

DIVERSIDAD DEL SUBORDEN HETEROPTERA (HEMIPTERA: GERROMORPHA Y NEPOMORPHA) Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DEL AGUA EN SURUTATO, BADIRAGUATO, SINALOA, MÉXICO

Héctor Alexis Castro Bastidas

Unidad Académica Facultad de Biología, Universidad Autónoma de Sinaloa, Ciudad Universitaria, Av. Universitarios s/n. Col. Universitarios, Culiacán Rosales, Sinaloa. C. P. 80030, México.

*Autor para correspondencia: alexizbastidas@gmail.com

Recibido: 23/04/2020, Aceptado: 06/08/2020

RESUMEN: Se asociaron parámetros fisicoquímicos del agua y su influencia con la diversidad de chinches acuáticas en Surutato, Badiraguato. Las variables fisicoquímicas del agua fueron relativamente estables durante este estudio al menos para la región, por lo tanto, se concluyó que la diversidad de chinches acuáticas en temporada de lluvias y temporada de frío es afectada principalmente por condiciones biológicas de las chinches acuáticas y semiacuáticas más que con los parámetros fisicoquímicos del agua. Además, se identificaron ocho familias pertenecientes a 13 géneros, de los cuales tres géneros son nuevos registros de distribución para la localidad.

Palabras clave: Variables Fisicoquímicas, Análisis de Componentes Principales, Chinches Acuáticas.

Diversity of the suborder Heteroptera (Hemiptera: Gerromorpha and Nepomorpha) and its relation to the quality of water in Surutato, Badiraguato, Sinaloa, Mexico

ABSTRACT: Physical-chemical parameters of water and its influence were associated with the diversity of water bugs in Surutato, Badiraguato. The physical chemical variables of the water were relatively stable during this study at least for the region, therefore, it was concluded that the diversity of water bugs in the rainy season and cold season is mainly affected by biological conditions of the water and semi-aquatic bed bugs more than with the physical chemical parameters of water. In addition, 8 families belonging to 13 genera were identified, of which 3 genera are new distribution records for the locality.

Keywords: Physicochemical Variables, Principal Component Analysis, Water Bugs.

INTRODUCCIÓN

Existe una gran diversidad de organismos adaptados a ambientes acuáticos con importancia biológica (Polhemus y Polhemus, 2008). Entre ellos se registran las chinches acuáticas (Heteroptera: Hemiptera), un grupo de formas variadas y especialistas en cuerpos de agua dulce y salada (Colzani *et al.*, 2013). Las chinches acuáticas son parte del infraorden Nepomorpha y viven sumergidas bajo el agua, mientras que las chinches semiacuáticas pertenecen al infraorden Gerromorpha y se les encuentra en la película superficial del agua (Karaouzas y Gritzalis, 2006).

Se conoce que los hemípteros acuáticos y semiacuáticos pueden ser utilizados como bioindicadores de la calidad del agua (Roldan, 2016). Las características fisicoquímicas del agua, así como otros factores abióticos, son importantes en la distribución y abundancia de chinches acuáticas y semiacuáticas (Carbonell *et al.*, 2011; Rizo-Patrón *et al.*, 2013). El objetivo del presente estudio fue evaluar cómo algunas variables fisicoquímicas del agua pueden influir en la diversidad de chinches acuáticas de los infraórdenes Gerromorpha y Nepomorpha en la localidad Surutato, del municipio Badiraguato, Sinaloa.

MATERIALES Y MÉTODO

Área de estudio. La investigación se realizó en dos arroyos localizados aproximadamente a 2 km de la localidad rural de Surutato (25° 49' 41" N y 107° 34' 04" O). El primer arroyo está próximo a la presa Heladio Serrano (Sitio 1) y el segundo cerca del Centro de Estudios Justo Sierra (Sitio 2). La región tiene un clima templado subhúmedo con lluvias en verano; temperatura media anual de 24.8 °C, con mínimas de -2 °C y algunas heladas en invierno; y precipitación media anual de 1156.9 mm (CLICOM, 2020).

