



**ESTRUCTURA DE LAS COMUNIDADES DE  
DIATOMEAS EPILÍTICAS, EN EL RÍO FONSECA,  
PROVINCIA DE CHIRIQUÍ, PANAMÁ**

**NOEMÍLEÓN DE SANTOS<sup>1</sup>, HILARIO ESPINOSA<sup>1</sup> y ALFREDO SOLER<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Botánica, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología. Universidad de Panamá.

Email: leon.noemi@gmail.com, hespinosaortega@gmail.com

<sup>2</sup>Laboratorio especializado en fitoplancton y fitobentos, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología. Universidad de Panamá.  
Email: alfredosoler@gmail.com

**RESUMEN**

Se realizó un estudio de las comunidades de diatomeas epilíticas en la cuenca alta (Soloy) y baja (Paso Ganado) del río Fonseca, con el objetivo de obtener información sobre la estructura de estas comunidades en función de la variación espacial y temporal (temporada seca y lluviosa). Los géneros colectados con mayor número de especies fueron: *Nitzschia* (11), *Navicula* (9), *Gomphonema* (7) y *Fragilaria* (6). Soloy presentó mayor riqueza y equitatividad de especies durante la temporada seca, mientras que los valores del índice de similitud reflejaron comunidades con estructuras disímiles, tanto espacial como temporalmente. Según el índice de valor biológico (IVB), la especie dominante que caracterizó esta metacomunidad fue *Cymbella turgidula* y el género *Navicula*. El número de especies entre comunidades no fue afectado por las fluctuaciones ambientales (temporada seca y lluviosa); sin embargo, su presencia, abundancia y persistencia son atribuidas a variaciones en las condiciones físico-químicas del cuerpo de agua, posiblemente causadas por la construcción de actividades agrícolas y ganaderas que se realizan a lo largo del río.





## **PALABRAS CLAVES**

Comunidades de algas, epilítica, estructura de comunidades, índices de diversidad, índice de valor biológico, metacomunidad.

## **INTRODUCCIÓN**

En los ecosistemas acuáticos, las comunidades de algas, en particular las diatomeas, son muy diversas. La composición y distribución de estas comunidades son resultado de condiciones en el medio ambiente, las cuales reflejan la estructura y funcionamiento de los ecosistemas lóticos (Sabater *et al.*, 1988). Entre los organismos que se encuentran en los sistemas lóticos, las diatomeas, en su mayoría epilíticas, son utilizadas como indicadoras de la calidad del medio acuático (Pan *et al.*, 1996; Sabater *et al.*, 1988). La presencia de algunas especies o comunidades permite inferir o asociar niveles de contaminación, alterando la riqueza de especies, número de individuos por especie y la proporción relativa de ellas (Descy y Micha, 1988; Stevenson y Pan, 1999; Díaz y Rivera, 2004).

Existen solamente dos estudios sobre diatomeas epilíticas en ríos de Panamá. Sánchez (2004) realizó un análisis comparativo de las comunidades de diatomeas en un substrato artificial y dos substratos naturales (rocas y hojarasca) en el río Masambí Grande, Corregimiento de Ancón, Provincia de Panamá. Soler *et al.* (2009) realizaron un inventario florístico de las diatomeas presentes en los principales ríos y los lagos de la cuenca del Canal, con la finalidad de demostrar la función bioindicadora de calidad de aguas de las diatomeas epilíticas.

Tomando en cuenta el potencial ecológico de las diatomeas epilíticas, el presente estudio demostrará los efectos de la variación estacional (temporada seca y lluviosa) y espacial (cuenca alta y baja) sobre la estructura de sus comunidades.

## **PARTE EXPERIMENTAL**

### **Sitio de estudio**

El presente estudio fue realizado en el río Fonseca, que recorre los distritos de Besikó en la comarca Ngäbe-Buglé y San Lorenzo en la provincia de Chiriquí. Los sitios seleccionados fueron: Soloy (UTM 0382259, 0939870) y Paso Ganado (UTM 0379638, 0930886).





## **Muestreos**

Se realizaron dos muestreos; el primero en agosto de 2010 y el segundo en febrero de 2011. Para la recolección de las muestras, se escogieron piedras a una profundidad aproximada de 15 pulgadas cerca de las orillas del río, ya que es uno de los sustratos más comunes de las diatomeas bénticas. Cada piedra fue raspada con un cepillo de cerdas firmes; el resultado del raspado se recogió con ayuda de una botella lavadora y se guardó en frascos de vidrio fijado con formalina al 10%.

