

ANALISIS COMPARATIVO DE LA INTEGRIDAD DE LA COMUNIDAD BENTICA EN EL RIO SAN JUAN, NICARAGUA.

García Galán, Ramón E.

RESUMEN

Se describe la variación de la composición específica, densidad poblacional y el comportamiento de los grupos funcionales del zoobentos en nueve localidades representativas del Río San Juan y algunos de sus tributarios, en muestras tomadas en los años 1993, 1994 y 1997. Los resultados muestran que en la mayoría de las estaciones el número de especies osciló entre 0 y 4. Sólo en Río Sarapiquí, en 1997, el número de especies fue de 15. La densidad poblacional por especie fue de 7-88 ind.m⁻² en un 90% de los casos. Pocas especies, tales como el oligoqueto *Limnodrilus hoffmeisteri* y quironómido *Polypedilum sp.*, alcanzaron densidades mayores de 100 ind.m⁻². Sólo una especie, el gasterópodo *Hydrobia sp.*, el cual se reportó una sola vez durante el estudio, alcanzó 305 ind.m⁻². En algunos puntos no se reportaron organismos bénticos durante el estudio. Los grupos funcionales mostraron una falta de integridad de la comunidad béntica. Sólo el 4% de los casos presentó tres grupos funcionales. En 51% de los casos se encontraron dos grupos funcionales. En los demás casos sólo se reportó un grupo o ninguno. Depredadores y Colectores fueron los grupos más frecuentemente encontrados compartiendo el mismo ambiente. La presencia de plaguicidas, desechos de actividad industrial y desechos orgánicos provenientes de las comunidades humanas asociadas al Río y su cuenca, podrían ser las causas que provocaron trastornos en la comunidad béntica de Río San Juan, en el período estudiado.

INTRODUCCION

La integridad biológica de un sistema acuático se basa en los parámetros estructural y funcional de la comunidad, los cuales a menudo son inseparables en ecosistemas lóticos. Cuando un sistema acuático está siendo sometido a situaciones de polución por la actividad humana, se producen cambios drásticos en los parámetros físicos y químicos los cuales a su vez, causan cambios, lógicamente esperados, en la comunidad biótica. Las especies que son sensitivas a los cambios drásticos desaparecen más temprano o más tarde del sistema según el nivel de sensibilidad de éstas a determinados factores físicos o químicos, en tanto que otras con un grado de tolerancia elevado incrementan sus poblaciones. La ausencia de competencia por hábitats, la disponibilidad de alimento y las adecuadas condiciones ambientales, son factores que permiten el incremento de las especies resistentes. Cuando en un ecosistema es excedida su capacidad asimilativa, los drásticos efectos que ejercen los elementos deteriorantes es típicamente observable en los cambios de la integridad de la biota la cual, eventualmente, puede desaparecer cuando el ambiente se torna extremadamente poluto.

