



DESCRIPCIÓN DE LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS ASOCIADOS A HOJARASCA Y SU RELACION CON AGUAS DE DIFERENTE CALIDAD, EN NUEVO SAN JUAN Y CHILIBRE, PANAMA

Yolanda Aguila S.¹ y Alexis N. García

Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología,
¹Departamento de Zoología, Vicerrectoría de Investigación y Postgrado, Programa de Maestría en Entomología.

RESUMEN

El estudio se realizó en las Qbdas. Ancha y Limón y los ríos Chilibre y Chilibrillo, de septiembre de 1999 a mayo de 2000. Nos propusimos describir la comunidad de macroinvertebrados asociados a hojarasca y establecer relaciones entre las variables fisico-químicas y biológicas. En cada sitio se estableció una estación de 25 metros de longitud y durante 9 meses se estimaron variables físicas (ancho, profundidad, descarga), se colectaron dos muestras de agua y tres muestras de paquetes de hojarasca ('leafpacks'). Los sitios presentaron diferencias en cuanto a descarga, SS, PO₄, NH₄, así como en la comunidad de macroinvertebrados. Se colectó un total de 12,639 macroinvertebrados acuáticos distribuidos en 107 taxa que representaban 49 familias de Insecta, 8 taxa de Mollusca y 1 a 2 grupos de Turbellaria, Chelicerata, Crustacea, Hirudinea, Oligochaeta y Nematoda. Los taxa más numerosos fueron *Smicridea*, *Leptohyphes* y *Chimarra*. Los 'grupos funcionales' evidencian una posible relación entre la calidad del agua y la abundancia de algunos insectos que utilizan la hojarasca como sustrato.

PALABRAS CLAVES

Macroinvertebrados, calidad del agua, grupos funcionales.

ABSTRACT

The study was developed in Qbda. Ancha, Qbda. Limón, Chilibre, and Chilibrillo, during period September 1999 – May 2000, in order to describe the

macroinvertebrates community associated to leaf packs, and to establish relationships among physico-chemical and biological variables. A 25m long study site was established in each stream, where physical measurements (width, depth, and discharge), two water samples, and three leaf packs were taken monthly. Sites were different in terms of discharge, SS, PO₄, NH₄, and biological variables. A number of 12,639 macroinvertebrates were collected, representing 107 taxa, including 49 insect families, 8 taxa of Mollusca, and one or two groups of Turbellaria, Chelicerata, Crustacea, Hirudinea, Oligochaeta and Nematoda. Most abundant taxa were *Smicridea*, *Leptohyphes*, and *Chimarra*. Functional feeding groups seem to show possible relationship between water quality and some insects that use leaf packs as substrate.

KEYWORDS

Macroinvertebrates, water quality, functional feeding groups.

INTRODUCCIÓN

Los estudios sobre macroinvertebrados de agua dulce en Panamá han sido variados e innumerables, la mayoría se ha orientado hacia el estudio de crustáceos, moluscos o insectos acuáticos, pero no todos han incluido la componente físico-química. Entre éstos podemos mencionar: Adames (ed.), 1977; CSMRI, 1980; Hernández & D’Croz, 1986; PMCC, 2000; ICAB, 2000; Cornejo, 2001; Pardo, 2002; ACP, 2003; García, 2004; Robles & Vega, 2004; Medianero & Samaniego, 2004; Sánchez-Arguello, 2010 a y b.

Esta investigación se orientó principalmente hacia la descripción de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos, asociados a hojarasca, en sitios selectos de la Región Oriental de la Cuenca del Canal que están afectados directa o indirectamente por el hombre (ambientes extremos). Además, también teníamos como objetivos caracterizar los sitios en términos físico-químicos, establecer posibles relaciones entre las componentes físico-química y biológicas, y utilizar el Marco Teórico Conceptual sobre Ecología de Macroinvertebrados Acuáticos en la discusión de los resultados.

Toda vez que los estudios en Panamá eran tan diversos, y que pocos consideraban las tres componentes (físico-química-biológica) de forma integral, se dificultaba hacer predicciones de lo que se esperaba observar,

pero asumimos que ante condiciones ambientales contrastantes podrían presentarse también comunidades de macroinvertebrados contrastantes. En nuestro caso, utilizamos como guía el marco de referencia presentado por Barbour *et al.* (1999) y el análisis de grupos funcionales presentado por Merritt *et al.* (1996).

AREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en los ríos Chilibre y Chilibrillo (Corregimiento de Chilibre, Provincia de Panamá) y las Quebradas Ancha y Limón (Corregimiento de Nuevo San Juan, Colón) en el punto en que cruzan la carretera Transistmica y desde septiembre de 1999 a mayo de 2000. La descripción de cada sitio se presenta a continuación.