## **Procesamiento de la muestra**

Se utilizó la metodología propuesta por Müller-Melchers y Ferrando (1956), la cual consiste en la utilización de permanganato de potasio para la oxidación del material orgánico. Para aclarar las muestras turbias se realizó un lavado con peróxido de hidrógeno. Luego de la oxidación y aclaramiento de la muestra, se hicieron seis lavados con agua destilada. Finalmente, para elaborar las placas fijas, se montó una gota de la muestra en zrax; resina que consiste en una mezcla de naftaleno y formaldehído diluido en tolueno, la cual tiene un índice de refracción de 1.70.

## **Análisis cualitativo o florística**

Para determinar las especies presentes en las muestras, se utilizó la morfometría de las mismas: número de estrías, longitud y diámetro de las valvas. Estos datos fueron obtenidos mediante una fotografía por sitio y temporada de cada espécimen. Dicha tarea se ejecutó utilizando un microscopio Olympus, modelo BX-50 con contraste de interferencia y cámara digital incorporada. Las fotografías se editaron con el programa Photoshop CS-4 y se identificaron tantas especies como fueron posibles, utilizando claves taxonómicas para diatomeas.

## **Análisis Cuantitativos**

Se cuantificaron como mínimo 300 valvas en cada placa. Según Prygiel *et al.* (2002), la diversidad de diatomeas por encima de 300 o 400 valvas no representa diferencias significativas.

Los cálculos se realizaron empezando por el margen superior de cada placa, haciendo un recorrido horizontal hasta llegar a la cantidad indicada de valvas. Se determinó la abundancia de cada taxa y se establecieron rangos para las especies encontradas: raras (0,1 a 5,0 %), comunes (6,0 a 15,0 %), abundantes (16,0 a 30,0 %) y dominantes (más de 30,0 %).





Para precisar la estructura de las comunidades de diatomeas en función a su diversidad, se calculó el índice de Shannon-Wiener, equidad de Pileou, índice de dominancia de Simpson (Anexo 2) y los índices de similitud y disimilitud de Jaccard y Morisita (Anexo 3). Adicionalmente, se calculó el índice de Valor Biológico (IVB) (Anexo 4) para determinar la dominancia ecológica de las especies encontradas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se contabilizaron 3 880 valvas entre ambos sitios. De acuerdo su abundancia relativa se segregaron grupos; aquellos con más de 30, 0 % (2 especies) conformaron el grupo de los dominantes; entre 16, 0 y 29, 0 % (4 especies) los abundantes; entre 15, 0 y 6, 0 % los comunes (7 especies) y menos del 5, 0 % (51 especies) los raros (Anexo 1).

Del total de especies, las denominadas abundantes (7%) y dominantes (9%) representan una pequeña porción en la estructura de la metacomunidad, mientras que las especies comunes (20 %) y raras (64%) están mejor representadas (Anexo 5). Según Marrugan (1988), este caso, en donde la mayoría de especies son raras, es normal en los modelos de abundancia y propio de ambientes ricos en nutrientes. Con base en lo anterior, podemos considerar que las especies del Río Fonseca son propias de aguas enriquecidas, ya que existe un factor que favorece la proliferación en determinada especie más que cualquier otra, tal es el caso de *Geissleria schoenfeldii* (Hustedt) Lange-Bertalot & Metzeltin en Soloy durante la temporada lluviosa y *Rhopalodia operculata* (C.Agardh) Håkanasson en Paso Ganado durante la temporada seca. No descartamos la posibilidad de que factores físicos y químicos (luz solar, corrientes, presencia de cationes, niveles tróficos, niveles de saprotrofia, etc.) del río durante ese periodo de tiempo no permitieron el desarrollo de otros especímenes, contribuyendo a que las citadas especies, en particular, colonizaran los nichos epilíticos.