El efecto de presión sobre las comunidades bénticas ha sido evaluado haciendo

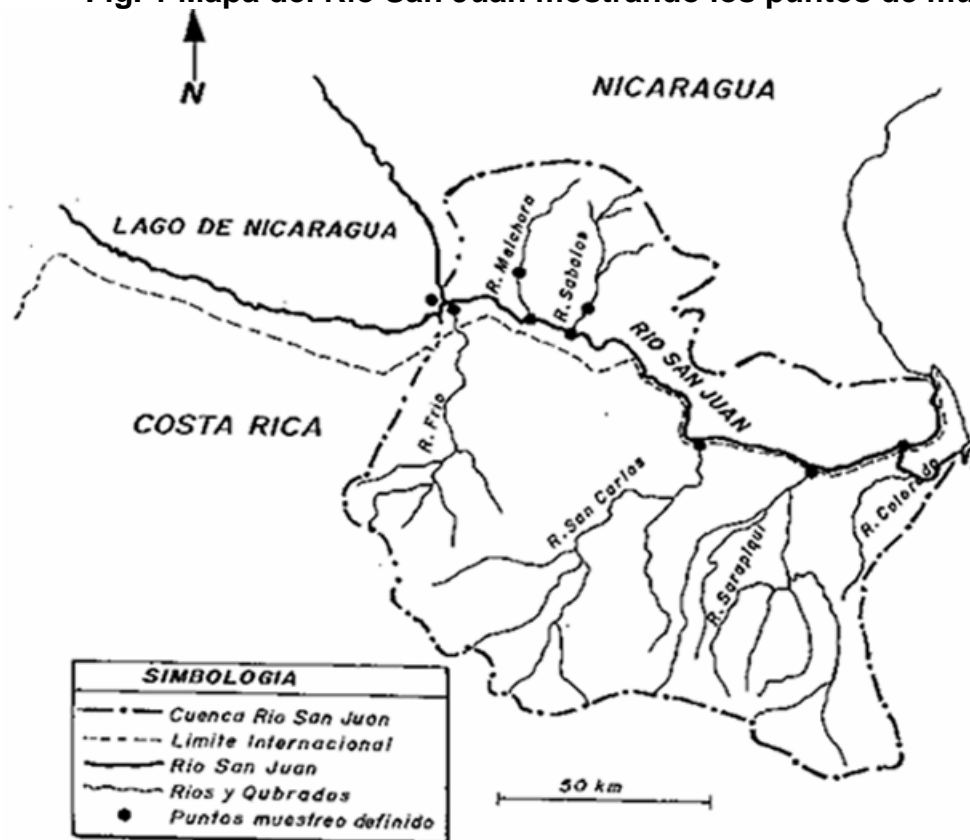
uso de diferentes métodos. Los organismos o asamblea de organismos indicadores, lista y número de especies y los índices de diversidad paralelamente con análisis de calidad de agua del sistema y afluentes entrando a dichos sistemas, han sido los parámetros más usados. Estos tipos de estudios han sido muy comunes y sus resultados se consideran confiables (Kondratief, 84).

En el presente estudio se examina la variación estructural y funcional de la comunidad béntica en el Río San Juan y sus principales tributarios a través de la comparación de los resultados obtenidos en el estudio del zoobentos en 1993, 1994 y 1997 y se ilustra sobre las posibles causas que determinaron el estado de la integridad de la comunidad béntica.

AREA DE ESTUDIO

El Río San Juan nace en la parte Sur-este del Lago Cocibolca y recorre 205 Km.

Fig. 1 Mapa del Río San Juan mostrando los puntos de muestreo.



hasta el mar Caribe El 76% de la cuenca del Río San Juan se encuentra en territorio costarricense (López, 1995). Los principales tributarios en la cuenca de Nicaragua son: Río Melchore, Río Sábalo y Río Santa Cruz. De la cuenca de Costa Rica: Río Frio, R. Sarapiquí y R. San Carlos (Fig. 1).

METODO

Se seleccionaron 9 puntos, del Río San Juan y sus afluentes (Fig. 1 y Tabla 1.). Los muestreos se llevaron a cabo en Septiembre 2 y 3 de 1993, mayo de 1994 y 5 al 7 de mayo de 1997. Las muestras fueron tomadas cerca de la zona litoral en la mayoría de los casos. Los puntos de muestreo fueron escogidos tomando en consideración características locales tales como caudal del tributario, cercanía de poblaciones humanas, fuentes puntuales de contaminación por prácticas agrícolas o actividades industriales y distancia de origen tanto del Río San Juan como de los tributarios con respecto de éste.

Para la toma de las muestras de sedimento en 1993 y 1994, se usó una draga van Veen con una área de captura de 305.8 cm² y una draga Ponar con área de captura de 522.6 cm². En 1997 sólo se usó la draga van Veen con la misma área de captura. Para efectos de este estudio, el contenido de cada draga se consideró como una submuestra.

TABLA 1. PUNTOS DE MUESTREO EN RIO SAN JUAN Y PRINCIPALES TRIBUTARIOS EN 1993, 1994 Y 1997, SELECCIONADOS PARA ESTE ESTUDIO.