Qbda. Ancha (79° 39' 40'' O y 9° 15' 18'' N). Cauce relativamente angosto (5.00-6.00m) y profundo (0.10-0.57), sin llanura de inundación, con fondo areno-fangoso en las zonas deposicionales y gravoso en las erosionales. Bosque de galería muy alterado, cubriendo el cauce sólo en el límite inferior de la estación.

Qbda. Limón (79° 37' 39'' O y 9° 13' 39'' N). Cauce relativamente angosto (2.40-3.10 m) y poco profundo (0.03-0.11m), sin llanura de inundación, con fondo gravoso en la zona erosional que predominaba en la estación de estudio. Bosque de galería muy alterado.

Chilibre (79° 37' 16'' O y 9° 9' 28'' N). Cauce relativamente ancho (12.00-17.50 m) y poco profundo (0.06-0.22 m) con fondo gravoso y algunos montículos de arena gruesa. Orilla derecha con bosque de galería poco intervenido; aunque la izquierda fuertemente alterada. Se observan grandes acumulaciones de basura en los meses de la época seca.

Chilibrillo (79° 36' 58'' O y 9° 10' 33'' N). Cauce relativamente ancho (10.32-16.80 m) y poco profundo (0.14-0.50 m), con fondo principalmente dominado por roca madre y porciones aisladas de arena y grava fina. Bosque de galería poco intervenido, con extensiones de ramas cubriendo el cauce.

MATERIALES Y MÉTODOS

En cada sitio seleccionado y caminando por la orilla, se estableció una estación de 25m de longitud para luego colectar dos muestras de agua (1.0 L c/u) para análisis físico y químico selecto (S.S., NH₄, PO₄, Alcalinidad, Dureza), de acuerdo con las facilidades que ofrecieron los laboratorios del Centro de Ciencias del Mar y Limnología (CCML) ubicados en la isla de Naos y siguiendo los protocolos recomendados en ese momento (APHA, 1989). Además, utilizando una cinta métrica de plástico, un metro de madera, cronómetro y un termómetro normal, se estimaron, durante nueve meses, variables físicas tales como ancho, profundidad, velocidad, de la corriente, descarga y temperatura. Toda vez que en el mes de diciembre no se pudo hacer la colecta por problemas logísticos, en el mes de enero de 2000 se realizaron dos colectas, la primera el 7 y la segunda el 31 de enero. Estas colectas son denominadas en el texto como Enero1 (Ene1) y Enero2 (Ene2).

Para la componente biológica, se colectaron manualmente ('hand full'), en cada sitio y por nueve meses, tres paquetes o acumulaciones de hojarasca ('leaf packs'). Cada muestra de hojarasca llenaba aproximadamente 3/4 de una bolsa plástica de 8" x 7". Las muestras fueron procesadas (limpieza de sedimento, separación de organismos, secado y peso de hojarasca) en los laboratorios del Programa Centroamericano de Maestría en Entomología de la Universidad de Panamá. Los organismos fueron determinados al nivel de morfoespecie, familia o clase dependiendo del taxon y el tiempo que se utilizaba para la determinación de cada uno. Se utilizó bibliografía especializada, diversa y disponible, para la determinación de los distintos grupos taxonómicos (Edmunds, 1976; Wiggins 1996; Pennak, 1989; Merritt & Cummins, 1996).

Para el análisis de datos físico-químicos obtenidos según protocolos de APHA (1989) se utilizaron todos los datos disponibles (seis meses), se estimaron correlaciones (Spearman) y un Análisis de Varianza (serie de tiempo) para determinar diferencias significativas entre sitios. Para el análisis total de macroinvertebrados se utilizaron seis (6) de las nueve colectas o sea un total de 72 muestras obtenidas en el período septiembre 1999-febrero 2000. Para los datos biológicos, se consideró la identidad (nombre del taxa), número de individuos (No.), abundancia relativa,

composición porcentual de taxa dominantes (%), densidad (número de individuos por gramo de hojarasca seca, No.ind./g), riqueza (número de taxa), diversidad (Shannon-Wiever, H') y grupos funcionales (sensu Cummins *et al.*, 1973). Con relación a esto último, aunque respetamos lo expuesto por Camacho *et al.* (2009) tuvimos que asumir coincidencia de hábitos para proceder con un análisis exploratorio en este ámbito. Se asumió como válidos los grupos presentados por Merritt *et al.* (1996) y Merritt & Cummins (1996) para poder incluir esta variable en este estudio piloto porque no contábamos en este momento, con investigaciones sobre grupos funcionales para los insectos acuáticos de Panamá.

RESULTADOS

Componente fisico-química

La estación en el Rio Chilibre se caracterizó por estimaciones significativamente ($p = 0.0004^*$) mayores de fosfatos (PO_4) y la de Qbda. Limón por las mayores concentraciones de amonio (NH_4) Fig. 1a y 1b. La alcalinidad resultó muy irregular aunque entre enero a abril presentó un ascenso en Qbda. Ancha, Chilibrillo y Chilibre. La dureza presentó una tendencia de incremento de enero a marzo en los cuatro sitios.