Especies como: *Amphora acutiuscula* (Kützing) Rabenhorst, *Cocconeis placentula* var. *euglypta* (Ehrenberg) Grunow, *Fragilaria gouldarii* (Brébisson ex Grunow) Lange-Bertalot, *Fragilaria ulna* (Nitzsch) Lange-Bertalot, *Geissleria schoenfeldii* (Hustedt) Lange-Bertalot & Metzeltin, *Geissleria similis* (Kråsske) Lange-Bertalot & Metzeltin, *Navicula erifuga* Lange Bertalot, *Nitzschia frustulum* (Kützing) Grunow y *Rhopalodia operculata* (C.Agardh) Håkanasson, presentaron valores distintos de abundancia relativa tanto espacial como temporalmente. Esta variación es el resultado de los diferentes requerimientos ecológicos y sensibilidades a factores ambientales que posee cada una de las especies que forman





parte del diverso grupo de diatomeas y que, a la vez, modifican la estructura de su comunidad (Busse y Snoeijs, 2003), permitiéndoles ser especies abundantes en un sitio y raras en otros.

Según el índice de Shanon- Wiener la mayor diversidad se presenta en Soloy durante la temporada seca ( $H=1,148$ ) con cuarenta y seis (46) especies, seguida de Paso Ganado durante la temporada lluviosa ( $H=1,026$ ) con veintitrés (23) especies (Anexo 2).

Los sitios más equitativos con respecto al número de especies fueron Paso Ganado en la temporada lluviosa ( $J=0,753$ ) y Soloy en la temporada seca ( $J=0,69$ ) (Anexo 2); valores considerados altos en un ambiente marino (López y Siqueiros, 2006). Los sitios restantes mostraron índices con valores bajos, posiblemente por la influencia de las especies dominantes: *Geissleria schoenfeldii* y *Rophalodia operculata* respectivamente. Los valores de diversidad obtenidos por medio del índice de Shannon-Wiener reafirman los valores obtenidos por el índice de equidad de Pielou; las comunidades con mayor diversidad exhiben una mayor uniformidad con respecto al número de individuos por especie (Anexo 6).

El mayor valor de dominancia ( $D=0,484$ ) se obtuvo en Paso Ganado durante la estación seca (Anexo 2), influido por la alta abundancia de *Rophalodia operculata*. La dominancia de esta especie hace referencia a lo que Soinen y Eloranta (2004) denominan como un evento de perturbación discreta, ocasionada posiblemente por una fuente de descarga o una variación en la temperatura del agua a causa de la estacionalidad del año. Con este índice, comprobamos la baja diversidad encontrada en Paso Ganado durante la estación seca ( $D=0,484$ ) y en Soloy durante la temporada lluviosa ( $D=0,238$ ), debido posiblemente a las actividades antropogénicas.

Al considerar las abundancias relativas, mediante el índice de Morisita, se observa que los taxas se distribuyen de manera heterogénea en los cuatro sitios de muestreo, es decir, exhiben un valor de similitud muy bajo (Anexo 3), lo cual se corrobora con el coeficiente de Jaccard. Los valores del índice de similitud de Morisita, por lo general, son menores que los obtenidos con el coeficiente de Jaccard (Anexo 3); probablemente se trate de comunidades diferentes. Sin embargo, no podemos afirmar esto en este estudio, la comunidad de diatomeas de Paso Ganado, durante la temporada seca, resultó como un grupo totalmente aislado con baja similitud respecto a las otras tres comunidades, debido a la alta dominancia de una sola especie de *Rophalodia operculata* y no de la





comunidad en general. Para este caso, el empleo de este índice funciona de modo demostrativo pero no de forma práctica, ya que al existir especies dominantes con altas abundancias relativas, los valores de similitud resultarán muy bajos, impidiéndonos inferir y sacar conclusiones útiles.

Los bajos valores de diversidad y porcentajes de similitud se relacionan directamente con la inestabilidad ambiental en las aguas del río Fonseca, posiblemente debido a los planes firmes de construcciones de hidroeléctricas que, aunado a las presiones ambientales, como: aguas negras, desechos agrícolas y otros contaminantes (en aumento debido al crecimiento de la población), cambiarán probablemente en un corto período de tiempo las condiciones fisicoquímicas y ambientales del río.

A causa de la poca o casi nula similitud entre las cuatro comunidades, se calculó el índice de valor biológico para cada sitio por temporada, asumiendo que cada uno representa una comunidad biológica diferente. La especie dominante que caracterizó esta metacomunidad fue *Cymbella turgidula* y el género *Navicula*.

Especies como: *Geissleria schoenfeldii*, *Cocconeis placentula*, *Nitzschia frustulum* y *Fragilaria goulardii* fueron dominantes en tres de las cuatro comunidades (Anexo 4), lo que indica que las condiciones ecológicas fueron propicias para su desarrollo y el establecimiento de la comunidad.