CODIGO	DESCRIPCION	COORDENADAS
RSJ1	Lago de Nic.530m antes de R. Frío	N 11° 07' 05.4'' W 084° 46' 44.8''
RSJ2	Río Frío desembocadura	N 11° 06' 54.0'' W 084° 46' 44.0''
RSJ3	Río Melchora 700 m cuenca alta	N 11° 08' 05.0'' W 084° 39' 48.6''
RSJ4	Río Melchora desembocadura	N 11° 07' 45.8'' W 084° 40' 00.7''
RSJ5	Río Sábalos 1200 m cuenca alta	N 11° 03' 04.3'' W 084° 28' 30.9''
RSJ6	Río Sábalos desembocadura	N 11° 02' 14.6'' W 084° 28' 26.9''
RSJ7	Delta (Frente al puesto)	N 10° 46' 11.1'' W 083° 45' 48.8''
RSJ8	Río Sarapiquí desembocadura	N 10° 42' 48.2'' W 083° 56' 11.8''
RSJ9	Río San Carlos desembocadura	N 10° 46' 58.8'' W 084° 11' 48.9''

En 1993 cuando se usó la draga van Veen, se colectaron cinco submuestras en cada sitio y cuando fue usada la draga Ponar se tomaron dos submuestras. En 1994 se colectaron tres submuestras con ambas dragas. En 1997 se extrajeron tres submuestras con la draga van Veen. En todos los casos, el sedimento extraído fue filtrado a través de un tamiz de 120 µ de luz de malla. Las muestras fueron llevadas al laboratorio en bolsas plásticas preservadas con formalina al 4%. Algunas muestras fueron tamizadas in situ y otras muestras fueron tamizadas en el laboratorio. En ambos casos las muestras ya tamizadas fueron preservadas en formalina al 4% como concentración final. Las muestras fueron analizadas bajo un estereoscopio y un microscopio compuesto. Los organismos fueron identificados hasta el nivel de especie con ayuda de claves desarrolladas por Merrit & Cummins, Pennak y Roldán. Posteriormente se contaron los organismos para establecer la abundancia y la densidad.

RESULTADOS Y DISCUSION.

Riqueza de especies.

La fig. 2 muestra el comportamiento de la riqueza de especies en el Río San Juan en los años 1993, 1994 y 1997 en los nueve puntos objeto del presente trabajo.

En general el rango de especies fue 0 - 4 en la mayoría de las localidades muestreadas. En 1993 no se reportaron organismos en Río Sarapiquí y Delta. La ausencia de especies del bentos en el Sarapiquí, en 1993, podría estar relacionada con la presencia de residuos de plaguicidas organoclorados encontrados en el sedimento de la desembocadura de este tributario, tales como (HBC 2.0 ng.g^{-1}), Aldrín (1.0 ng.g^{-1}), Dieldrín (2.0 ng.g^{-1}) y ppDDE (1.0 ng.g^{-1}) (Pitty, J. *et al*, 1993). En ese mismo año 1993, en Río San Carlos desembocadura, la única especie reportada fue el tubifícido *Limnodrilus hoffmeisteri* (Tabla 2). Los tubifícidos tales como *Limnodrilus hoffmeisteri* y *L. udekimianus* son muy bien conocidos por ser resistentes a toda clase de polución