La época de mayor descarga se evidenció en el mes de octubre para Qbda. Ancha, Chilibrillo y Chilibre, observándose la menor descarga, más o menos estable, para Qbda Limón (Fig.2a). La estimación más notoria de sólidos en suspensión se registró en la estación del Rio Chilibre, no observándose fluctuaciones específicas en los otros sitios. La colecta de hojarasca (biomasa vegetal) fue bastante irregular para los cuatro sitios durante el estudio, aunque los datos de Qbda. Ancha y Chilibre evidencian una ligera tendencia de incremento de septiembre a mayo de 2000, determinándose una correlación inversa y significativa ($r = -0.78^*$) entre la biomasa vegetal y la descarga en Quebrada Ancha. Se evidencian las condiciones contrastantes entre los sitios estudiados tanto en la estación seca como en el inicio de la lluviosa y principalmente en términos de sólidos en suspensión, concentración de fosfatos y amonio. Esto se observa claramente en el análisis jerárquico realizado con los datos de las variables fisico-químicas disponibles (Fig. 3^a y 3b).

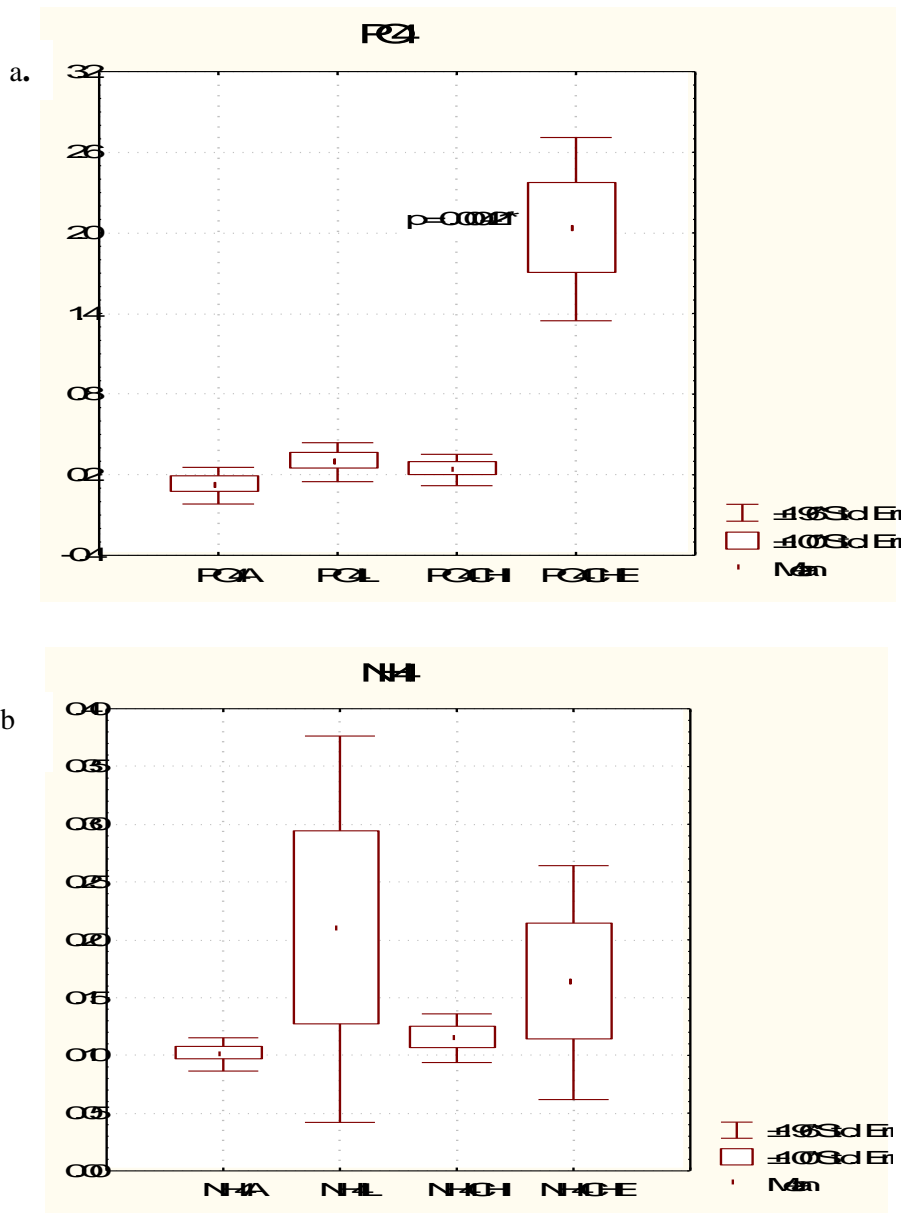


Fig. 1^a. Comparación de las concentraciones de Fosfato (PO₄ mg/l);
 1b. Comparación de las concentraciones de Amonia (NH₄mg/l)
 (A = Qbda. Ancha, L = Qbda. Limón; CHI = Chilibrillo; CHE = Chilibre).