Las recolectas se realizaron en dos periodos: 25 al 27 de septiembre (Ms) y 13 al 15 de diciembre de 2019 (Md). En cada uno se establecieron dos estaciones de muestreo por sitio: E1 y E2 en sitio 1; E3 y E4 en sitio 2, con longitud de 100 m arriba y abajo. Las estaciones E1 y E3 se monitorearon de 09:00 h a 13:00 h y las estaciones E2 y E4 en el periodo de 15:00 a 24:00 h. En las cuales se midieron 13 variables fisicoquímicas del agua (Cuadro 1), algunas *in situ* con equipos especializados, y otras estimadas en laboratorio mediante titulometría y espectrofotometría (Baird *et al.*, 2017). La velocidad superficial del caudal se estimó con el método de aforo por flotador (Lauro *et al.*, 2016), mientras que la transparencia del agua se midió con un disco de Secchi (Moncayo-Eraso, 2017).

Cuadro 1. Estimaciones de las variables fisicoquímicas del agua por estación y mes de muestreo.

Variables	Arroyo presa Heladio Serrano				Arroyo CEJUS			
	E1		E2		E3		E4	
	sep	dic	sep	dic	sep	dic	sep	dic
Temperatura (°C)	10.90	12.40	10.50	11.10	10.50	11.40	14.90	11.90
pH	7.25	6.50	7.76	7	7.70	7	7.75	6.50
Oxígeno disuelto (ppm)	7.87	7.20	7.25	7.30	6.70	7.80	6.72	7.30
Salinidad (g/l)	10.60	10.10	10.10	10.80	9.70	10.10	9.70	10.10
Sólidos totales disueltos (ppm)	83	85	81	161	142	176	144	157
Conductividad eléctrica (µs/cm)	164	172	166	318	284	352	290	316
Dureza total (ppm)	60	60	120	30	180	120	180	60
Alcalinidad (ppm)	20	80	80	40	40	80	120	80
Nitritos (ppm)	0	0	0	0	0	0	1.50	0.50
Nitratos (ppm)	0	20	0	0	0	0	0	20
Profundidad (cm)	0.12	0.10	0.10	0.15	0.14	0.18	0.15	0.14
Transparencia (cm)	0.06	0.02	0.02	0.10	0.10	0.09	0.10	0.13
Velocidad del caudal (l/s)	20.47	198.30	35.30	418.30	589	177.47	9.85	433.20

Los insectos se recolectaron con una red entomológica acuática y se preservaron en frascos de plástico con etanol al 70 % (Floriano *et al.*, 2013). Para su posterior identificación con claves especializadas (Polhemus, 1996; Panizzi y Grazia, 2015) en la Facultad de Biología de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Se categorizaron los ejemplares con base en la frecuencia de captura: a) abundantes: los que fueron recolectados en un rango de 3 a 4 estaciones y b) raros: aquellos en un rango de 1 a 2 estaciones.

Análisis estadístico. Se realizó un análisis descriptivo y univariado para conocer la variabilidad de los datos entre estaciones y periodos de muestreo. Además de un análisis de componentes principales (ACP), donde se asociaron las variables fisicoquímicas del agua que más influyeron por sitio y mes de muestreo con el software SPSS v. 25 (IBM, Machintosh 2019).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En total se recolectaron 174 ejemplares y se identificaron 13 géneros pertenecientes a ocho familias: Gerridae, Mesovelidae y Veliidae (Gerromorpha); Belostomidae, Corixidae, Nepidae,

Notonectidae y Neucoridae (Nepomorpha). La mayor abundancia se obtuvo en septiembre (54 %), con respecto a diciembre (46%), sobresaliendo *Raghoelia* como el género más abundante, recolectado principalmente en la estación E1 durante ambos periodos de muestreo. De acuerdo con la frecuencia de captura por estación, los géneros abundantes fueron *Aquarius*, *Gerris*, *Graptocorixa*, *Notonecta* y *Ranatra*; los demás géneros se consideraron como raros (Cuadro 2).

Cuadro 2. Hemípteros recolectados por género, frecuencia de captura por estación de y mes de muestreo.

