.S: sólidos suspendidos; Cond.: Conductividad; P: fósforo; Alc.: Alcalinidad; Dur.: Dureza; NO_2-: nitritos) en los 2 primeros componentes principales.



En los monitoreos 1 y 2 (época lluviosa) se observaron procesos de mineralización agrupados con presencia de nutrientes como el fósforo. En estos monitoreos se presentaron temperaturas bajas con los niveles más elevados de precipitación registrados en el estudio (Fig 2); en el monitoreo 3 (época seca) se presentó la disminución de procesos de oxidación-reducción, además de la influencia en cierta medida de niveles de nitritos. En este monitoreo se dieron bajas temperaturas y bajas precipitaciones, condiciones típicas del periodo de sequía. Por su parte en el monitoreo 6 (lluvias), se evidencia una clara disminución de procesos de mineralización y los mayores aumentos de temperatura. Es de gran importancia señalar que en las gráficas de temperatura y precipitación no se presenta el monitoreo 6 debido a que en la base de datos del IDEAM no se encontraron registros de esta época

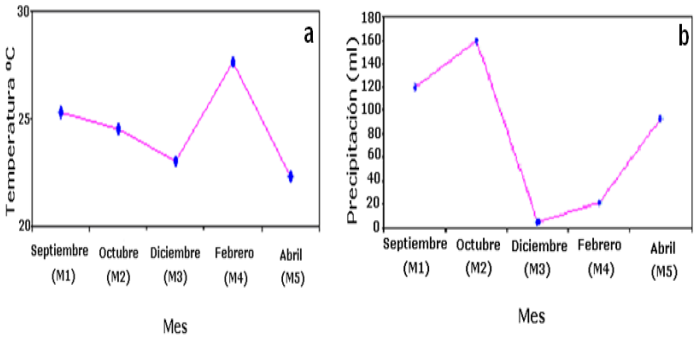


Figura 2 Variables Climáticas en el Periodo de Estudio
(a) Temperatura (b) Precipitación

2.1.2 Valoración de la Calidad del Agua a través de Índices de contaminación (ICOs)

De acuerdo a los resultados expuestos en la tabla 2, la calidad del agua de la Quebrada la Tigra, en todos los monitoreos se consideró excelente o buena, sobre la base de los indicadores de contaminación propuestos (Ramírez y Viña, 1998), en los que se evidenció que para los monitoreos 1 y 2 se dieron las menores condiciones de contaminación por procesos de mineralización, y en el monitoreo 6 un aumento de contaminación por pH. Estos valores se asociaron con variaciones registradas en épocas climáticas de transición, lo que ocasiona reducción o aumento de caudales.

ISSN 0120-4211 46-67

Tabla 2 **Evolución de la calidad del agua en cada monitoreo.**

Monitoreos	M1	M2	M3	M4	M5	M6
ICOSUS	0	0	0	0	0	0
ICOMO	0,093	0,117	0,157	0	0	0
ICOpH	0,008	0,006	0,011	0,058	0,056	0,256
ICOMI	0,18	0,271	0,178	0,202	0,197	0,161
CONTAMINACIÓN	NULA	BAJA	MEDIA	ALTA	MUY ALTA	

ICOSUS: *índice de contaminación por sólidos suspendidos;* ICOMO: *índice de contaminación por materia orgánica;* ICOpH: *índice de contaminación por pH;* ICOMI: *índice de contaminación por mineralización.*

2.2 ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS DE LA QUEBRADA "LA TIGRA"

2.2.1 Evaluación de la Abundancia

Los órdenes registrados en la quebrada "La Tigra", que presentaron mayores abundancias se pueden observar en la figura 3, en la que sobresalen Trichoptera, Ephemeroptera, y Coleoptera, los cuales abarcaron el 77,61% de la abundancia total.

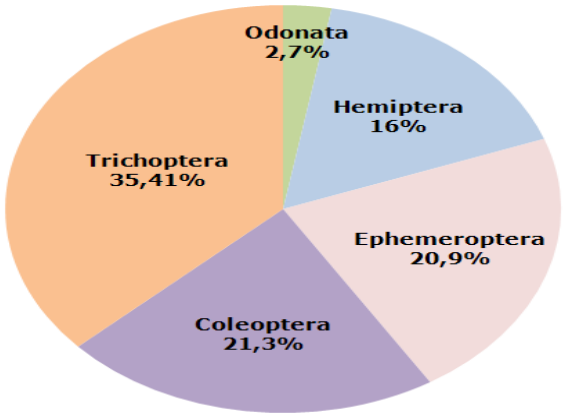


Figura 3 Registro de órdenes de macroinvertebrados bentónicos con mayor abundancia.