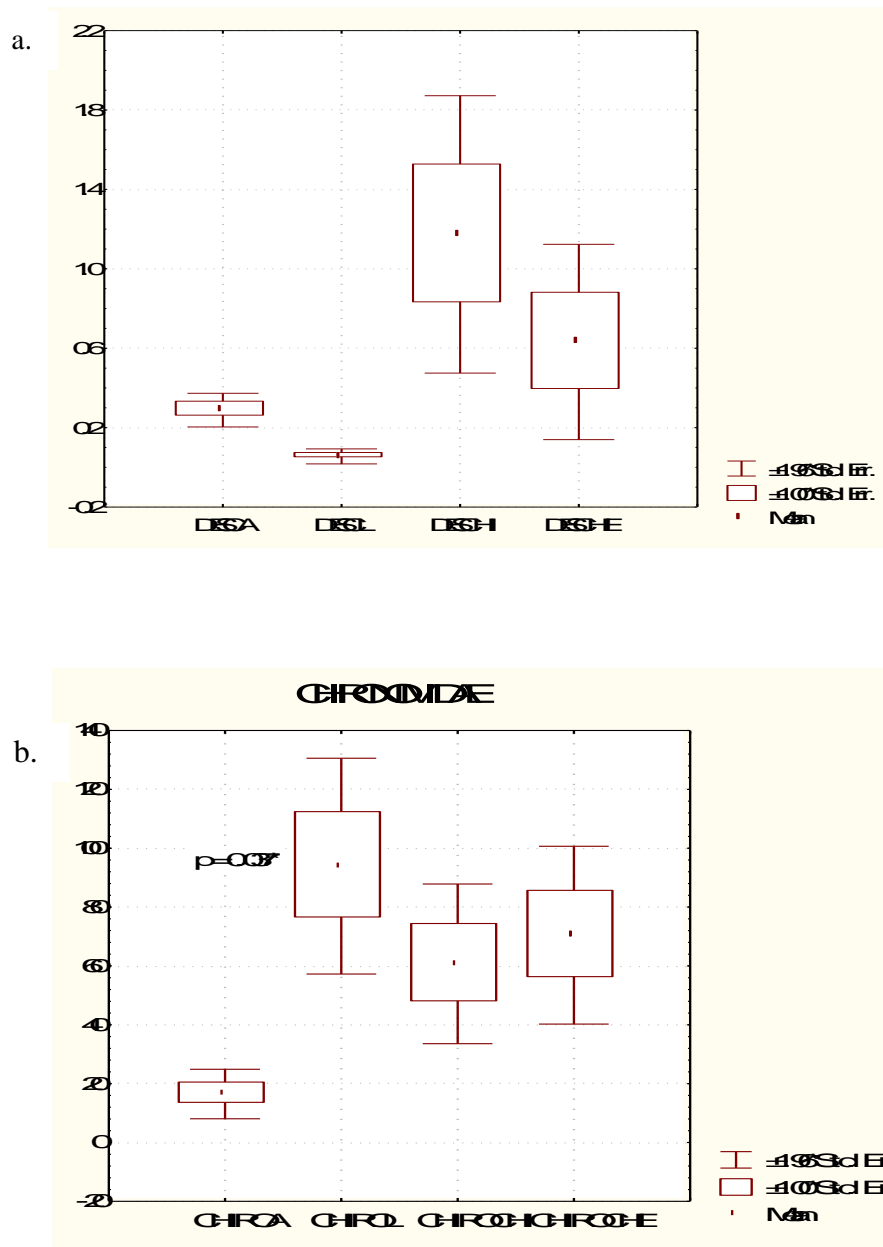


Fig. 2^a. Comparación de la descarga (DESC = m3/seg);
 2b. Comparación de la abundancia de Chironomidae (CHIRO = No.)
 (A = Qbda. Ancha; L = Qbda. Limón; CHI = Chilibrillo; CHE = Chilibre).

