

Deriva temporal de macroinvertebrados acuáticos en la quebrada Salinas, Sotará-Cauca (Colombia)

Temporal drift of aquatic macroinvertebrates in Salinas streams, Sotará-Cauca (Colombia)

Zaida Liseth Collazos Tovar¹
Jhonatan Gutiérrez-Garaviz^{2*}

¹ Investigador Independiente

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-1602-2448>

² Universidade Federal de São Carlos, Laboratório de Ecologia e Biologia Evolutiva, São Carlos, São Paulo, Brasil.

Email: jggaraviz@estudante.ufscar.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6843-146X>

Abstract

Understanding ecological dynamics, such as drift in aquatic ecosystems, is crucial for unraveling migration and colonization processes in lotic environments and comprehending the influence of environmental variables. The aim of this research was to determine the temporal pattern of drift in aquatic macroinvertebrates (AM) in the Salinas stream, Sotará-Cauca, and examine its relationship with physical and chemical variables. Five fortnightly samplings were conducted between April and June 2017, with continuous 24-hour monitoring. Drift nets, replaced every three hours, were used to collect drifting aquatic macroinvertebrates, and relevant variables were recorded. In the data analysis, the drift density of collected taxa was calculated and compared between samplings and sampling periods, contrasting them with abiotic variables using Pearson correlation and linear regression modeling. Eighty-seven taxa were identified among 1157 organisms, with the order Diptera being the most abundant. Regarding drift density, a total value of 13.07 ind/m³ was obtained, revealing significant differences between samplings. Concerning physical and chemical variables, the total drift density correlated and demonstrated statistical significance with discharge and %OD. Thus, the drift process of aquatic macroinvertebrates was identified in the Salinas stream, along with the influence that certain environmental variables can exert on this ecological process.

Keyword: drift density, correlation, Physics and Chemistry.

Resumen

La comprensión de dinámicas ecológicas como la deriva en ecosistemas acuáticos es crucial para entender procesos de migración y colonización en cualquier ambiente lótico, así como la influencia de variables ambientales. Esta investigación tuvo como propósito determinar el patrón temporal de deriva de macroinvertebrados acuáticos - MA en la quebrada Salinas, Sotará - Cauca, y su relación con variables físicas y químicas. Se realizaron cinco muestreos quincenales

Historia del artículo

Fecha de recepción:

19-09-2023

Fecha de aceptación: 15-12-2023

DOI: 10.47374/novcol.2023.v18.2376

entre abril y junio de 2017, con monitoreo continuo de 24 horas. Se emplearon redes de deriva, reemplazadas cada tres horas, para recolectar MA derivantes y se registraron variables de interés. Se calcularon algunos índices de diversidad alfa y se estableció la densidad de organismos en deriva, correlacionándola con variables abióticas mediante Pearson. Se identificaron 87 taxones en 1157 organismos, siendo Diptera el orden más abundante. Respecto a los índices de diversidad, los datos variaron con relación al muestreo, al igual que la densidad de deriva, obteniendo un valor total en este último de 13,077 ind/m³, con significancia estadística y dominancia de dípteros. En relación a las variables físicas y químicas, estas también variaron con el muestreo, y se correlacionaron positiva o negativamente con la densidad de deriva total y algunos taxones. De esta manera, en la quebrada Salinas se identificó el proceso de deriva de macroinvertebrados acuáticos, y la influencia que pueden tener algunas variables ambientales sobre este proceso ecológico.

Palabras claves: densidad de deriva, diversidad alfa, física y química.

Introducción

La configuración geomorfológica y la estructura del hábitat fluvial en los sistemas lóticos están estrechamente vinculadas al caudal y sus variaciones temporales. Además, las características químicas de estos sistemas son definidas por el tipo y la cantidad de materiales que ingresan al sistema. La respuesta de la biota a estas condiciones está influenciada no solo por las características antes mencionadas, sino también por elementos históricos específicos de la cuenca (Elosegui y Sabater, 2009). Estos organismos han evolucionado en un entorno impredecible, lo que los ha llevado a desarrollar una amplia gama de recursos tróficos. Estos rasgos permiten un enfoque integral para comprender la dinámica funcional, estructural y energética de los ríos (Aguirre-Pabón et al., 2012; Elosegui y Sabater, 2009).

La deriva, un proceso fundamental que caracteriza la distribución de organismos en fuentes lóticas, ha sido definida por Waters (1961) como el transporte río abajo de organismos que participan en la dinámica del sistema fluvial, el cual desempeña un papel crucial en la dispersión y colonización de hábitats por una diversidad de invertebrados. La ecología de ríos ha dedicado especial atención a este fenómeno, generando una abundancia de datos y conclusiones esclarecedoras, especialmente en zonas templadas, donde el papel de la deriva en la recolonización del bentos ha sido extensamente estudiado y documentado (Elliot, 1967; Krueger y Cook, 1982; Flecker, 1992; Wilcox et al., 2008). Aunque se ha abordado este proceso en Colombia (Quiñónez et al., 1998; Rodríguez et al., 2006; Cuellar y García, 2010; Aguirre-Pabón et al., 2012;

Tamaris-Turizo et al., 2013), existe una falta de información sustancial en el departamento del Cauca hasta el momento.