A nivel de familia se registró un total de 24 taxa. La familia más destacada en cuanto a su abundancia fue Hydropsychidae con una dominancia porcentual de 18.4%. Le siguieron en su orden Leptophlebiidae, Elmidae, Ptilodactylidae y Naucoridae, que en conjunto sumaron el 67% de la abundancia total. El restante 33% se distribuyó en 19 familias con una abundancia de 452 individuos.

A nivel de especie, se registraron 31 taxa que se listan en la tabla 3 y para cada uno de los cuales se consideró la abundancia, el porcentaje de dominancia y la frecuencia. De esta forma se pudo determinar que la especie más frecuente fue *Cryphocricos* sp. y la más dominante *Hydropsiche* sp.

En cuanto a la relación existente entre los descriptores mencionados y las épocas climáticas se estableció que en la época lluviosa se presentaron mayores abundancias (74.7%), comparativamente con la temporada seca se (25.2%).

En cuanto a la variación espacio-temporal de la riqueza, el monitoreo con mayor cantidad de especies fue el 5 en la estación número 3 (M5E3)

con 17, además aportó 3 especies nuevas a la diversidad existente hasta el momento, evento que equilibró la dominancia de *Rhagovelia* sp. la cual fue la más baja en el ciclo de muestreos (Tabla 4). Para el subsiguiente monitoreo el rasgo destacable fue la mayor abundancia del ciclo que se observó en el monitoreo 6, estación 1, con 124 organismos. Consecuentemente se destaca la estación 1 por su abundancia que presentó el 41,3% de la totalidad, seguida por la estación 2 con 36.6% y la estación 3 con 22%. Referente a la riqueza, en el monitoreo 2, estación 2, se presentó la mayor cantidad de especies con un valor de 18 especies. Con relación a la aparición de especies diferentes, se presentó la mayor cantidad en el monitoreo 1, estaciones 2 y 3, y monitoreos 2 y 5, estación 3, lo cual demostró que en esta última estación hubo mayor registro de especies diferentes a pesar de ser la estación con menor abundancia de taxa.

Adicionalmente, se observó la aparición constante de especies diferentes hasta el monitoreo 3, que correspondió a la época seca, momento en el cual las condiciones no fueron oportunas para nuevas especies. Consecuentemente al iniciarse la temporada lluviosa se da la emergencia de una nueva especie en las estaciones 1 y 3. Lo anterior se observa en las conocidas gráficas de número de especies acumuladas en el tiempo, por monitoreo explicita en la figura 4 y que demuestra que las épocas lluviosas incrementan emergencia de especies diferentes.

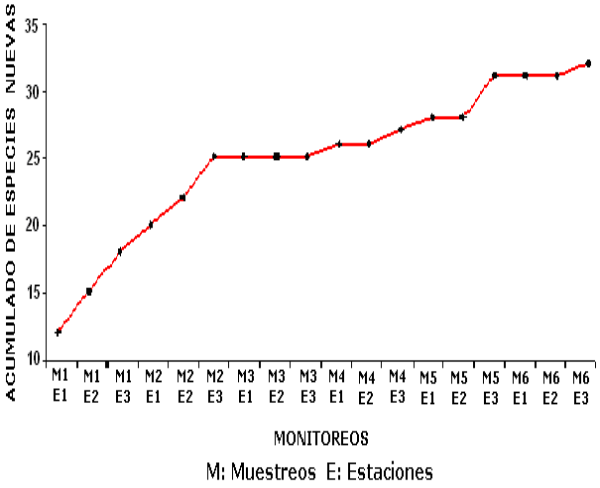


Figura 4 Número de especies nuevas acumuladas en el tiempo, por monitoreo y estación

2.2.2 Análisis de Especificidad

Mediante el índice de diversidad de Shanon y Wiener (1949) y descriptores como frecuencia y abundancia, se logró establecer la clasificación de especificidad (Euri a Estenotipia y especies raras) propuesta en la tabla 5.

Tabla 3 Especificidad registrada en la comunidad de macroinvertebrados bentónicos