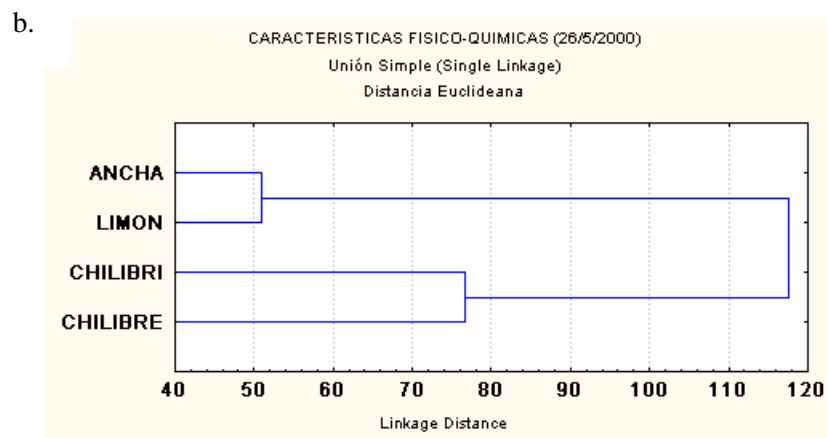
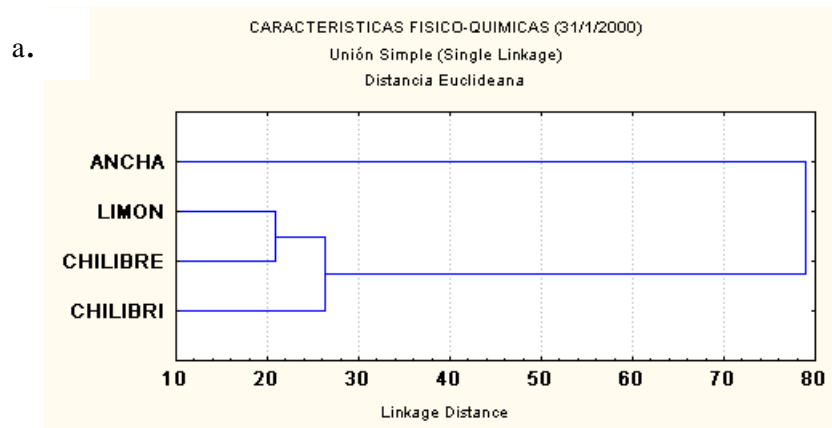


Fig. 3. Análisis jerárquico (Cluster) para las variables fisico-químicas (mg/l) para la época seca 'a' (31/1/2000) e inicio de la lluviosa 'b' (26/5/2000).

Componente biológica

En Qbda. Ancha se colectó un total de 628 macroinvertebrados acuáticos, agrupados en 16 taxa mayores (Phyllum, Clase, Orden) o en 35 taxa si se incluye el nivel de morfoespecie. El Phyllum Mollusca resultó con la mayor riqueza (6), seguido de Coleoptera (5), Odonata (3) y Trichoptera (3). En cuanto a la abundancia total por taxa, los Diptera fueron los más abundantes (279), seguido del Phyllum Mollusca (220), el orden Coleoptera (30) y las clases Turbellaria (24), Hirudinea (22), y Oligochaeta (21). Dentro de Diptera, la familia Chironomidae fue la que presentó mayor importancia numérica con 275 individuos (44.8% del total en Qbda. Ancha), en cambio en Mollusca dominó la familia Ancyliidae con 93 ind. En términos de densidad (No. ind. / g ; g = peso seco de hojarasca), se observó una tendencia similar a la registrada con los datos de abundancia (No. de individuos), siendo la colecta de febrero la que evidenció mayor densidad (4.18 ind./g).

En Qbda. Limón se colectó un total de 5,867 macroinvertebrados acuáticos (43.7% del total del estudio) agrupados en 80 taxa (nivel: morfoespecie). El orden Diptera fue el más rico con respecto al número de taxa (riqueza), seguido de Coleoptera, Trichoptera, Ephemeroptera y Odonata. En general, el orden Diptera fue el más abundante con 3,346 individuos, le siguió Trichoptera (1,046 individuos), Ephemeroptera (1,095 individuos), Coleoptera (150 individuos) y Turbellaria (75 individuos). Las familias más numerosas fueron Chironomidae (Diptera) con 3146 individuos (Fig. 2b) seguida de Hydropsychidae (Trichoptera) con 618 individuos y Leptohiphidae (Ephemeroptera) con 399. La densidad disminuyó de septiembre a noviembre, determinándose las mayores densidades en las colectas de el 7 y 31 de enero (19.17 ind/g, 20.23 ind/g), respectivamente). Esta tendencia también se corresponde con los datos de abundancia

En el Río Chilibrillo, se identificaron 1,246 macroinvertebrados acuáticos (9.8% del total por estudio) agrupados en 45 Taxa (nivel: morfoespecie). Con respecto a la riqueza de taxa, los órdenes Ephemeroptera (12), Trichoptera (9) y Coleoptera (6), fueron los más representados. En cuanto a la abundancia, el Orden Diptera fue el más numeroso con 625 individuos, seguido de Ephemeroptera con 475, Coleoptera con 54 y Trichoptera 28. La familia más abundante fue

Chironomidae (Diptera) con 601 individuos, seguida de Leptohiphidae (Ephemeroptera) con 269 y Leptophlebiidae (Ephemeroptera) con 163. La tendencia de disminución, en términos de densidad, fue evidente en el período septiembre-noviembre. Determinándose un incremento notorio en las colectas de enero (2.16 ind/g, 4.12 ind./g). Tendencia similar se evidenció con los datos de abundancia.