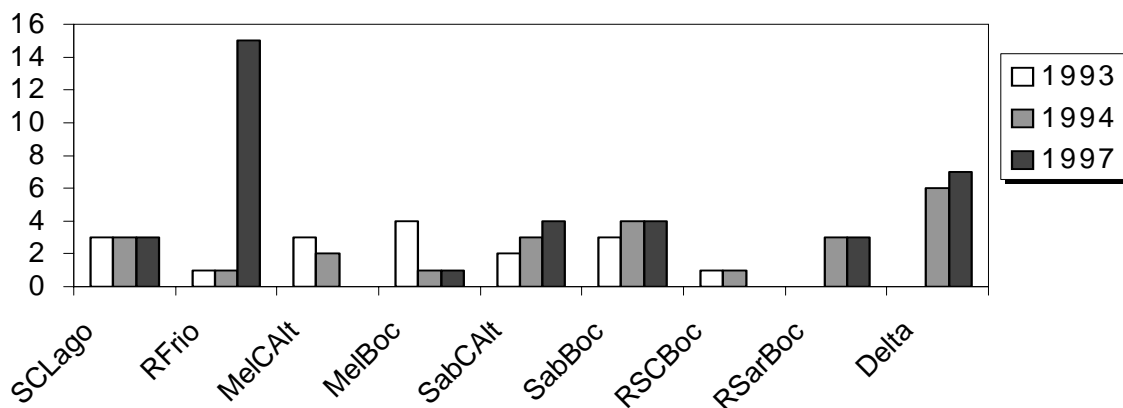


Fig. 2. Riqueza de especies del zoobentos en Río San Juan, 1993,1994 y 1997

en ambientes lóticos (Brinkhurst, 1966). En 1994 la riqueza de especies fue menor con respecto a 1993 y 1997 en la comunidad béntica del Río San Juan y sus tributarios. En 1994 fueron relevantes, por la escasa presencia de especies, las localidades Río Frío donde se reportó una especie con baja densidad de población (Tabla 2), Río San Carlos en el que se reportó una sola especie béntica: el quironómido *Polypedilum sp.* mostrando una situación muy similar a la de 1993, y cuenca alta del Río Melchora donde la cantidad de especies disminuyó de 3 en 1993 a 2 en 1994. La ausencia de una comunidad más diversa en estas localidades en 1994 sugiere una situación persistente de perturbación del medio ambiente acuático con efectos limitantes para el desarrollo de la fauna béntica.

En 1997, en la desembocadura del Río San Carlos no se reportó ninguna especie, en la cuenca alta del Río Melchora la comunidad béntica pasó de 3 especies en 1993 a 0 especies. La continua disrupción de la comunidad béntica en este punto parece indicar un incremento de la tensión ambiental a que ha sido sometido este tributario a través del tiempo. Una probable explicación de esta baja riqueza de especies bénticas en la cuenca alta del Río Melchora podría ser el efecto de residuos de plaguicidas encontrados en el sedimento. Análisis de presencia de residuos de plaguicidas en sedimentos en la cuenca alta del Melchora muestran las mayores concentraciones de metabolitos del DDT, ppDDE ($0.09794 \text{ ng.g}^{-1}$) y ppDDD ($0.03925 \text{ ng.g}^{-1}$), con relación a las otras estaciones (Lacayo *et al*, 1997). La presencia de estos residuos probablemente se debe al uso de DDT en la actividad agrícola en la cuenca, en años recientes, cuyos residuos finalmente se

depositaron en los sedimentos de este tributario del Río San. Juan. La textura arcillosa del sedimento en la cuenca alta del Río Melchora, muy propenso a asimilar y retener sustancias contaminantes, podría haber incrementado el tiempo de residencia y el efecto aditivo de residuos de plaguicidas en este punto. Adicionalmente, en este punto, la corriente del Río Melchora es lenta y los desechos orgánicos y contaminantes tienden a permanecer por mayor tiempo en el sedimento.

El Río Frío mostró un incremento en la cantidad de especies en 1997 (Fig. 2), lo que podría sugerir una tendencia hacia condiciones ambientales saludables en su cuenca. Un monitoreo sistemático podría contribuir a una explicación más exacta de este fenómeno.

Los hallazgos arriba expuestos sobre la integridad estructural de la comunidad béntica en el Río San Juan, podrían interpretarse como el resultado de una situación de desequilibrio ambiental en algunos puntos del trayecto del Río San Juan, consecuencia de diferentes niveles de deterioro de la cuenca de los tributarios tanto de la parte nicaragüense y costarricense como del mismo Río San Juan. En algunas localidades del Río esta tensión ambiental parece haberse incrementado a través del tiempo, como es el caso del Río Melchora.

Densidad poblacional

La densidad de organismos por especie osciló entre 7-88 ind.m⁻² en un 90% de los casos de todo el período de estudio (Tabla 2). En algunas localidades la densidad de algunas especies como los Chironomidae *Polypedilum sp.* y *Tanytarsus sp.* y los Annelida *Neis sp.* y *Limnodrilus sp.*, fue mayor de 100 ind.m⁻². El gastrópodo *Hydrobia sp.* que se reportó una sola vez durante el estudio, alcanzó 305 ind.m⁻² (Tabla 2). En cuanto a densidades totales de grandes grupos taxonómicos, especialmente Ordenes, se observó que en 1993 se reportaron 8 grupos taxonómicos y 9 en 1997, sin embargo, en 1993 la densidad total fue menor en la mayoría de los grupos y sólo dos grupos, los Diptera, mayormente de la familia Chironomidae y los Annelida alcanzaron una relativa mayor abundancia (Tabla 2).