	Abundancia total	Frecuencia	Shannon H
***Cryphocricos* sp.**	113	18	**2,808**
***Thraulodes* sp.2**	131	16	**2,686**
***Hydropsiche* sp.**	251	18	**2,679**
***Helicopsyche* sp.**	99	16	**2,677**
***Anchytarsus* sp.**	127	16	**2,57**
***Thraulodes* sp.1**	110	15	**2,525**
***Pharceonus* sp.**	54	14	**2,513**
***Nectopsyche* sp.**	49	14	**2,429**
***Rhagovelia* sp.**	90	14	**2,404**
***Macrelmis* sp.(A)**	80	13	**2,39**
***Grumichella* sp.**	43	10	**2,175**
***Anacroneuria* sp.**	16	9	**2,101**
***Macrelmis* sp. (L)**	24	9	**2,07**
***Leptohyphes* sp.**	35	8	**2,02**
***Brechmorhoga* sp.**	29	6	**1,727**
***Phylloicus* sp.**	28	6	**1,611**
***Hydra* sp.**	8	5	**1,56**
***Disersus* sp.**	11	5	**1,547**
***Hydrachnidae* sp.2**	6	4	**1,33**
***Tubifex* sp.**	5	3	**1,055**
***Hetaerina* sp.**	5	3	**1,055**
***Elmoparnus* sp.**	7	3	**0,9557**
***Atopsyche* sp.**	2	2	**0,6931**
***Tricorythodes* sp.**	10	2	**0,673**
***Hydrachnidae* sp.1**	3	2	**0,6365**
***Progomphus* sp.**	3	2	**0,6365**
***Chimarra* sp.**	3	2	**0,6365**
***Corydalus* sp.**	4	2	**0,5623**
***Limnocoris* sp.**	10	2	**0,3251**
***Argia* sp.**	2	1	**0**
***Odontomyia* sp.**	3	1	**0**
***Brachyura* sp.**	2	1	**0**

RANGOS PROPUESTOS DE EURITIPIA Y ESTENOTIPIA A NIVEL DE ESPECIE PARA LA QUEBRADA LA TIGRA	
	MUY EURITIPICO (GENERALISTAS) H`=3,00-2,50
	EURITIPICO H`=2,50-2,00
	MEDIANAMENTE EURITIPICO H`=2,00-1,50
	ESTENOTIPICO H`=1,50-1,00
	POCO ESTENOTIPICO H`=1,00-0,50
	RAROS H`=0,50-0.00

Acorde con las categorías propuestas las especies de condición generalista o euritipica dada su amplia distribución en la quebrada y sus rangos de diversidad entre 2,5 y 3,0 fueron *Cryphocricos* sp., *Hydropsiche* sp., *Thraulodes* sp.2, *Helicopsyche* sp., *Anchytarsus* sp., *Thraulodes* sp.1 y *Pharceonus* sp.

En este orden de ideas, se consideraron especialistas, aquellos taxa encontrados en rangos de H´ entre 1,50 y 1,00, como lo fueron *Hydrachnidae* sp.2., *Tubifex* sp., *y Hetaerina* sp., los cuales presentaron abundancias y frecuencias muy relacionadas, es decir, abundancias

ISSN 0120-4211 46-67

de 5 y 6 individuos presentes en 3 o 4 sitios de muestreo. Según estos parámetros, las especies mencionadas son estenotípicas (Ramírez, 2005), y corresponden a individuos que pueden denotar una condición indicadora de características específicas del medio en el que se encuentran. Por otra parte, se consideraron especies raras aquellas que fueron encontradas en rangos de H entre 0,50 y 0,00, estas fueron: *Argia* sp., *Odontomyia* sp. *y Brachyura* sp., estos taxa presentaron esta denominación debido a que su abundancia es mínima con valores de 2 y 3 en tan solo 1 monitoreo.

2.2.3 Análisis de Diversidad

Por otra parte, la diversidad establecida a través de indicadores, es un rasgo importante que denota la estructura de la comunidad, pues en ella se involucran aspectos como el encaje en proporciones de los taxa y su dominancia. En este sentido al entender la diversidad, como la variedad de especies que se presenta en una dimensión espacio-temporal definida, (Ramírez, 2005), y la riqueza como la cantidad de especies registradas en tiempo y espacio, los índices de Shannon y Margalef evidenciaron que las temporadas lluviosas favorecieron el incremento de la riqueza especialmente y generaron mejoras en la proporción de las especies, evento que a su vez eleva la diversidad.

De esta forma fue posible obtener valores máximos de riqueza de 3,75, en temporadas lluviosas y mínimos de 2,2 en sequía. En el caso de la diversidad, no se presentó gran variabilidad en los datos registrados para la totalidad de los monitoreos. Esta variable estuvo en un rango proporcional constante de 2,1 a 2,6, niveles considerados de diversidad intermedia a baja, según el índice de Shannon, cuyo máximo es 5, lo cual indica que la comunidad de macroinvertebrados bentónicos de la quebrada “La Tigra”, está muy bien auto-ensamblada.