En el Río Chilibre, se identificó un total de 5,342 macroinvertebrados acuáticos (41.6% del total del estudio), agrupados en 51 taxa (nivel: morfoespecie). Con relación a la riqueza de taxa, tenemos que fue el orden Diptera el que estuvo mayormente representado (8) seguido de Coleoptera (5), Trichoptera (4), Odonata (4), Ephemeroptera (3) y Mollusca (3). En cuanto a la abundancia por taxa superior de macroinvertebrados tenemos que Diptera resultó con 3,568 individuos, seguido de Ephemeroptera (937), Trichoptera (566) y Coleoptera (194). Las familias más numerosas fueron Chironomidae (Diptera) con 3,509, Hydropsychidae (Trichoptera) con 565 y Leptohiphidae (Ephemeroptera) con 457. En las muestras de este sitio, se determinó una tendencia de incremento en la densidad de septiembre a febrero, estimándose en este mes, la mayor densidad del estudio (55.91 ind./g) .

El sitio que presentó mayor riqueza de taxa fue Qbda. Limón (80), seguida de Chilibre (51), Chilibrillo (45) y Qbda. Ancha (35). Los 'grupos funcionales' mayormente representados fueron los cortadores-picadores ('shredders') y los colectores-filtradores ('collector-filterers'), siendo *Polypedilum* (Diptera, Chironomidae), *Smicridea* (Hydropsychidae) y *Chimarra* (Philopotamidae) los más útiles para el análisis sobre grupos funcionales.

DISCUSIÓN

Consideramos que el número de taxa de macroinvertebrados identificados en nuestras 72 muestras fue relativamente alto al nivel de morfoespecie. Esta riqueza fue parecida a la encontrada por Aguila (1998) en 36 muestras de musgos acuáticos colectadas en quebradas ubicadas en las montañas de Ouachita (Arkansas) aunque en éstas dominaron grupos cortadores-picadores del Orden Amphipoda (Crustacea) y no se observaron turbelarios, ni hirudíneos. La presencia

en nuestro estudio de grupos cortadores-picadores como los Chironomidae del género *Polypedilum* (Coffman & Ferrington, 1996; Pardo, 2002) y colectores filtradores como los incluidos en las familias Hydropsychidae y Leptohiphidae, podría ser indicativo de buen condicionamiento de la hojarasca y abundancia de partículas en suspensión dentro del microhábitat definido por el mencionado paquete de hojarasca. Ya ha sido reportada la relación que hay entre aguas con más nutrientes de lo normal, producción de perifiton, condicionamiento de la hojarasca y por ende proliferación de macroinvertebrados que cortan y pican esa hojarasca condicionada o suavizada.

En un estudio similar ('leaf packs') realizado por Aguila (2005) en Río Indio, Miguel de La Borda y Coclé del Norte (n = 40) se logró determinar 47 familias de insectos, notándose nuevamente la dominancia de las familias Chironomidae, Hydropsychidae y Leptohiphidae, así como el incremento en número de individuos y riqueza de insectos acuáticos en la colecta de la estación seca, patrón que se ha observado en varios estudios tanto en Panamá (Aguila, 2005) como en Costa Rica (Ramírez & Pringle, 2006),

La gran abundancia de macroinvertebrados acuáticos en Qbda. Limón (43.7%) podría también estar relacionada con la estructura (geomorfología) de la misma toda vez que el sitio de colecta se caracterizaba por la presencia de grava y piedras de mediano tamaño (15-20 cm. long.) hecho que contribuye al poder de retención de detritos, incluidos entre estos la hojarasca, especialmente para la época seca donde disminuye notoriamente el caudal y el estrés físico producido por la corriente. Resulta interesante relacionar la marcada abundancia de individuos de la familia Chironomidae en las muestras de esta quebrada y la estimación de el mayor promedio de concentración de Amonio (NH₄) en la misma puesto que este factor podría estar incidiendo en la producción de un perifiton con mayor calidad (Huryn *et al.*, 2002) que a su vez haría la hojarasca más apetecible.

Por otro lado, la presencia notoria de *Chimarra* (Philopotamidae) en esta quebrada pudiese estar relacionada con las condiciones de poco flujo típicas de la Qbda. Limón en los meses de enero y febrero,

hecho que ha sido reportado anteriormente por Rincón y Cressa (2000).