En 1994 se presentó la menor cantidad de grupos taxonómicos con una marcada predominancia de los Dípteros seguidos en menor escala por el grupo de los Annelida. La reducida presencia de grupos taxonómicos y la predominancia de un grupo de individuos, como se observó en 1994 para todos los puntos en su conjunto, es una situación particular en la que las condiciones ambientales propician un incremento en las poblaciones tolerantes a situaciones drásticas del medio y la desaparición de otras más sensibles a dichos cambios. Los Chironomidae organismos del orden Diptera cuya ocurrencia fue de 15 especies con una densidad promedio de 51 ind.m⁻² para los nueve puntos objeto de estudio en 1994 (Tabla 2), se han encontrado en una gran diversidad de ambientes, incluidos aquellos ambientes con alto grado de polución orgánica. El ambiente no parece haber sido tan propicio para los Chironomidae en las localidades: Melchora cuenca alta, Melchora desembocadura, Sábalo cuenca alta, Río San Carlos desembocadura y Sarapiquí desembocadura, donde se reportaron las menores densidades de esta familia de dípteros. Otro grupo importante por su ocurrencia y densidad poblacional fueron los Annelida de la clase Oligochaeta (Tabla 2),

Tabla 2. Densidad de organismos (Ind/m²) por jgrupo Taxonomico, por punto y año en Río San Juan, 1993, 1994 y 1997.

PUNTOS	San Carlos			Río Frio (boca)			Melchora Cuenca alta		Melchora (boca)			Sábalos Cuenca Alta			Sábalos (boca)			Río San Carlos (boca)			Sarapiquí (boca)			Delta			
	93	94	97	93	94	97	93	94	93	94	97	93	94	97	93	94	97	93	94	97	93	94	97	93	94	97	
Diptera. Chironomidae																											
<i>Polypedilum sp.</i>		22		10			10								44			71			26	22				177	
<i>Lenziella sp.</i>		22																								35	
<i>Tanytarsus sp.</i>														182												150	
<i>Axarus sp.</i>						11																				44	
<i>Stictochironomus sp.</i>																										44	
<i>Pseudochironomus sp.</i>																						11					
<i>Cryptochironomus sp.</i>	10	44				11			10																	44	
<i>Cladopelma sp.</i>																										11	
<i>Tanypus sp.</i>	30							33						11												97	
<i>Cryptotendipes sp.</i>													11														
<i>Coelotanypus sp.</i>				33	11								11								18					65	
<i>Paramerina sp.</i>						11																					
<i>Larsia sp.</i>						11																					
<i>Procladius sp.</i>														22													
<i>sp. no id.</i>														66				11									
Ceratopogonidae																											
<i>Bezzia sp.</i>						87															22	11				44	
Chaoboridae																											
<i>Chaoborus sp.</i>														33													
Ephemeroptera																											
<i>Baetis sp.</i>						11																					
<i>Caenis sp.</i>						11																					
<i>Campsurus sp.</i>						22												11									
<i>sp. no id.</i>									10						7												
Oligochaeta																											
<i>Nais sp.</i>			164				54																				
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	100		120			55			50	54	87				7		33						88			33	
<i>Limnodrilus udekimianus</i>						11																					
Hirudinea																											
<i>Placobdela blanchard</i>														22													
<i>Placobdela parasitica.</i>																		11									
<i>sp. no id.</i>						44			20																		
Gastropoda																											
<i>Hydrobia sp.</i>			305																								
<i>Limnaea sp.</i>						44																					
<i>sp. no id.</i>								30																			
Hemiptera																											
<i>sp. no id.</i>																										11	
Nematoda																											
<i>sp. no id.</i>						55																				22	
Hidracarina																											
<i>sp. no id.</i>						687																					
Trichoptera																											
<i>sp. no id.</i>														7										11			
Coleoptera																											
<i>sp. no id.</i>														7												11	
Ostracoda																											
<i>sp. no id.</i>								30																			