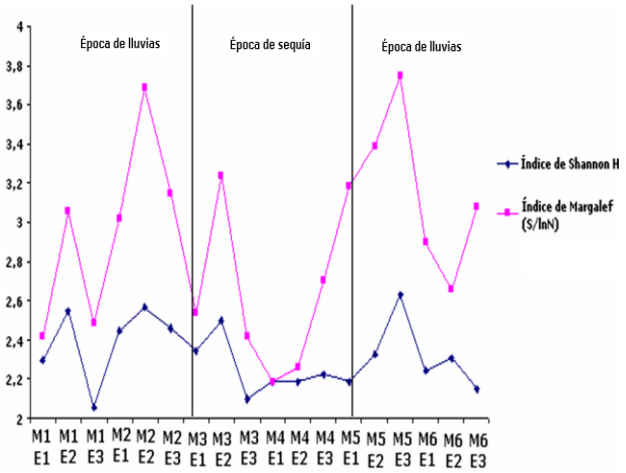


Figura 5 Análisis de Riqueza y Diversidad

2.2.4 Análisis de Clasificación

_ Análisis de clasificación directa Tipo Q (entre estaciones)

En el análisis de clasificación entre monitoreos se pudieron reconocer las agrupaciones observadas en la Figura 6, en la que se tomó como criterio de selección de grupos una similitud del 60%, en consideración, lo que quiere decir que en este nivel los taxa son mucho más similares que diferentes.

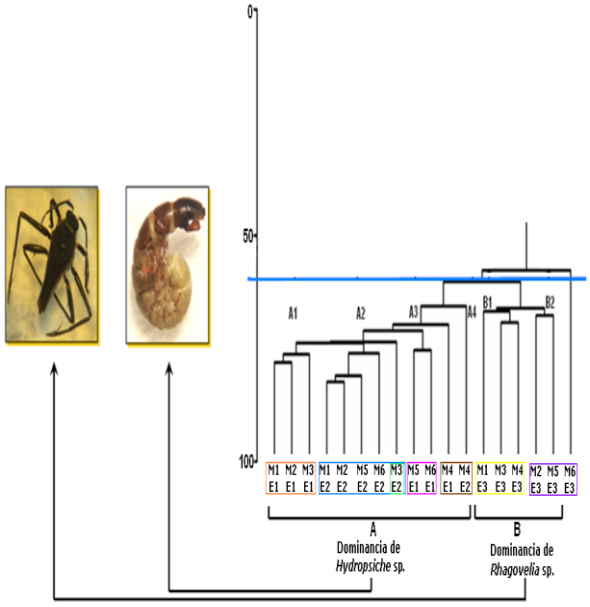


Figura 6 Análisis de clasificación directa Tipo Q (entre estaciones). Grupos A Dominania de *Hydropsiche* sp. y B; dominancia de *Rhagovelia* sp. (M: Monitoreos E: Estaciones).

A partir de este criterio del 60% de similitud fue posible observar la división de la comunidad en dos grandes grupos: A y B (Fig. 6), que definieron asociaciones más finas como se lista a continuación:

Grupo A: Caracterizado por la dominancia de *Hydropsiche* sp. Agrupó los muestreos 1 al 4 en todas las estaciones de la siguiente forma**:**

Grupo A1: Primeros 3 monitoreos en la estación 1, asociados a un nivel de similitud del 76% aproximadamente. Esta unión es dada principalmente a la dominancia de *Hydropsiche* sp. junto a especies como *Anchytarsus* sp., *Thraulodes* sp.1 y *Helicopsyche* sp.

Grupo A2: Monitoreos 1 y 2 en la estación 2, a los que se une el monitoreo 5 y luego el 6; asociados a un nivel de similitud del 80%, en los que dominó *Hydropsiche* sp., esta vez asociado a *Anchytarsus* sp. y *Cryphocricos* sp. ambos con dominancias del 10%; y *Thraulodes* sp.1 con dominancias entre 13 y 11%.

A los anteriores grupos se une el monitoreo 3 en la estación 2 (por su similitud al monitoreo 1 en la estación 1) en la que dominó *Hydropsiche* sp. con las dos especies de Thraulodes.

ISSN 0120-4211 46-67

Grupo A3: Asoció los monitoreos 5 y 6 en la estación 1, debido a que *Hydropsiche* sp. y *Anchytarsus* sp. abarcaron la mayor abundancia relativa promedio.

Grupo A4: A los anteriores grupos y con un 69% de similitud se une en primera instancia el monitoreo 4 en la estación 1, en el que dominó *Hydropsiche* sp. y *Thraulodes* sp.2; seguidamente lo hace el monitoreo 4, en la estación 2, en el que *Hydropsiche* sp. se acompañó de *Cryphocricos* sp.