Los resultados del análisis por grupo funcional parecieran estar indicando que en los paquetes de hojarasca colectados en Qbda. Limón se dieron las condiciones óptimas para el desarrollo de organismos cortadores-picadores como el quironómido *Polypedilum* y organismos colectores-filtradores como *Smicridea* y *Chimarra*. Esto es una hojarasca bien condicionada (procesada, suavizada) y abundantes partículas en suspensión.

Las muestras del río Chilibre pudieran indicar que también se daban las condiciones óptimas para la presencia de cortadores-picadores y colectores-filtradores, bajo las condiciones microambientales antes mencionadas. Debemos resaltar que en esta estación se reportó la mayor concentración de sólidos en suspensión y fosfatos (PO_4) lo cual nuevamente podría incidir en la calidad de la película biológica sobre la hojarasca.

El menor número de macroinvertebrados en las muestras de Chilibrillo y Qbda. Ancha podría estar influenciado por múltiples factores, pero el reporte de un grupo colector-recolector representado por *Leptohyphes* y el quironómido *Micropsectra* (Aguila & García, 2002; Pardo, 2002) podría ser indicativo de condiciones diferentes toda vez que esta última ha sido relacionada con incremento de partículas orgánicas en ambientes lénticos en otras latitudes (Torbjorn & Willassen, 1993).

Consideramos que Qbda. Ancha es de hecho un sistema extremo toda vez que se caracteriza por los mayores promedios de alcalinidad y dureza. Además, es un ambiente regulado por el hombre toda vez que recibe aportes de agua de una empresa cercana. Es de esperar entonces que los registros de descarga de esta quebrada no coincidieran con los patrones de estación seca y lluviosa que se observaron en las otras estaciones. En este sitio, la dominancia de Chironomidae específicamente Tanypodinae (Pardo, 2002) que es un típico depredador, y de las familias Ancyliidae (Gasteropoda: Pulmonata) y Thiaridae (Gasteropoda: Prosobranchia) podría también estar en función

de la presencia de suficientes presas y condiciones químicas favorables en cuanto a la concentración de compuestos carbonatados, esto último típico de esta quebrada.

CONCLUSIONES

Los sitios estudiados son contrastantes en términos físicos, químicos y biológicos, siendo Qbda. Ancha la que presenta una comunidad de macroinvertebrados más diferente. Se podría concluir que las condiciones de enriquecimiento de nutrientes en Qbda. Limón y el río Chilibre podrían estar incidiendo, indirectamente, en el tipo de comunidad de macroinvertebrados al propiciar una hojarasca más apetecible para los macroinvertebrados. Por otro lado, la presencia notoria de grupos como Ancyliidae (Mollusca: Gasteropoda) y Thiaridae (Mollusca: Gasteropoda) en Qbda. Ancha, podría ser el resultado de múltiples factores combinados (sustrato vegetal, falta de depredadores, calidad del agua) que promueven la proliferación de estos grupos.

REFERENCIAS

Adames, A.J. (ed.). 1977. Evaluación ambiental y efectos del proyecto hidroeléctrico Fortuna. Informe Final. Revista Lotería Vol.254-256: 1-538.

Aguila, Y. 1998. Effects of forestry practices on stream ecosystems. Tesis Doctoral, Universidad de Arkansas, U.S.A., 124 pp.

Aguila, Y. & A. García. 2002. Descripción y variación espacial-temporal de la comunidad de Trichoptera (Insecta) asociada a hojarasca, en corrientes con diferente tipo de contaminación. Resúmenes. XXI Congreso Científico Nacional, 7-11 de octubre de 2002, Universidad de Panamá.

Aguila, Y. 2005. 'Descripción de la comunidad de insectos acuáticos asociada a hojarasca colectada en Río Indio, Miguel De La Borda y Coclé del Norte (ROCC), en temporada lluviosa y seca'. Informe de Investigación para la Vicerrectoría de Investigación y Postgrado de la Universidad de Panamá (VIP-0190-50-00-2005-08).

APHA-AWWA-WPCF. 1989. Standard Methods for the Examination of Water, and Wastewater. Ed. 17. Washington D. C.: American Public Health Association.

Autoridad del Canal de Panamá. 2003. Recopilación y presentación de datos de recursos ambientales y culturales en la Región Occidental de la Cuenca del Canal de Panamá. Informe Final. The Louis Berger Group Inc., Universidad de Panamá, Smithsonian Tropical Research Institute.

Barbour, M.T., J. Gerritsen, B.D. Snyder & J.B. Stribling. 1999. Rapid Bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates, and fish, 2nd ed. EPA 841-B-99-002. U.S. Environ. Protection Agency; Office of Water, Washington, D.C. 202 pp.

Camacho, R. L. B., A. Cornejo, A. Ibáñez & R.G. Pearson. 2009. Local variation in shredder distribution can explain their oversight in tropical streams. *Biotropica* 41(5): 625-632.