Los factores abióticos, como la velocidad del agua, composición química, temperatura y fotoperiodo, junto con los factores bióticos, como la densidad de comunidades, la disponibilidad de recursos y las interacciones intra e interespecíficas (depredación y competencia), ejercen influencia directa o indirecta en la estructura de las comunidades y desempeñan un papel crucial en el proceso de deriva (Otto, 1976; Elliot, 1967; Krueger y Cook, 1981; Flecker, 1992; Ward et al., 1995; Ramírez y Pringle, 2001; Ríos-Touma et al., 2012; Bello-González et al., 2015).

Además, la predisposición de los organismos a la deriva también está vinculada a su forma corporal hidrodinámica, la cual determina su habilidad para nadar. Esta capacidad se deriva de adaptaciones morfo-etológicas que favorecen la permanencia en el sustrato y se ajustan al microhábitat preferencial de cada especie, considerando la velocidad de corriente óptima dentro de cada unidad de hábitat (Rader, 1997).

De acuerdo con lo anterior, el objetivo de la presente investigación es determinar el patrón temporal de deriva de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos presentes en la quebrada Salinas, así como su relación con algunas variables físicas y químicas del agua.

Materiales y métodos

Área de estudio

El área de estudio se ubicó al Sur Occidente de Colombia sobre la vertiente Occidental de la cordillera Central, siendo parte del Macizo Andino Sur Colombiano en el municipio de Sotará, microcuenca quebrada Salinas, con coordenadas 02°18'04,9"N – 76°36'36,6"W, a una altura de 2291 msnm, vereda La Catana (Fig. 1). En la microcuenca se identificó la presencia de bosques de galería de forma remanente y amplias plantaciones forestales (*Pinus sylvestris* y *Eucalyptus globulus*) en áreas de relevancia ecológica, con uso de suelo focalizado en actividades agrícolas, ganaderas, cría de especies menores y actividades forestales a gran escala pertenecientes a la empresa Smurfit Cartón de Colombia (Acueducto Rural El Saladito, 2015). La quebrada Salinas presenta alta transparencia, bosque secundario que proporciona aproximadamente 80% de sombra sobre la lámina de agua.

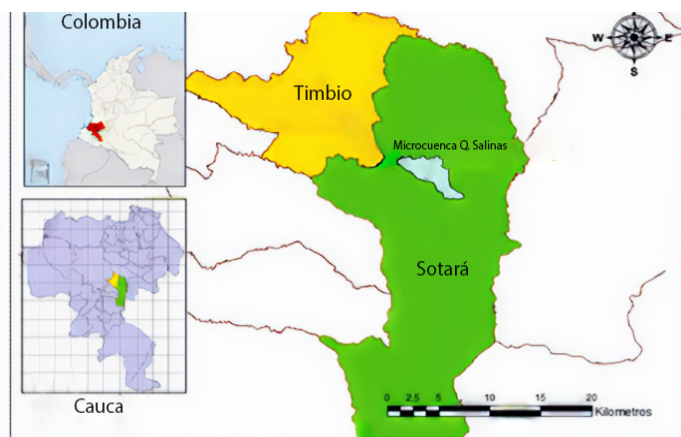


Fig. 1. Localización área de estudio de la microcuenca quebrada Salinas.

Fase de campo

Se realizaron cinco muestreos quincenales entre los meses de abril, mayo y junio de 2017, con una duración de 24 horas cada uno, sobre un tramo con condiciones conservadas de vegetación riparia y diversidad de microhábitats. Para la colecta de macroinvertebrados acuáticos derivantes, se emplearon redes de deriva de 250 micras de apertura de malla (dimensiones: 90 cm de largo x 28 cm de alto x 100 cm de manga), situándolas de tal forma que abarcaran el mayor porcentaje posible del área de corriente; dicha red se cambió cada tres horas (ocho muestras, Tabla 1) teniendo en cuenta la metodología de Quiñónez et al. (1998). Posteriormente las muestras fueron rotuladas, depositadas en bolsas con cierre hermético de alto calibre y preservadas con alcohol al 70% (Universidad Nacional mayor de San Marcos-Museo de Historia Natural, 2014).

Tabla 1. Periodos de tiempo definidos (horas) para el seguimiento de la deriva de macroinvertebrados acuáticos.

Periodo de tiempo	1	2	3	4	5	6	7	8
Rango	8.00-11.00	11.00-14.00	14.00-17.00	17.00-20.00	20.00-23.00	23.00-2.00	2.00-5.00	5.00-8.00

Utilizando una sonda multiparamétrica Hach se registró la temperatura del agua y el oxígeno disuelto; el pH se midió con un pHmetro Hach y la turbidez con un espectrofotómetro; respecto a la velocidad de corriente, se midió en la boca de la red utilizando un molinete. Estos datos fueron registrados en cada recambio de muestra.