Grupo B: Asoció sólo los monitoreos de la estación 3 en los que dominó *Rhagovelia* sp. y se evidenció la existencia de dos subgrupos, como sigue:

Grupo B1: Monitoreos 3 y 4, junto con el 1. Para los dos primeros, la asociación se da por la dominancia de *Rhagovelia* sp., junto con *Helicopsyche* sp., *Cryphocricos* sp. e *Hydropsiche* sp. Consecuentemente, la asociación del primer monitoreo de esta estación, se da por la dominancia de *Rhagovelia* sp., quien se acompaña con *Anchytarsus* sp. e *Hydropsiche* sp.

Grupo B2: Los Monitoreos 2 y 5, se asociaron con una similitud del 64% debido a que en estos dos monitoreos la presencia de *Rhagovelia* sp. y *Helicopsyche* sp. marcaron la mayor abundancia.

_ Análisis de clasificación inversa Tipo R (entre especies)

En el análisis de afinidad inverso o de clasificación por especies, se reconocieron siete grupos al tener en cuenta el criterio de afinidad de 60% en las asociaciones (Fig. 7).

A continuación se listan las asociaciones presentes en los respectivos grupos, explicadas tanto por sus abundancias y distribuciones, como por los grupos tróficos encontrados en esta comunidad.

Grupo A: se encontraron *Chimarra* sp. y *Atopsyche* sp., con similitud del 80%. Estas dos especies se presentaron en el monitoreo 1 en la estación 1, con abundancias mínimas. Su afinidad se dio principalmente por pertenecer al mismo orden y poseer las mismas adaptaciones tróficas como colectores y consumidores de materia orgánica particulada fina.

Grupo B: se presentaron *Corydalus* sp. y *Argia* sp. con similitud de 66.6%. Se manifestaron en el monitoreo 2, estación 3. La característica más significativa se da a nivel trófico ya que los dos se

desempeñan como organismos predadores.

Grupo C: conformado por *Tubifex* sp. y *Hetaerina* sp. Presentaron una similitud de 80%, valor que indicó una elevada afinidad entre ellos. La relación fue similar a las anteriores y se basó en la trofodinámica de estas especies, *Tubifex* sp. es consumidor de materia orgánica particulada gruesa y *Hetaerina* sp. predador. Otra razón por la cual existió alta afinidad entre estos dos grupos fue la presencia en la misma estación (3) en los mismos monitoreos (2 y 5) con similares abundancias (5) y por una diversidad de 1,055.

Grupo D: se presentaron *Elmoparnus* sp. y *Progomphus* sp. en la estación 3, con una similitud de 60%. En cuanto a grupos tróficos *Elmoparnus* sp. es consumidor de algas, mientras que los individuos que pertenecen a la especie *Progomphus* sp. son predadores.

Grupo E: se encontraron agrupados *Macrelmis* sp. (L) y *Anacroneuria* sp., con una similitud de 60%. Esta afinidad posiblemente se dio por abundancias relativamente medias; *Macrelmis* sp. (L), se alimenta principalmente de algas, y *Anacroneuria* sp. cumple un papel alimenticio de predador. Igualmente se presentó una relación de predación, lo cual conservó el equilibrio del ecosistema.

Grupo F: se presentaron *Nectopsyche* sp. y *Grumichella* sp. con una similitud de 65.2% y cuya afinidad estuvo marcada por pertenecer ambos a la familia Leptoceridae del orden Trichoptera. Este grupo también se caracterizó porque los taxa mencionados son colectores y trituradores de algas y de materia orgánica particulada fina y gruesa.

Grupo G: conformado por *Thraulodes* sp.1, *Thraulodes* sp.2, *Macrelmis* sp., *Anchytarsus* sp., *Cryphocricos* sp., *Helicopsyche* sp., *Hydropsiche* sp. y *Pharceonus* sp. En cuanto a la asociación de *Thraulodes* sp.1 *y Thraulodes* sp.2, posiblemente se dio debido a que estos grupos pertenecen al mismo género, el cual tiene características definidas según el grupo alimenticio dentro del conjunto de colectores/filtradores y por sus coincidencias adaptativas en las estaciones 1 y 2. Las agrupaciones de *Macrelmis* sp. (A), *Anchytarsus* sp. y *Cryphocricos* sp. presentaron similitudes de 74% y 73% respectivamente, seguidas por *Helicopsyche* sp. e *Hydropsiche* sp.

con similitudes de 68% y *Pharceonus* sp. con 61%. Como se presentó anteriormente, estas agrupaciones posiblemente se dieron debido a las abundancias de cada una de estas especies, así como también por eventualidades adaptativas que dependieron de sus preferencias y adaptaciones tróficas. De esta forma, la razón principal del agrupamiento en la presente investigación, fue la variación en cuanto a abundancias, y paralelamente se tuvo en cuenta la dinámica trófica de las especies colectadas y sus interrelaciones, lo cual condujo en cada uno de los grupos a cierto grado de equilibrio en cuanto a biota animal y vegetal.