Suborden/Familia	Género	septiembre					diciembre				
		E1	E2	E3	E4	Categoría*	E1	E2	E3	E4	Categoría*
Gerromorpha											
Gerridae	<i>Aquarius</i>	1	2	4	3	Abundante	0	0	2	4	Raro
	<i>Gerris</i>	6	0	2	4	Abundante	0	0	4	0	Raro
Mesoveliidae	<i>Mesovelia</i>	2	0	0	0	Raro	0	0	0	0	-
	<i>Microvelia</i>	0	0	0	0	-	0	0	0	11	Raro
Veliidae	<i>Raghoelia</i>	15	3	2	3	Abundante	47	0	3	0	Raro
Nenomorpha											
Belostomidae	<i>Abedus</i>	0	0	1	0	Raro	0	0	0	0	-
	<i>Belostoma</i>	0	0	6	0	Raro	0	0	0	1	Raro
	<i>Lethocerus</i>	0	0	2	0	Raro	0	0	0	0	-
Corixidae	<i>Graptocorixa</i>	0	1	5	5	Abundante	0	0	0	0	-
Nepidae	<i>Curicta</i>	0	2	1	0	Raro	0	0	0	0	-
	<i>Ranatra</i>	4	0	1	0	Raro	0	0	0	1	Raro
Naucoridae	<i>Ambrysus</i>	1	0	0	1	Raro	0	0	0	0	-
Notonectidae	<i>Notonecta</i>	0	0	12	4	Raro	0	0	2	6	Raro

Los parámetros fisicoquímicos: sólidos totales disueltos, conductividad eléctrica, dureza total, alcalinidad y velocidad de caudal variaron entre estaciones de muestreo, aunque no fue significativa (Cuadro 3). De igual forma, la mayoría de los parámetros fisicoquímicos aumentó en diciembre, registrando una variación aritméticamente evidente en el pH, la conductividad eléctrica, dureza total, nitratos y velocidad del caudal, aunque sólo fue significativa en pH (Cuadro 4).

Cuadro 3. Valores fisicoquímicos de las estaciones de muestreo.

Parámetros	Valores de los parámetros (Media $\pm$ E.E.)				Análisis univariado	
	Arroyo presa Heladio Serrano		Arroyo CEJUS			
	E1	E2	E3	E4	F	Sig.
Temperatura	11.65 $\pm$ 1.06	10.80 $\pm$ 0.42	10.95 $\pm$ 0.64	13.40 $\pm$ 2.12	1.831	0.28
pH	6.87 $\pm$ 0.53	7.38 $\pm$ 0.54	7.37 $\pm$ 0.52	7.12 $\pm$ 0.88	0.282	0.84
Oxígeno disuelto	7.53 $\pm$ 0.47	7.27 $\pm$ 0.03	7.21 $\pm$ 0.78	7.00 $\pm$ 0.40	0.379	0.77
Salinidad	10.34 $\pm$ 0.33	10.44 $\pm$ 0.47	9.89 $\pm$ 0.30	9.89 $\pm$ 0.30	1.31	0.39
SDT	84.00 $\pm$ 1.41	121.00 $\pm$ 56.57	159.00 $\pm$ 24.04	150.50 $\pm$ 9.19	2.381	0.21
σ	168.00 $\pm$ 5.66	242.00 $\pm$ 107.48	318.00 $\pm$ 48.08	303.00 $\pm$ 18.38	2.619	0.19
Dureza total	60.00 $\pm$ 0.00	75.00 $\pm$ 63.64	150.00 $\pm$ 42.43	120.00 $\pm$ 84.85	1.046	0.46
Alcalinidad	50.00 $\pm$ 42.43	60.00 $\pm$ 28.28	60.00 $\pm$ 28.28	100.00 $\pm$ 28.28	0.937	0.50
Nitritos	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	1.00 $\pm$ 0.71	4.00	0.11
Nitratos	10.00 $\pm$ 14.14	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	10.00 $\pm$ 14.14	0.667	0.61
Profundidad	0.11 $\pm$ 0.01	0.13 $\pm$ 0.03	0.16 $\pm$ 0.02	0.142 $\pm$ 0.00	2.086	0.24
Transparencia	0.04 $\pm$ 0.03	0.058 $\pm$ 0.06	0.10 $\pm$ 0.01	0.18 $\pm$ 0.02	2.15	0.24
VC.	109.38 $\pm$ 125.74	209.25 $\pm$ 268.40	383.23 $\pm$ 291.99	217.09 $\pm$ 305.62	0.782	0.56

SDT= Sólidos totales disueltos. σ = conductividad eléctrica. VC= Velocidad del caudal.