Para la determinación del caudal, se trabajó en una sección transversal, realizando el aforo correspondiente, siguiendo las recomendaciones de Elozegi y Sabater (2009).

Fase de laboratorio

La identificación de organismos derivantes colectados se realizó en el laboratorio de la Maestría en Recursos Hidrobiológicos Continentales de la Universidad del Cauca, mediante observación bajo estereoscopio y con el uso de claves taxonómicas de Machado (1989), Roldán (1998), Cómbita-Heredia et al. (2003), Domínguez y Fernández (2009), Laython y Ospina (2017),

Análisis de datos

La densidad de deriva de macroinvertebrados acuáticos fue calculada de manera general y para cada taxón representativo mediante la fórmula propuesta por Smok (1996):

$$D = (Ab)/(T.V.A)$$

Donde:

D= densidad de macroinvertebrados derivantes (Ind/m³)

Ab= abundancia de taxones

T= tiempo de exposición de la red (segundos)

V= velocidad de la corriente en la boca de la red (m/s)

A= área sumergida de la red en m²

Mediante una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis se analizó la existencia de diferencias significativas entre los periodos de muestreo y los meses de muestreo. Para determinar la correlación de la densidad de deriva total con las variables físicas y químicas, se utilizó el estimativo de Pearson y modelos de regresión lineal. Todos estos análisis se realizaron en el programa estadístico SPSS Statistics V22 y Stata/SE 12.0

Resultados y discusión

Composición de macroinvertebrados acuáticos derivantes

En las muestras de deriva se colectaron 1157 organismos correspondientes a cuatro clases y 13 órdenes, siendo Díptera quien presentó la mayor abundancia (759 individuos), representando el 65,60% del total de organismos derivantes, sobresaliendo la familia Chironomidae (subfamilia Orthocladiinae) y el género *Simulium* spp.; seguido de Coleóptera con el 14,69%, sobresaliendo la familia Scirtidae y el género *Heterelmis* spp. (Tabla 2).

Tabla 2. Composición de macroinvertebrados acuáticos derivantes. Muestreo 1 (M1), muestreo 2 (M2), Muestreo 3 (M3), muestreo 4 (M4), muestreo 5 (M5). No determinado (ND), número de individuos (N), abundancia relativa (%N).

Clase	Orden	Familia	Género	M1	M2	M3	M4	M5	N	%N
Arachnida	ND	ND	Morfotipo 1					1	1	0,09
	Oribatida	ND	Morfotipo 1	3	1	2	6	1	13	1,12
		ND	Morfotipo 2	2					2	0,17
		ND	Morfotipo 3		1		2	3	6	0,52
		ND	Morfotipo 4				1	1	0,09	
	Trombidiforme	Anisitsiellidae	Morfotipo 1	1					1	0,09
		Anisitsiellidae	Morfotipo 2				1		1	0,09
		Hygrobatidae	cf. Hygrobates					1	1	0,09
		Hydryphantidae	<i>Neocalonyx</i> spp.	6	2		3	2	13	1,12
		ND	Morfotipo 1	2					2	0,17
		ND	Morfotipo 2	1	1	1			3	0,26
		Rhynchohydracaridae	<i>Clathrosperchona</i> spp.		1		1	1	3	0,26
		Torrenticolidae	<i>Torrenticola</i> spp.	6	1	2	2	6	17	1,47
	Hirudinea	Glossiphoniiforme	ND	Morfotipo 1		1				1
Insecta	Coleoptera	Carabidae	<i>Brachinus</i> spp.					1	1	0,09
		Chrysomelidae	Morfotipo 1		1				1	0,09
			Morfotipo 2	1				2	3	0,26
			Curculionidae	Morfotipo 1		2	1		2	5
		Dryopidae	cf. Elmoparnus		1	2	1	1	5	0,43
			<i>Pelonomus</i> spp.					1	1	0,09
		Elmidae	<i>Cylloepus</i> spp.	1			2	3	6	0,52
			<i>Heterelmis</i> spp.	10	11	9	6	9	45	3,89
			<i>Hexacylloepus</i> spp.	6	1	1			8	0,69
			<i>Neoelmis</i> spp.				1		1	0,09
			<i>Phanocerus</i> spp.	2	1	1	1	4	9	0,78
		Hydraenidae	<i>Hydraena</i> spp.		4	4	6	1	15	1,3
				<i>Hydrocanthus</i> spp.						
		Noteridae			1					1
Psephenidae		<i>Psephenops</i> spp.			2	2	2	6	0,52	
		<i>Anchytarsus</i>								