3. CONCLUSIÓN Y ONSIDERACIÓN FINAL

Los resultados del estudio sugieren que la quebrada “La Tigra”, es un sistema lótico en condiciones de calidad fisicoquímica que reflejan nula o muy baja contaminación, y que permiten el desarrollo de comunidades biológicas en relación con los niveles registrados para sistemas con buenas circunstancias ecológicas. Dentro del inventario de taxa registrados fueron sobresalientes los niveles de abundancia y riqueza, ya que se colectaron 1363 individuos distribuidos en 31 especies, hecho de gran significancia como aporte al estudio de estas comunidades ecológicas. Igualmente, se dieron valores significativos de diversidad según el índice de Shannon, que mostraron paralelamente a la cantidad de individuos, variabilidad de estos, lo cual dependió básicamente de las épocas climáticas en las cuales fueron colectados.

En este orden de ideas, se estableció la estructura jerárquica de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos de la quebrada “La Tigra” a través de métodos multivariados de clasificación tanto directos como inversos, los cuales generaron información expresada en forma gráfica de cada una de las agrupaciones dadas, por una parte de la dinámica espacio-temporal de la comunidad, presencia de individuos en monitoreos y estaciones específicas y por otra parte del auto-ensamble o auto-organización de los individuos con relación a descriptores ecológicos como la abundancia y adaptaciones físicas como la trofodinámica. De esta forma se sugiere, según los resultados obtenidos que la aplicación de

técnicas multivariadas de clasificación constituye una herramienta eficaz para expresar la dinámica espacio-temporal de comunidades ecológicas.

REFERENCIAS

APHA, AWWA and WCPF. 1995. Standard methods for the examination of water and wastewater, 19th ed., APHA, AWWA and WCPF, Washington DC.

Begon, M., Townsend, C., Harper, J. 2006. Ecology, From Indivuals to Ecosystems. Fourth Edition. Blackwell Publisching Ltda. 759 pp.

Bray, J.R and J.T. Curtis. 1957. Ordinaton of the Upland Forest Communities of Southern Wisconsin. Ecol. Monogr. 27:325-349.

Brinkhurst, R.O. and M. Marchese. 1962. Guía para la identificación de Oligoquetos acuáticos continentales de sud y Centroamérica. Asoc. Cienc. Nat. Litoral. Colección Climax N° 6: Segunda Edición 207

Brosse, S., F. Dauba, T. Oberdorff and S. Lek. 1999. Influence of some topographical variables on the spatial distribution of lake fish during summer stratification. Arch. Hydrobiol. 145, 359–371.

Brosse, S., J.F. Gueguan, J.N. Tourenq, and S. Lek. 1999. The use of artificial neural networks to assess fish abundance and spatial occupancy in the littoral zone of a mesotrophic lake. Ecol. Model. 120, 299–311.

Camacho, J.H and S.H. Páez. 1990. Biomas terrestres de Colombia. Halffter, G. Compilador. La diversidad biológica de Iberoamérica I. Acta Zoológica Mexicana (n.s.). Instituto de Ecología. 1:153.p.

Copp, G.H., G. Guti, B. Rovny and J. Cerny. 1994. Hierarchical analysis of habitat use **by** juvenile fish in Hungarian/Slovak flood plain of the Danube river. Env. Biol. Fish. 40, 329–348

Cummins, K.W. 1979. The natural stream ecosystem. In: Ward, J.V., Stanford, J.A (Eds.), The Ecology of Regulated Streams. Plenum Press, New York, pp. 7–24.

Edmonson, W.T. 1959. Freshwater Biology. Wiley, New York 366pp.

Fernández, N., G. Ramos, F. Solano. 2004.ICATEST V 1.0®. Una herramienta Informática para el análisis y valoración de la calidad del Agua. Bistua, Universidad de Pamplona, v. 2, p. 88-97.

Fore, L.S., J.R. Karr and R. Wisemann. 1996. Assessing invertebrates responses to human activities: evaluating alternative approaches. J. North Am. Benthol. Soc. 15, 212–231.

Gauch, H.G. 1982. Multivariate Analysis in Community Ecology. Cambridge University Press, Cambridge.

Giraudel, J.L. and S. Lek. 2001. A comparison of self-organizing map algorithm and some conventional statistical methods for ecological community ordination. Ecol Model; 146:329-339.

Goodall, D.W. 1954. Objective methods for the classification of vegetation. Australian J. Bot. 2, 304–324.