organismos de la familia Tubificidae de los cuales se encontraron dos especies *Limnodrilus hoffmeisteri* y *L. udekimianus*. En 1993 los Oligochaeta fueron dominantes en San Carlos Lago, Melchora cuenca alta y río San Carlos desembocadura. En 1994 se reportaron Oligochaeta solamente en tres estaciones con poblaciones menores que 100 ind.m⁻². En 1997, los Oligochaeta presentaron su máxima densidad poblacional de los tres años (Tabla 2), en la localidad San Carlos Lago en 1997. La presencia de Oligochaeta en cantidad mayor a lo antes reportado en este sitio, podría sugerir un incremento del nivel de polución orgánica en esta localidad. En San Carlos Lago se reportaron

gastrópodos del género *Hydrobia*, compartiendo el ambiente con los *Oligochaeta* en 1997. La presencia de gastrópodos, particularmente del género *Hydrobia*, sugieren la presencia de materia orgánica en descomposición, plantas acuáticas, un incremento de la temperatura en el ambiente y condiciones alcalinas. En 1997 se reportó el mayor número de grupos taxonómicos y un incremento en la densidad de la comunidad béntica. Se puede, sin embargo, señalar, cuatro tributarios del Río San Juan, donde se dieron los más bajos valores de densidad

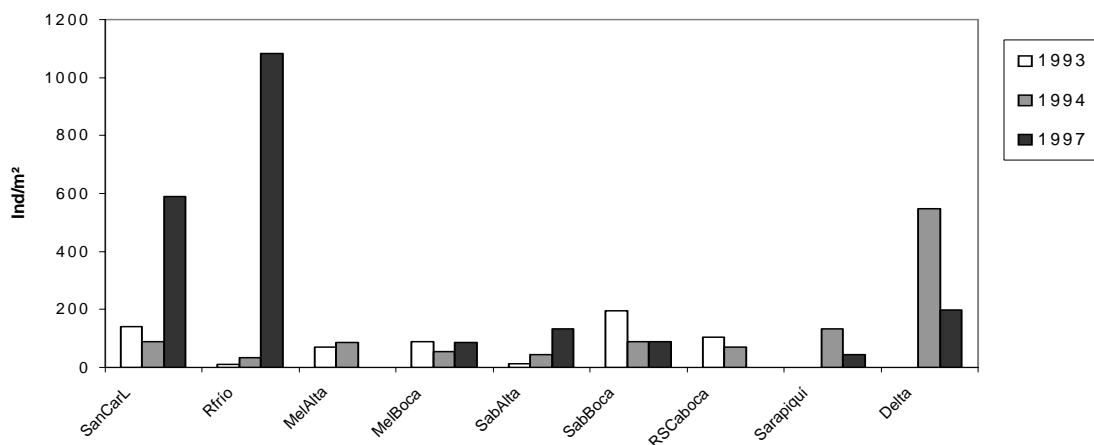


Fig. 3. Densidad de la Comunidad béntica en Río San Juan, 1994, 95 y 97.

de la comunidad del bentos durante el estudio: el Río Melchora, el Sábalo, el San Carlos y el Sarapiquí (Fig. 3). La baja riqueza de especies y la baja densidad poblacional de estas en los ríos, apoya la hipótesis de que en esos puntos prevalecieron situaciones adversas para el desarrollo de macroinvertebrados bénticos.

Grupos Funcionales

Sistemas riverinos con una distribución balanceada de grupos funcionales incluyen aquellas donde hay grupos de organismos colectores, filtradores, trituradores, predadores y no ingestores (Kondratief, P.F., et al, 84). En el Río San Juan se encontró que en el 51 % de los casos se dio una asociación de dos grupos funcionales, sólo en el 4% de los casos aparecen tres grupos funcionales, 34% un solo grupo y 11% de casos en que no se reportaron organismos (Fig. 4). La asociación más frecuente de grupos funcionales fue **Depredadores-Colectores**.