Diptera	Ptilodactylidae	spp.	1	2	1	6		10	0,86
	Scirtidae	<i>Elodes</i> spp.	1					1	0,09
		Morfotipo 1	5	3	12	21	2	43	3,72
	Staphylinidae	Morfotipo 1	1					1	0,09
		Subfamilia							
		Scydmaenidae				1		1	0,09
		Subfamilia							
		Tachyporinae					2	2	0,17
		Subfamilia							
	Chironomidae	Chironomiinae	2	3	7	34	14	60	5,19
		Subfamilia						21	
		Orthoclaadiinae	17	13	24	73	90	7	18,76
		Subfamilia							
		Tanypodiinae		5	2	1	5	13	1,12
	Culicidae	<i>Culex</i> spp.		2			3	5	0,43
	Dixidae	<i>Dixella</i> spp.	3	3	5	12	9	32	2,77
	Dolichopodidae	Morfotipo 1	3	1	1			5	0,43
	Dixidae	<i>Dixella</i> spp.	3	3	5	12	9	32	2,77
	Dolichopodidae	Morfotipo 1	3	1	1			5	0,43
		Morfotipo 2	1					1	0,09
		Morfotipo 3				1	1	2	0,17
		Morfotipo 4				1		1	0,09
	Empididae	<i>Chelifera</i> spp.	1	1				2	0,17
	ND	Morfotipo 1	1			1		2	0,17
	ND	Morfotipo 2			1			1	0,09
	ND	Morfotipo 3			1			1	0,09
	ND	Morfotipo 4			1			1	0,09
	ND	Morfotipo 5			1			1	0,09
	ND	Morfotipo 6				1		1	0,09
	Muscidae	Morfotipo 1	1					1	0,09
	Psychodidae	<i>Psychoda</i> spp.	5	1	3	1	1	11	0,95
		<i>Maruina</i> spp.	1	1				2	0,17
	Sciomyzidae	Morfotipo 1	1					1	0,09
		Morfotipo 2					1	1	0,09
								30	
	Simuliidae	<i>Simulium</i> spp.	29	47	39	92	98	5	26,36
	Stratiomyidae	Morfotipo 1	14	4	21	10	2	51	4,41
		Morfotipo 2	5	3	10	3	1	22	1,9
		Morfotipo 3	1					1	0,09

	Tipulidae	<i>Molophilus</i> spp.	1	1	6	8	0,69
		<i>Tipula</i> spp.	2	5	1	2	10 0,86
		Morfotipo 1	1			1	0,09
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes</i> spp.	11	6	2	2	21 1,82
	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> spp.	1			1	0,09
		<i>Leptohyphes</i> spp.	2		3	2	7 0,61
Hemiptera	Gerridae	<i>Eurygerris</i> spp.	3			1	4 0,35
		<i>Rheumatobates</i> spp.				1	1 0,09
	Naucoridae	<i>Limnecoris</i> spp.		1		1	0,09
	Veliidae	<i>Rhagovelia</i> spp.	1	1		1	3 0,26
Lepidoptera	Arctiidae	Morfotipo 1				1	1 0,09
	Crambidae	Subfamilia Schoenobiinae			1	2	3 0,26
		<i>Xubida</i> spp.	1	4		1	13 19 1,64
	cf. Noctuidae	Morfotipo 1		1			1 0,09
Odonata	Coenagrionidae	Morfotipo 1	1				1 0,09
Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> spp.	1	2		1	4 0,35
Trichoptera	Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i> spp.	1	3		1	3 8 0,69
	Glossosomatidae	Morfotipo 1	3				3 0,26
	Hydrobiosidae	<i>Smicridea</i> spp.			1	2	3 0,26
	Hydropsychidae	<i>Leptonema</i> spp.	1	1			2 0,17
	Hydroptilidae	<i>Hydroptila</i> spp.	1		1		2 0,17
	Leptoceridae	<i>Netopsyche</i> spp.	2				2 0,17
		<i>Oecetis</i> spp.				1	1 0,09
		<i>Triplectides</i> spp.	2	8	3	2	4 19 1,64
	Philopotamidae	<i>Chimarra</i> spp.		1			1 0,09
	Rhyacophilidae	cf. <i>Rhyacophila</i>	1		2		3 0,26
Malacostraca	Amphipoda						5
	Hyalellidae	<i>Hyalella</i> spp.	10	12	4	17	8 2 4,49

11

167 162 174 330 315 57 100

El orden Díptera es un grupo de insectos que cuenta con alta diversidad en la zona neotropical, con 126 familias descritas, de las cuales 30 poseen representantes en ambientes acuáticos, y ha sido registrado con mayor abundancia, diversidad, amplio espectro ambiental y de elevación en los ecosistemas acuáticos (Alonso-Eguális et al., 2014), situación que también se ve reflejada en la quebrada Salinas. En cuanto a los chironomidos y simúlidos, su abundancia coincide con otros estudios de deriva en Colombia (Aguirre-Pabón et al., 2012; Tamariz-Turizo et al., 2013); el primer grupo constituye una parte importante de la biomasa de los cuerpos hídricos, dado que tienen un papel en los ciclos tróficos y procesamiento de detritus (Ospina et al., 1999; Paggi, 1999) y su primer estadio es considerado planctónico y responsable de la distribución poblacional; respecto al segundo posee una preferencia alimenticia que se limita a materia orgánica particulada fina en descomposición, con una amplia distribución altitudinal (Merritt and Wallace, 2009; Hanson et al., 2010;), además, sus larvas tienen preferencia de aguas claras y limpias (Domínguez y Fernández, 2009).