Grossman, G.D., D.M. Nickerson and M.C. Freeman. 1991. Principal component analyses of assemblage structure data: utility of tests based on eigenvalues. Ecology 72, 341–347.

Grossman, G.D., R.E. Ratajczak, M. Crawford, and M.C. Freeman. 1998. Assemblage organization in stream fishes: effects of environmental variation and interspecific interactions. Ecol. Monogr. 68, 395–420.

Holdridge, L. R. 1967. Life Zone Ecology. Rev. ed. San José: Tropical Science Center.
IDEAM. Instituto de Hidrología, Metereología y Estudios Ambientales. 2007.

James, F.C. and C.E. McCulloch. 1990. Multivariate analysis in ecology and systematics: panacea or Pandora's box. Ann. Rev. Ecol. Syst. 21, 129–166.

Lamouroux, N., J.M. Olivier, H. Persat, M. Pouilly, Y. Souchon, and B. Statzner. 1999. Predicting community characteristics from habitat conditions: fluvial fish and hydraulics. Freshwater Biol. 42, 275–299.

Legendre, P. and L. Legendre. 1998. Numerical ecology. Elsevier Science BV, Chichester. UK.

Lek, S., M. Delacoste, P. Baran, I. Dimopoulos, J. Lauga and S. Aulagner. 1996. Application of neural networks to modeling nonlinear relationships in ecology. Ecol. Model. 90, 39–52.
Lenat, D.R. 1988. Water quality assessment of streams using a qualitative collection method for benthic macroinvertebrates. J. N. Am. Benth. Soc. 7, 222–233.

McCafferty, Patrick. 1981. Aquatic Entomology. The Fishermen's and Ecologists' Illustrated Guide to Insects and Their Relatives. Jones and Bartlett Publishers, Boston. ISBN: 0-86720-017-0. xvi, 448pp.

Malmqvist, B. and C. Otto. 1987. The influence of substrate stability on the composition of stream benthos: an experimental study. Oikos 48, 33–38.

Needham, J.G., and P.R. Needham. 1962. A guide to the study of Fresh-Water Biology. 5th ed. Holden-Day, Inc. x, 108pp.

Pennak, R.W. 1978. Fresh-Water Invertebrates of the United States. Second Etion. John Wiley & Sons. ISBN: 0-471-04249-8. xviii, 803pp.

Park, Y.S., M.Y. Song, Y. Ch. Park, K. H. Oh, E. Cho and T. S. Chon. 2007. Community patterns of benthic macroinvertebrates collected on the national scale in Korea. Ecol. Modell. 203(7): 26-33.

Pennington, M. 1996. Estimating the mean and variance from highly skewed marine data. Fish Bull. 94, 498–505

Ramírez, A. y G. Viña. 1998. Limnología Colombiana. Aportes a su conocimiento y estadísticas de análisis. Primera edición. Formas e Impresos S.A. Bogotá. 293 p.

Ramírez, A. 2005. Ecología Aplicada, diseño y análisis estadístico. Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá. v.1. p.325.

Roldán, G. 1988. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia. Universidad de Antioquia. Medellín-Colombia. 217p.

Shannon, C.E and J.C. Wiener. 1949. Una teoría matemática de la comunicación. Bell System Technical Journal.

Snyder, E.B., C.T. Robinson, G.W. Minshall and S.R. Rushforth. 2002. Regional patterns in periphyton accrual and diatom assemblages structure in a heterogeneous nutrient landscape. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 59, 564–577.

Stevenson, R.J. 1997. Scale-dependent determinants and consequences of benthic algal heterogeneity. J. N. Am. Benth. Soc. 16, 248–262.

Townsend, C.R., S. Doledec, and M.R. Scarsbrook. 1997. Species traits in relation to temporal and spatial heterogeneity instreams: a test of habitat templet theory. Freshwater Biol. 37, 367–387.

Ward, J.V. and J.A. Stanford. 1979. Ecological factors controlling stream zoobenthos with emphasis on thermal modification of regulated streams. In: Ward, J.V., Stanford, J.A (Eds.), The Ecology of Regulated Streams. Plenum Press, New York, pp. 35–55.