Cuadro 4. Valores fisicoquímicos por periodo de muestreo.

Parámetros	Periodo de muestreo	
	septiembre	diciembre
Temperatura	11.70 ± 2.14	11.70 ± 0.57
pH	7.62 ± 0.25*	6.75 ± 0.29*
Oxígeno disuelto	7.12 ± 0.56	7.39 ± 0.26
Salinidad	10.01 ± 0.43	10.27 ± 0.33
SDT	112.50 ± 35.24	144.75 ± 40.66
σ	226.00 ± 70.48	289.50 ± 80.06
Dureza total	135.00 ± 57.44	67.50 ± 37.75
Alcalinidad	65.00 ± 44.35	70.00 ± 20.00
Nitritos	0.37 ± 0.75	0.12 ± 0.25
Nitratos	0.00 ± 0.00	10.00 ± 11.55
Profundidad	0.13 ± 0.02	0.142 ± 0.03
Transparencia	0.07 ± 0.04	0.08 ± 0.05
VC.	152.70 ± 21.01	251.82 ± 67.74

SDT= Sólidos totales disueltos. σ = conductividad eléctrica. VC= Velocidad del caudal. * $F = 20.99$, $p = 0.004$.

De acuerdo con el análisis de componentes principales, cuatro variables representan el 88.57 % de los datos (Cuadro 5). Para la descripción de los datos sólo fueron significativos dos componentes, que representan más de la mitad de los datos 63.33 % (Cuadro 6). Al construir la CP1 las variables temperatura, alcalinidad y nitritos reciben los pesos positivos más altos y el oxígeno disuelto el peso negativo más bajo. Para la segunda componente (CP2), las variables sólidos totales disueltos, conductividad eléctrica, profundidad y transparencia fueron las más representativas. El gráfico de dispersión permitió visualizar mejor los datos y mostró una diferencia importante entre las estaciones y meses de muestreo (Fig. 1).

Cuadro 5. Varianza total explicada.

Componente	Autovalores iniciales % de		
	Total	varianza	% acumulado
1*	4.669	35.918	35.918
2*	3.565	27.421	63.339
3*	2.264	17.418	80.757
4*	1.016	7.814	88.571
5	0.908	6.985	95.556
6	0.443	3.411	98.967
7 a 13	0.134	1.033	100.000

El número de ejemplares capturados en el segundo periodo de muestreo (diciembre) fue menor que el primero (septiembre), probablemente por la influencia de las lluvias antes de diciembre, lo que dificultó el muestreo y arrastró a los heterópteros lejos del sitio de colecta, como ocurrió en otros estudios (Olguín-García *et al.*, 2017; Castillo *et al.*, 2018). En adición, el número de géneros recolectados fue menor comparado con estudios anteriores realizados en la misma localidad de Surutato porque el esfuerzo y el diseño de muestreo fueron distintos y no se consideró hábitats preferibles para todos los grupos (Olguín-García *et al.*, 2017).

Cuadro 6. Matriz de estructura.

Variables	Componente			
	1	2	3	4
Temperatura	.898	.174	.130	-.293
pH	.205	-.064	-.958	-.281
Oxígeno disuelto	-.717	-.109	.412	.264
Salinidad	-.632	-.143	.309	.856
Solidos totales disueltos	.204	.990	-.035	.146
Conductividad eléctrica	.221	.989	-.032	.122
Dureza total	.492	.211	-.708	-.717
Alcalinidad	.798	.132	.132	-.559
Nitritos	.921	.283	-.119	-.319
Nitratos	.152	-.183	.876	-.114
Profundidad	.039	.955	-.182	.069
Transparencia	.291	.890	-.065	.133
Velocidad de caudal	-.174	.332	-.028	.917