Referente a Coleoptera, al igual que Díptera, poseen una gran diversidad de especies con desarrollo en ambientes acuáticos (White y Roughley, 2008). El género *Heterelmis* spp. presenta alta distribución y frecuencia en la zona andina colombiana (González-Córdoba et al., 2015; González-Córdoba et al., 2016), con un rango altitudinal desde los 20 a 3500 msnm (Laython y Ospina, 2017). Por su parte, la familia Scirtidae es cosmopolita, aunque en el neotrópico se considera que es menos diversa (Lawrence, 2016; Ruta et al., 2017).

Densidad de deriva de macroinvertebrados acuáticos

Se obtuvo una densidad de deriva total de 13,077 ind/m³ en la quebrada Salinas, registrando la menor densidad de deriva en el muestreo 1 ($M_1 = 0,651$ ind/m³) y la mayor en el muestreo 5 ($M_5 = 5,744$ ind/m³) (Anexo 1). Para el caso de los periodos de tiempo de muestreo, el periodo ocho presentó la menor densidad ($P_8 = 0,693$ ind/m³) y el periodo uno ($P_1 = 3,060$ ind/m³) la mayor (Anexo 2). Al realizar la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (Tabla 3), se halló que no existen diferencias entre los periodos de tiempo de muestreo, pero sí entre los muestreos.

Tabla 3. Prueba de Kruskal-Wallis para densidad de deriva entre los muestreos y los periodos de tiempo de muestreo.

Densidad de Deriva (Ind/m ³)		
Muestreo	Chi-cuadrado	26,65
	Gl	4
	Sig. asintótica	0,00
Periodos	Chi-cuadrado	4,1
	Gl	7
	Sig. asintótica	0,77

Los estudios sobre el funcionamiento de la deriva en ecosistemas lóticos tropicales han mostrado que los patrones de deriva día/noche sólo se presentan de manera fuerte en aquellos sistemas con presencia de consumidores de organismos derivadores, mientras que este patrón es débil o inexistente en aquellas corrientes con ausencia de peces nativos con alta movilidad en la columna del agua, o solo hay presencia de peces bentónicos (Turcotte y Harper, 1982; Flecker, 1992; Allan, 1995; Ramírez y Pringle, 1998; Jacobsen y Bojsen, 2002). Durante los cinco muestreos se logró la captura de tres ejemplares de peces de la familia Astroblepidae, los cuales son de hábito bentónico, lo que sustenta la no significancia estadística entre los periodos de muestreo, como respuesta de estímulo ante la predación. Además, no se observó un suceso que se enmarcara en deriva catastrófica, lo que sugiere, al igual que Quiñonez et al. (1998), que este proceso en la quebrada Salinas puede corresponder a una deriva de tipo conductual pasiva, como resultado de la actividad de los organismos (Britan y Eikeland, 1998).

En cuanto a los taxones derivantes, la densidad de deriva fue dominada por el género *Simulium* spp. con un valor total de 3,5086 ind/m³ durante los cinco muestreos, representando el 26,83% de la deriva total, seguido de las subfamilias Orthoclaadiinae y Chironomiinae con el 20,21% y 7,07% respectivamente (Anexo 1). La dominancia de estos tres grupos puede estar relacionada con el mecanismo de reubicación y recolonización que utilizan para áreas perturbadas (Mackay, 1992). Además, en estudios realizados en Nueva Zelanda, Costa Rica, Brasil, Argentina y Colombia, se encontraron datos similares (Ramírez y Pringle, 2001; Boyero y Bosch, 2002; Shearer et al., 2002; Grzybokowska et al., 2004; Callisto and Goulart, 2005; Rodríguez-Barrios et al., 2007; Aguirre-Pabón et al., 2012; Tamariz-Turizo et al., 2013). Sin embargo, los reportes de Ramírez y Pringle (2001) y Rodríguez-Barrios et al., (2007), identificaron una alta abundancia de Ephemeropteros, que al comparar con los resultados de la investigación, sus valores son muy bajos, asociados a los géneros Baetodes spp. (0,160 ind/m³), Thraulodes spp. (0,003 ind/m³) y Leptohyhes spp. (0,119 ind/m³).

El orden Trichoptera ha sido reportado como componente representativo en la deriva por Quiñones et al. (1998) y Tamariz-Turizo et al. (2013) en Medellín y Santa Marta, respectivamente, sin embargo, en el presente estudio solo aportó el 3,30% de la deriva total. Se puede considerar que una de las razones de un valor de deriva tan bajo se debe a que estos organismos, en su mayoría, construyen estuches de piedra, aumentando su peso y disminuyendo la posibilidad de entrar en la deriva (Elliott, 1967; Gualdoni y Corigliano, 1999). En la composición de deriva también se encontraron otros grupos, como los odonatos e hirudíneos; aunque fueron escasos en las muestras colectadas, estos resultados coinciden con lo reportado por Bass (2004) y por Bello-González et al., (2015), en cuanto a sus bajas abundancias.