MONITOREOS	TOTAL INDIVIDUOS/M²	PROMEDIO	TOTAL ESPECIES	ESPECIES DIFERENTES	ESPECIE DOMINANTE	% DOMIN.
M1E1	93	6,82	12	0	*Hydropsiche* sp.	19,35
M1E2	97	7,12	15	3	*Hydropsiche* sp.	17,53
M1E3	37	2,71	10	3	*Rhagovelia* sp.	27,03
M2E1	102	7,48	15	2	*Thraulodes* sp.1	16,67
M2E2	100	7,34	18	2	*Hydropsiche* sp.	18,00
M2E3	62	4,55	14	3	*Rhagovelia* sp.	17,74
M3E1	75	5,50	12	0	*Hydropsiche* sp.	16,00
M3E2	75	5,50	15	0	*Hydropsiche* sp.	14,67
M3E3	41	3,01	10	0	*Rhagovelia* sp.	21,95
M4E1	60	4,40	10	1	*Hydropsiche* sp.	18,33
M4E2	53	3,89	10	0	*Hydropsiche* sp.	18,87
M4E3	40	2,93	11	0	*Cryphocricos* sp.	17,50
M5E1	110	8,07	16	1	*Hydropsiche* sp.	31,82
M5E2	83	6,09	16	0	*Hydropsiche* sp.	26,51
M5E3	71	5,21	17	3	*Rhagovelia* sp.	12,68
M6E1	124	9,10	15	0	*Hydropsiche* sp.	29,03
M6E2	91	6,68	13	0	*Hydropsiche* sp.	19,78
M6E3	49	3,60	13	1	*Rhagovelia* sp.	36,73

Tabla 4 **Descriptores estadísticos básicos entre monitoreos**

ISSN 0120-4211 46-67

Tabla 5 **Descriptores numéricos y ecológicos de las especies de la quebrada la Tigra (ind/m²)**

ESPECIES	TOTAL INDIV.	PROMEDIO	% DOMINANCIA	FR
***Thraulodes* sp.1**	110	8,07	8,07	
***Thraulodes* sp.2**	131	9,61	9,61	
***Leptohyphes* sp.**	35	2,57	2,56	
***Tricorythodes* sp.**	10	0,73	0,73	
***Brechmorhoga* sp.**	29	2,13	2,12	
***Progomphus* sp.**	3	0,22	0,22	
***Hetaerina* sp.**	5	0,37	0,36	
***Argia* sp.**	2	0,15	0,14	
***Anacroneuria* sp.**	16	1,17	1,17	
***Corydalus* sp.**	4	0,29	0,29	
***Cryphocricos* sp.**	113	8,29	8,29	
***Limnocoris* sp.**	10	0,73	0,73	
***Rhagovelia* sp.**	90	6,60	6,60	77.8
***Elmoparnus* sp.**	7	0,51	0,51	16.7
***Disersus* sp.**	11	0,81	0,80	27.8
***Macrelmis* sp. (L)**	24	1,76	1,76	50.0
***Macrelmis* sp. (A)**	80	5,87	5,86	72.2
***Pharceonus* sp.**	54	3,96	3,96	77.8
***Anchytarsus* sp.**	127	9,32	9,31	88.9
***Phylloicus* sp.**	28	2,05	2,05	33.3
***Helicopsyche* sp.**	99	7,26	7,26	88.9
***Atopsyche* sp.**	2	0,15	0,14	11.1
***Hydropsiche* sp.**	251	18,42	18,41	100.0
***Grumichella* sp.**	43	3,15	3,15	55.6
***Nectopsyche* sp.**	49	3,60	3,59	77.8
***Chimarra* sp.**	3	0,22	0,22	11.1
***Odontomyia* sp.**	3	0,22	0,22	5.6
***Brachyura* sp.**	2	0,15	0,14	5.6
***Hydrachnidae* sp.1**	3	0,22	0,22	11.1
***Hydrachnidae* sp.2**	6	0,44	0,44	22.2
***Hydra* sp.**	8	0,59	0,58	27.8
***Tubifex* sp.**	5	0,37	0,36	16.7

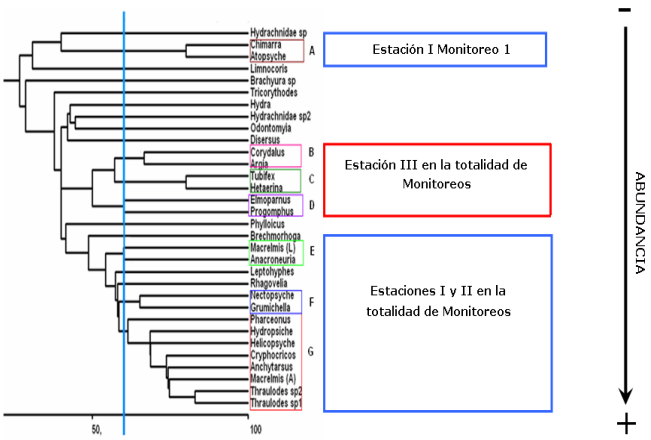


Figura 7 Análisis de clasificación inversa Tipo R (entre especies).

ISSN 0120-4211 46-67

.

.