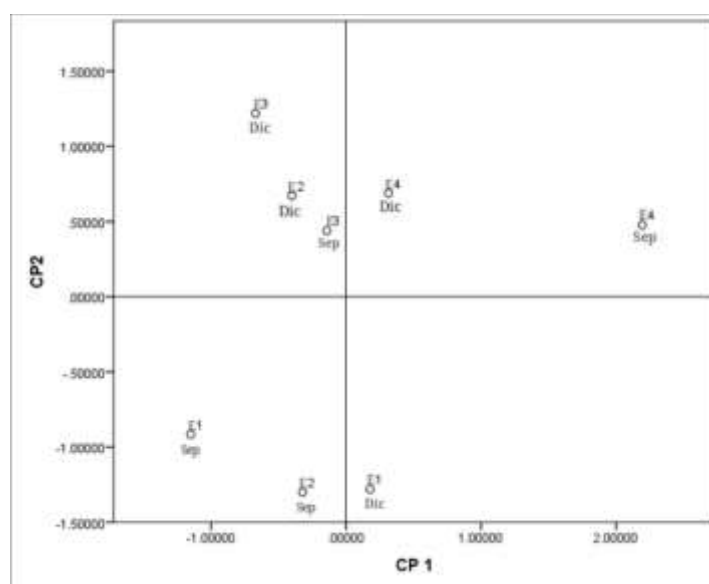


Figura 1. Dispersión de componentes principales con variables fisicoquímicas por estación y periodo de muestreo.

Asimismo, la diferencia entre el número géneros categorizados como raros y abundantes probablemente se deba a cuestiones extrínsecas (Jáimez-Cuéllar *et al.*, 2002; Colwell *et al.*, 2012). Por ejemplo, composición de la vegetación, tipo de sustrato, precipitación, cubierta del dosel, distintos requerimientos de alimentación de cada grupo, entre otros (Hanson *et al.*, 2010; Meza *et al.*, 2012; Brasil *et al.*, 2020). Por lo tanto, es probable que la diversidad de chinches acuáticas y semiacuáticas sea influenciada por características climáticas y biológicas (Mazzucconi *et al.*, 2009; Mabidi *et al.*, 2017). Se sugiere un estudio más exhaustivo que también tome en cuenta las características del paisaje, las características funcionales de cada grupo y la fenología de los heterópteros acuáticos.

CONCLUSIÓN

La abundancia de chinches acuáticas y semiacuáticas fue mayor en temporada de lluvias (septiembre) respecto a la temporada de frío (diciembre). Se reportan por primera vez tres géneros

nuevos para la localidad Abedus, Ambrysus y Microvelia. Los parámetros fisicoquímicos del agua durante el estudio fueron relativamente estables entre estaciones y durante los meses de muestreo. La mayoría de los datos fisicoquímicos probablemente fueron semejantes porque durante ambos muestreos hubo días lluviosos. Un estudio más complejo que analice la diversidad estacional, además del tipo de vegetación y tipo de sustrato ayudará a comprender mejor la relación entre las comunidades de heterópteros acuáticos con la calidad del agua.

Agradecimientos

Al Dr. Daniel Reynoso Velasco (Instituto de Ecología, A.C.) por su orientación en la identificación de los insectos recolectados. Agradezco también a mis profesores, Dr. Marcos Bucio Pacheco y al M. C. Cesar Romero Higuera por su asesoría. A mi familia y compañeros que me ayudaron y motivaron a terminar el trabajo.