Densidad de deriva de macroinvertebrados acuáticos y física y química del agua

De acuerdo con la Tabla 4, la densidad de deriva total presentó una correlación negativa con el %OD y el caudal, siendo significativo en los modelos de regresión lineal.

Tabla 4. Valores obtenidos de correlación de Pearson y regresión lineal entre las variables físicas y químicas y la densidad de deriva total

Variable	Estadístico	Temperatura	%OD	pH	Turbidez	Caudal
Densidad de deriva total	Pearson	0,15	-0,53	0,21	0,15	-0,56
	R ²	0,02	0,28	0,05	0,02	0,31
	Sig.	0,34	0	0,19	0,34	0

Estos resultados coinciden con diferentes trabajos en literatura. Tal es el caso del caudal, donde Tamariz-Turizo et al. (2013) encontraron que las mayores densidades de deriva se presentaron durante los muestreos que correspondieron a la época de caudales más bajos, y disminuyó con el incremento de ellos. De igual manera, los trabajos de Matzinger y Bass (1995) en el río Oklahoma – Estados Unidos, Shannon et al. (1996) en quebradas desérticas de Estados Unidos, Quiñones et al. (1998) en el río Medellín en Colombia, Ramírez y Pringle (2001) en Costa Rica, indican un comportamiento similar. Esta tendencia es explicada por Petts (1984), quien afirma que las caídas en la descarga pueden causar una reacción de sequía, donde la reducción del hábitat alienta la entrada a la deriva de diferentes organismos, lo cual puede estar influenciado por eventos hidrológicos (Ríos, 2008) e hidráulicos (Wilcox et al., 2008), como la velocidad de corriente.

Respecto al %OD este puede tener relación con algunos taxones derivantes, como *Simulium* spp. o la subfamilia Orthocladiinae, los cuales presentan una respiración cutánea, es decir que pueden absorber el oxígeno directamente del agua mediante las partes permeables de su cutícula (Hanson et al., 2010). Teniendo en cuenta esta característica respiratoria, el trabajo de Connolly (2004), demuestra cómo este proceso de deriva de macroinvertebrados acuáticos puede estar supeditado al porcentaje de saturación de oxígeno disuelto, encontrando que en porcentajes menores a diez se observó una mayor respuesta de organismos derivantes, sustentando de esta manera la relación inversa que presenta la densidad de deriva total con una mayor proporción en los dos taxones mencionados en la presente investigación.

Conclusiones

El orden Diptera presentó la mayor abundancia en cuanto a la composición de macroinvertebrados acuáticos; de igual manera, dominó en densidad de deriva, asociado principalmente a la subfamilia Orthocladiinae y el género

Simulium spp., siendo estos taxones muy frecuentes en ecosistemas lóticos tropicales.

Respecto a las variables físicas y químicas, la densidad de deriva total se correlacionó negativamente con el caudal y el %OD, con significancia estadística en los modelos de regresión lineal; además, el tipo de deriva es de carácter conductual pasivo y no una respuesta a la predación o a efectos de deriva catastrófica.

Agradecimientos

Al laboratorio de Recursos Hidrobiológicos Continentales de la Universidad del Cauca, por el préstamo de equipos y materiales para el desarrollo de esta investigación.

Referencias

- Acueducto rural El Saladito. 2015. Programa de uso eficiente y ahorro del agua (PUEAA) periodo de vigencia 2015-2020. Timbío-Cauca: Acueducto Rural el Saladito.
- Aguirre-Pabón, J., Barrios, J. R. y Ospina-Torres, R. 2012. Deriva de macroinvertebrados acuáticos en dos sitios con diferente grado de perturbación, río Gaira, Santa Marta-Colombia. *Intropica: Revista del Instituto de Investigaciones Tropicales*, 7(1): 9-19.
- Allan, J. D. 1978. Trout predation and the size composition of stream drift. *Limnology and Oceanography*, 23: 1231-1237.
- Alonso-Eguális, P., Mora, J. M., Campbell, B. y Springer, M. (Eds). 2014. Diversidad, conservación y uso de los macroinvertebrados dulceacuícolas de México, Centroamérica, Colombia, Cuba y Puerto Rico. México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Jitepec. 444 pp.
- Bass, D. 2004. Diurnal stream drift of benthic macroinvertebrates on the small oceanic island of Dominica, West Indies. *Caribbean Journal of Science*, 40(2): 245-252.
- Bello-González, O. C., Curbelo, G. E., Fontenla, Y., Botello, F. D., Castillo, I., Santalla, M. y Benítez, R. 2015. Deriva de macroinvertebrados acuáticos en un afluente del río Bayate, Sierra del Rosario, Cuba. *Poeyana*, 501: 1-7.
- Britan, J. E. y Eikeland, T. J. 2009. Modifying living space: an experimental study of the influences of vegetation on aquatic invertebrate community structure. *Hydrobiologia*, 618: 161-173.
- Boyero, L. y Bosch J. 2002. Spatial and Temporal Variation of Macroinvertebrate Drift in Two Neotropical Streams. *Biotropica*, 34(4): 567-574.
- Callisto, M. and Goulart, M. 2005. Invertebrate drift along a longitudinal gradient in a Neotropical stream in Serra do Cipo National Park, Brazil. *Hydrobiologia*, 539: 47-56.