La ausencia de comunidades bénticas con amplia diversidad y la alternancia en el asentamiento de estos grupos funcionales de grupos funcionales de macroinvertebrados en el Río San Juan, sugiere que estas comunidades han estado sometidas a disrupciones continuas por factores externos nocivos al sistema. Este desequilibrio sería causa de una disminución de la eficiencia por parte de la comunidad béntica en la utilización de la energía entrando en el sistema

provocando a su vez alteraciones en la cadenas tróficas. La cuenca alta del río Melchora, Río Sarapiquí, Río San Carlos y Delta son estaciones que mostraron

una sistemática y severa disrupción de la comunidad béntica lo que estaría ligado al deterioro de la calidad del hábitat en esas localidades.

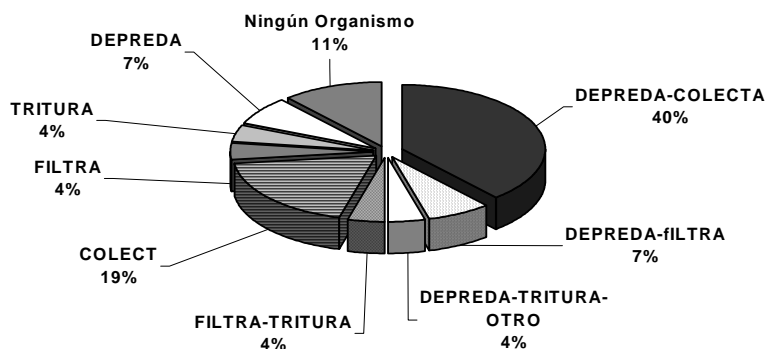


Fig.4: Porcentaje de ocurrencia de asociaciones de grupos funcionales del bentos en Río San Juan, 1993, 94 Y 97

CONCLUSION

La composición taxonómica del bentos en el Río San Juan fue sumamente heterogénea. En la mayoría de las estaciones presentó un bajo número de especies con bajas densidades poblacionales. En ningún sitio se encontró un conjunto de grupos funcionales que mostrara una integridad en la dinámica de la comunidad béntica. Se puede afirmar, a partir de los resultados del presente estudio, que la integridad estructural y funcional de la comunidad de macroinvertebrados bénticos en el Río San Juan ha sido seriamente desorganizada a través de los últimos 10 años.

La posible causa que pudo haber provocado este severo trastorno en la comunidad béntica es la degradación del ambiente de interfase agua-sedimento por elementos contaminantes provenientes de la actividad agrícola, principalmente plaguicidas, actividad industrial (industria de extracción de aceite de palma africana, transporte acuático) y desechos orgánicos provenientes de las comunidades humanas asentadas en la cuenca del Río San Juan.

BIBLIOGRAFÍA

- Brinkhurst, R. D., 1966. The Tubificidae (Oligochaeta) of Polluted waters. Verh. Int. Ver. Limnol. 16: 854-859.
- Kondratief, P.F., et al, 1984. A stressed stream macroinvertebrate community integrity and microbial trophic response. Hydrobiologia, Vol. III, No. 2.
- Lacayo, M et al, 1997. Informe de los resultados de plaguicidas organoclorados y organofosforados en sedimentos del Río San Juan. CIRA-UNAN, Managua.
- López, J., 1995. Caracterización del uso de plaguicidas en el sector nicaragüense de la cuenca del Río San Juan. Pag. 1-2.
- Merritt, N. & K. W. Cummins. , 1984. An Introduction to the Aquatic Insects of North America. Kendall-Hunt. Dubuque, Iowa.
- Pennak, N., 1978. Freshwater Invertebrates of the United States. 2d. Edition. 803 pag.
- Pitty, J. et al, 1993. Informe de la Sección de cromatografía sobre el segundo muestreo de Plaguicidas organoclorados y organofosforados en sedimentos

- del Río San Juan. Disponible en el CIRA-UNAN, Managua.
- Roldán, G., 1988. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquía Universidad de Antioquía. Colombia.
- Wais, I.R., 1983. Importancia del bentos en los estudios de la calidad de las aguas. Bol. Soc. Chilena Limnol. (7): 13-24.