CSMRI. 1980. An ecological study of the San Félix River in Western Panama, Republic of Panama. Colorado School of Mine Research Institute- Universidad de Panamá.

Coffman, W.P. & L.C. Ferrington. 1996. Chapter 26: Chironomidae. Páginas 635-754 en: R.W. Merritt y K.W. Cummins (eds.) An Introduction to the Aquatic Insects of North America. Kendall/Hunt Pub. Co.

Cornejo, A. 2001. Estructura de la Comunidad de Insectos Acuáticos en la Cuenca del Río Coco Solo y su relación con la población urbana. Tesis de Licenciatura. Universidad de Panamá.

Cummins, K.W. 1973. Trophic relations of aquatic insects. *Ann. Rev. Ent.* 18: 183 - 206.

Edmunds, G.F. Jr., S.L. Jensen & L. Berner. 1976. The Mayflies of North and Central America. University of Minnesota Press.

García, A. 2004. Estudio sobre la comunidad de macroinvertebrados acuáticos asociada a hojarasca, en ecosistemas lóticos contrastantes. Tesis de Licenciatura, Universidad de Panamá, 137 pags.

Hernández, D. & L. D’Croz (eds.). 1986. Evaluación ecológica del río Chiriquí en relación a la construcción de la represa hidroeléctrica Edwin Fábrega. Informe Técnico, IRHE, Panamá.

Huryn, A.D., V.M. Butz Huryn, C.J. Arbuckle & L. Tsomides. 2002. Catchment land-use, macroinvertebrates and detritus processing in headwater streams: taxonomic richness versus function. *Freshwater Biology* 47: 401-41.

ICAB. 2000. Diagnóstico preliminar de la Gira Socioambiental y Científica a la Reserva Forestal El Montuoso, Provincia de Herrera: Evaluación Ecológica Rápida del Componente de Fauna Acuática, Informe Final. Instituto de Ciencias Ambientales y Biodiversidad (ICAB), Universidad de Panamá.

Medianero, E. & M. Samaniego. 2004. Comunidad de insectos acuáticos asociados a condiciones de contaminación en el río Curundú, Panamá. *Folia Entomol. Mex.* 43 (3): 279-294.

Merritt, R.W. & K.W. Cummins (eds.). 1996. An Introduction to the Aquatic Insects of North America, 3rd. Edition, Kendall/Hunt, Dubuque, IA.

Merritt, R.W., J.R. Wallace, M.J. Higgins, M.K. Alexander, M.B. Berg, W.T. Morgan, K.W. Cummins & B. Vandeneeden. 1996. Procedures for the functional analysis of invertebrate communities of the Kissimmee river-floodplain ecosystem. *Florida Scientist* 59 (4): 216-274.

Pardo, J. 2002. Estudio comparativo de la comunidad de Chironomidae (Diptera) en ríos contrastantes en el eje de la Transistmica, Corregimientos de Chilibre y Nuevo San Juan. Tesis de Maestría en Entomología, V.I.P., Universidad de Panamá. 85pp.

Pennak, R.W. 1989. Fresh-Water Invertebrates of the United States. Third Edition. John Wiley & Sons, Inc.

PMCC. 2000. Proyecto de Monitoreo de la Cuenca del Canal. Informe Final. The Louis Berger Group.

Ramírez, A. & C.M. Pringle. 2006. Temporal and spatial patterns in stream physicochemistry and insect assemblages in tropical lowland streams. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 25(1): 108-125.

Rincón, J. & C. Cressa. 2000. Temporal variability of macroinvertebrate assemblages in a neotropical intermittent stream in Northwestern Venezuela. *Archiv. Fuer Hydrobiologie*, 148(3): 421 - 432.

Robles, Y. & A. Vega. 2004. Caracterización físico, química y biológica de la parte media baja del Río Santa María, Veraguas, Panamá. *Tecnociencia* 6(2): 75 – 89.

Sánchez-Arguello, R.I., A. Cornejo, L. Boyero & A. Santos. 2010a. Evaluación de la calidad del agua en la cuenca del río Capira. *Tecnociencia* 12(2): 57-70.

Sánchez-Arguello, R.I., A. Cornejo, R.G. Pearson & L. Boyero. 2010b. Spatial and temporal variation of stream communities in a human-affected tropical watershed. *Ann. Limnol. – Int. J. Lim.* 46: 149-156.

Torbjorn, A. & E. Willassen. 1993. Late Weichselian Chironomidae (Diptera) stratigraphy of Lake Nedre Erastvatn, Andoya, Northern Norway. *Hydrobiologia* 264: 21 - 32.

Wiggins, G.B. 1996. Trichoptera families. Páginas 309-349 en: R.W. Merritt / K.W. Cummins (eds.) An Introduction to the Aquatic Insects of North America. Kendall/Hunt Pub. Co.

Recibido septiembre de 2010, aceptado mayo de 2012.