- Cómbita-Heredia, J., Ospina, R. y Flórez, E. 2013. Ácaros acuáticos (Acari: Hydrachnidiae) de Colombia [Tesis de Maestría], Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C.
- Connolly, N. M., Crossland, M. R., y Pearson, R. G. 2004. Effect of low dissolved oxygen on survival, emergence, and drift of tropical stream macroinvertebrates. *Journal of the North American Benthological Society*, 23(2): 251-270.
- Cuellar Torres, B. M. y García López, H. 2010. Composición de macroinvertebrados derivantes en dos quebradas de montaña Andino Amazónica, Caquetá-Colombia [investigación de pregrado] Universidad de la Amazonía, Florencia.
- Domínguez, E. y Fernández, H. R. 2009. Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos, Sistemática y Biología. Fundación Miguel Lillo: Tucuman, Argentina. 654 pp.
- Elliott, J. M. 1967. Invertebrate drift in a Dartmoor stream. *Arch. Hydrobiol*, 63(2): 202-237.
- Elosegui, A. y Sabater, S. (Eds.). 2009. Conceptos y técnicas en ecología fluvial. Fundación BBVA, España. 437 pp.
- Flecker, A. S. 1992. Fish predation and the evolution of invertebrate drift periodicity: evidence from neotropical streams. *Ecology*, 73(2): 438-448.
- González-Córdoba, M., Zúñiga, M. C. y Manzo, V. 2015. Riqueza genérica y distribución de Elmidae (Insecta: Coleoptera, Byrrhoidea) en el departamento del Valle del Cauca, Colombia. *Biota Colombiana*, 16: 51-74.
- González-Córdoba, M., Zúñiga, M. C. y Manzo, V. 2016. Elmidae (Insecta: Byrrhoidea) de Colombia. Pp. 117. *Macrolatinos, Red Latinoamericana de Macroinvertebrados de Agua Dulce*, Santa Marta, Colombia.
- Grzybowska, M., Dukowska, M., Figiel, K., Szczerkowska, E. y Tsydel, M. 2004. Dynamics of macroinvertebrate drift in a lowland river. *Zoologica Poloniae*, 49(1-4): 111-127.
- Gualdoni, C. M., y Corigliano, M. D. C. 1999. Deriva de insectos y su relación estructural con el bentos. *Idesia*, 17, 57-71.
- Hanson, P., Springer, M. y Ramírez, A. 2010. Capítulo 1: Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. Pp. 3-37. En: Springer, M., Hanson, P. y Ramírez, A. (Eds). *Macroinvertebrados de Agua Dulce de Costa Rica I*. Revista de Biología Tropical, 58(4): 3-198. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/issue/view/1938>
- Jacobsen, D. y Bojsen, B. 2002. Macroinvertebrate drift in Amazon streams in relation to riparian forest cover and fish fauna. *Arch. Hydrobiol.*, 155: 177-197. Disponible en: <https://doi.org/10.1127/archiv-hydrobiol/155/2002/177>
- Krueger, C. C. y Cook, E. F. 1981. Life cycles, drift and standing stocks of some stoneflies (Insecta: Plecoptera) from streams in Minnesota, USA. *Hydrobiologia*, 83: 85-92.
- Laython, M. y Ospina, R. 2017. Los coleopteros acuáticos (Coleoptera: Insecta) en Colombia, Distribución y Taxonomía. Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C.
- Lawrence, J. F. 2016. Scirtidae Fleming, 1821. Pp 215-225. In: Beutel, R. G. and Leschen R. A. B. (Eds.). *Coleoptera, Beetles, Morphology and Systematics*, 2nd Edition. Walter de Gruyter GmbH and Co KG.
- Machado, T. A. 1989. Distribución ecológica e identificación de los coleópteros acuáticos en diferentes pisos altitudinales del departamento de Antioquia. Medellín, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Biología, Universidad de Antioquia.
- Mackay, R. J. 1992. Colonization by lotic macroinvertebrates: a review of processes and patterns. *Canadian Journal of Fisheries and aquatic sciences*, 49: 617-628.
- Matzinger, M. H. y Bass, D. 1995. Downstream drift of aquatic insects in the Blue river of South-Central Oklahoma. *Proceedings of the Oklahoma Academy of Science*, 75: 13-19.

Merritt, R. W. y Wallace, J. B. 2009. Aquatic habitats. Pp. 38–48. In: Resh, V. H. and Cardé, R. T. (Eds). *Encyclopedia of Insects*. Academic Press, New York.