Literatura citada

- BAIRD, B., A. D. EATON, AND E. W. RICE. 2017. *Standard Methods for the examination of water and wastewater*. American Public Health Association. 23rd Edition. U.S.A. 1546 pp.
- CARBONELL, J.A., C. GUTIERREZ, D., BRUNO, P. ABELLAN, J. VELASCO AND A. MILLAN. 2011. Ecological factors determining the distribution and assemblages of the aquatic Hemiptera (Gerromorpha & Nepomorpha) in the Segura River basin (Spain). *Limnetica*, 30(1): 59–70.
- CASTILLO, M. M., BARBA-ÁLVAREZ, R. Y A. MAYORGA. 2018. Riqueza y diversidad de insectos acuáticos en la cuenca del río Usumacinta en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 89 (Suplem): S45–S64.
- COLZANI, E., T. SIQUEIRA, M. SURIANO, AND F. O. ROQUE. 2013. Responses of aquatic insect functional diversity to landscape changes in Atlantic forest. *Biotropica*, 45(3): 343–350.
- COLWELL, R. K., A. CHAO, N. J. GOTELLI, L. SHANG-YI, M. CHANG-XUAN, R. L. CHAZDON AND J. T. LONGINO. 2012. Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction. extrapolation and comparison of assemblages. *Journal of Plant Ecology*, 5(1): 3–21.
- CLICOM, CICESE S/A. Estacion climatologica de Surutato, municipio de Badiraguato. Disponible en: <http://clicom-mex.cicese.mx>. (Fecha de consulta: 12-I-2020).
- FLORIANO, C. F. B., OLIVEIRA, I. A. D. V. AND A. L. MELO. 2013. New records and checklist of aquatic and semi-aquatic Heteroptera (Insecta: Hemiptera: Gerromorpha and Nepomorpha) from the Southern region of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Biota Neotropica*, 13(1): 210–219.
- JÁIMEZ-CUÉLLAR, P., LUZÓN-ORTEGA, J. M., RUIZ-RODRÍGUEZ, M., PALOMINO-MORALES, J. A., TIerno-DE FIGUEROA, J. M. Y J. ALBA-TERCEDOR, 2002. Calidad biológica de las aguas de los ríos del Parque Natural de la Sierra de Huétor (Granada, España) *Acta Granatense*, (1-2): 3–9.
- KARAOUZAS, I. AND K. C. GRITZALIS. 2006. Local and regional factors determining aquatic and semi-aquatic bug (Heteroptera) assemblages in rivers and streams of Greece. *Hydrobiologia*, 573: 199–212.
- LAURO, C., VICH, A. Y S. M. MOREIRAS. 2006. Variabilidad del régimen fluvial en cuencas de la región de Cuyo. *Geoacta*, 40: 28–51.
- LEDESMA, C., BONANSEA, M., RODRIGUEZ, C. M. Y A. R. SANCHEZ-DELGADO. 2013. Determinación de indicadores de eutrofización en el embalse Río Tercero, Córdoba (Argentina). *Revista Ciencia Agronómica*, 44(3): 419–425.
- MEZA, A. M., RUBIO, J., DIAS, L. Y J. WALTEROS. 2012. Calidad del agua y composicion de macroinvertebrados acuaticos en la subcuenca alta del rio Chinchinà. *Caldasia*, 34(2): 443–456.
- MONCAYO-ERASO, R. J. 2017. Mapeo de la dinámica regional de la transparencia en aguas continentales usando productos de reflectancia MOD09GA. *Entramado*, 26: 270–276.
- OLGUÍN-GARCÍA, L. E., LEYVA-SALOMÓN, D. L. Y M. A. GONZÁLEZ-ARMAS. 2017. Diversidad del orden Hemiptera (Gerromorpha y Nepomorpha) en la localidad de Surutato, Badiraguato. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Entomología (n.s.) No. espec. 4*: 87–91.
- PANIZZ, A. R. AND J. GRAZIA. 2015. *True bugs (Heteroptera) of the Neotropics*. Springer Publishing Company. U.S.A. 1st Edition. 113 pp.

- POLHEMUS, J. T. 1996. *Hemípteros acuáticos y semiacuáticos – Clave para las familias de hemípteros acuáticos y semiacuáticos*. Pp. 385–423. In: R. W. Merritt and K. W. Cummins. Una introducción a los insectos acuáticos de América del Norte. Kendall Hunt Publishing Company. USA.
- POLHEMUS, J. T. AND D. A. POLHEMUS. 2008. Global diversity of true bugs (Heteroptera; Insecta) in freshwater. *Hydrobiologia*, 59(5): 379–391.
- RIZO-PATRÓN, V. F., KUMAR, A., MCCOY-COLTON, M. B., SPRINGER, M. AND F. A. TRAMA. 2013. Macroinvertebrate communities as bioindicators of water quality in conventional and organic irrigated rice fields in Guanacaste, Costa Rica. *Ecological Indicators*, 29: 68–78.
- ROLDAN, G. 2016. Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Revista Académica Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales*, 40(155): 254–274.