Ospina, T. R., Riss, W. y Ruiz, J. L. 1999. Guía para la identificación genérica de larvas de quironómidos (Diptera: Chironomidae: Orthocladinae) de la Sabana de Bogotá. Pp. 363–384. En: Amat, G. Andrade, M. G. y Fernández, F. (Eds.). *Insectos de Colombia*, Vol. 11. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, colección Jorge Álvarez Lleras, No. 13. Bogotá.

Otto, C. 1976. Factors affecting the drift of *Potamophylax cingulatus* (Trichoptera) larvae. *Oikos*, 27: 292–301.

Paggi, A. C. 1999. Los Chironomidae como indicadores de calidad de ambientes dulceacuícolas. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 58: 202–207.

Petts, G. E. 1984. *Impounded Rivers: Perspectives for Ecological Management*. Environmental Monographs and Symposia. John Wiley and Sons, Chichester, UK.

Quiñonez, M. L., Ramírez, J. J. y Díaz, A. 1998. Estructura numérica de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos derivadores en la zona de ritral del río Medellín. *Actualidades Biológicas*, 20(69): 75–86.

Rader, R. B. 1997. A functional classification of the drift: traits that influence invertebrate availability to salmonids. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 54: 1211–1234.

Ramírez, A. y Pringle, C. 2001. Spatial and temporal patterns of invertebrate drift in streams draining a Neotropical landscape. *Freshwater Biology*, 46: 47–62. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2001.00636.x>

Ríos, B. 2008. Comunidades de macroinvertebrados en un río altoandino: Importancia del hábitat, dinámica de la deriva, papel de la materia orgánica y relevancia de la ovoposición. Tesis Doctoral, Departament d'Ecologia, Universitat de Barcelona, Barcelona.

Ríos-Touma, B., Prat, N. y Encalada, A. C. 2012. Invertebrate drift and colonization processes in a tropical Andean stream. *Aquatic Biology*, 14: 233–246. Disponible en: <http://doi.org/10.3354/aboo399>

Rodríguez, J., Ospina, R. Berrío, M., Cepeda, B., Castellanos, G. y Valencia, M. 2006. Variación diaria de la deriva de macroinvertebrados acuáticos y de materia orgánica en la cabecera de un río tropical de montaña en el departamento de Nariño, Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 11: 47–53.

Rodríguez-Barrios, J., Ospina-Torres, R. Gutiérrez, J. D. y Ovalle, H. 2007. Densidad y biomasa de macroinvertebrados acuáticos derivantes en una quebrada tropical de montaña (Bogotá, Colombia). *Caldasia*, 29(2): 397–412.

Roldán, G. A. 1988. Guía para el estudio de macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia. Ed. Presencia Ltda, Santa Fe de Bogotá. 216 pp.

Ruta, R., Klausnitzer, B. y Prokin, A. 2017. South American Terrestrial Larva of Scirtidae (Coleoptera: Scirtoidea): the adaptation of Scirtidae Larvae to Saproxyllic Habitat is more common than expected: Terrestrial Scirtidae larvae. *Austral Entomology*, 1–12. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/aen.12270>

Shannon, J. P., Blinn, D. W., Benenati, P. L. y Wilson, K. P. 1996. Organic drift in a regulated desert river. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 53: 1260–1369.

Smok, L. 1996. Macroinvertebrate movents: Drift, Colonization, and Emergence. Pp. 371–390. In: Hauer, F. R. and Lamberti, G. A. (eds). *Methods in Stream Ecology*. Academy Press. 674 pp.

Tamaris-Turizo, C., Rodríguez-Barrios, J. y Ospina-Torres, R. 2013. Deriva de macroinvertebrados acuáticos a lo largo del río Gaira, vertiente noroccidental de la Sierra Nevada de Santa Martha, Colombia. *Caldasia*, 35(1): 149–163.

Turcotte, P. and Harper, P. P. 1982. Drift patterns in a high Andean stream. *Hydrobiology*, 89: 141–151.

Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Museo de Historia Natural. 2014. Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales de Perú. Departamento de Limnología, Departamento de Ictiología, Lima: Ministerio de Medio Ambiente.

Ward, D., Holmes, N. y José, P. 1995. The New Rivers and Wildlife Handbook. RSPP, NRA e The Wildlife Trusts, Bedfordshire. 462 pp.

Waters, T. F. 1961. Standing crop and drift of stream bottom organisms. Ecology, 42(3), 532-537. Disponible en: <https://doi.org/10.2307/1932239>

Wilcox, A. C., Peckarsky, B. L., Taylor, B. W. y Encalada, A. C. 2008. Hydraulic and geomorphic effects on mayfly drift in high-gradient streams at moderate discharges. Ecohydrology: Ecosystems, Land and Water Process Interactions, Ecohydrogeomorphology, 1(2), 176-186.

White, D. S. y Roughley, R. E. 2008. Aquatic Coleoptera. Pp. 571-671. In: Merrit, R. W., Cummins, K. W. And Berg, M. B. An Introduction to the Aquatic Insects of North America, Fourth Edition. Kendall/Hunt Publishing Company, Iowa, USA.