Las especies menos representativas, IVB=5 (Anexo 4) se consideran poco tolerantes a factores como: luminosidad, velocidad de la corriente y concentración de nutrientes, provocando competencia por sustrato o alimento con las especies más abundantes o con otras especies raras (Loya- Salinas y Escofet, 1990; Rickleffs, 1973). Sin embargo, estas especies no dejan de ser importantes, ya que ayudan a mantener el equilibrio trófico dentro de la comunidad. Por consiguiente, los valores de IVB tanto altos como bajos, son útiles para indicar condiciones ambientales en una comunidad (Williams, 1964).

## CONCLUSIÓN

Los valores de diversidad y equidad demostraron que existe mayor riqueza y equitatividad en Soloy durante la temporada seca. Los valores del índice de similitud revelaron que probablemente se trata de comunidades diferentes y con variaciones marcadas en el número de individuos por especies. El número de especies entre comunidades no es afectado por las fluctuaciones ambientales (época seca y





lluviosa); el mismo se mantuvo constante en tres de las cuatro muestras estudiadas. Sin embargo, la abundancia de cada una de las especies varía dependiendo del sitio de muestreo y la temporada correspondiente, atribuyendo tales variaciones a factores químicos, propios del cuerpo de agua o a alguna perturbación antrópica.

## **SUMMARY**

### **STRUCTURE OF THE COMMUNITIES OF EPHEMERAL DIATOMS IN FONSECA RIVER, CHIRIQUI PROVINCE, REPUBLIC OF PANAMA.**

A study of the community of ephemeral diatoms in upstream (Soloy) and downstream (Paso Ganado) of Fonseca River was performed, in order to obtain information about the structure of these community in function of spatial and temporal variation (dry and rainy season). 3880 valves were counted in which the major number of species was presented by the genera *Nitzschia* (11), *Navicula* (9), *Gomphonema* (7) and *Fragilaria* (6). The values of the similarity index of Jaccard and Morisita revealed communities with dissimilar structures, both spatial and temporally. Soloy presents major richness and evenness of species during the dry season. According to the Biological Value index (IVB), the dominant specie that characterized this metacommunity was *Cymbella turgidula* and the genus *Navicula*. The number of species between communities was not affected by environment pressure (dry and rainy seasons). However, their presence, abundance and persistence are attributed to variations on physicochemical conditions of the water body, possibly caused by the hydroelectric construction and farming activities carried out along the river.

## **KEYWORDS**

Algae community, biological Value index, community structure, diversity index, ephemeral, metacommunity.

## **AGRADECIMIENTO**

A los profesores Alfredo Soler, Carmen Vergara, Jorge Mendieta, Luis Carrasquilla y Noris Salazar. Al personal del Laboratorio de Fitoplancton y Fitobentos, María Pérez y Edilberto Aguilar. A las personas que ayudaron con sus consejos y conocimientos en la realización de este estudio: Alonso Santos Murgas, Carlos Guerra, Ilsi, Etelvina, Alicia Ibáñez, Julissa Domínguez y Alexis Jiménez.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BUSSE, S. y SNOEIJIS P. 2003. Gradient responses of diatom communities in the Bothnian sea (northern Baltic Sea), with emphasis to responses to water movement. **Phycologia** 42 (5), 451-464.
- DESCY, J. P. y J. C. MICHA. 1988. Use of biological indices of water quality. **Statistical Journal of the United Nations** 5, 249-261.
- DIAZ, C. y RIVERA, R. 2004. Diatomeas de pequeños ríos andinos y su utilización como indicadores de condiciones ambientales. **Caldasia** 26(2), 381-394.
- HOFMANN, G., WERUM, M., y LANGE-BERTALOT, H. 2011. **Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa**. A.R.G. Gantner Verlag K.G. 908 páginas, 3522 figuras, 133 láminas.
- KRAMMER, K., Y LANGE-BERTALOT, H.. 1986. Bacillariophyceae. 1 Teil: En H.ETTL, J. GERLOFF, H. HEYNIG y D. MOLLENHAUER. (eds.) **SÜSSWASSERFLORA VON MITTELEUROPA**. Gustav Fischer Verlag, 876 páginas, 206 láminas.
- KRAMMER, K., y LANGE-BERTALOT, H. 1988. Bacillariophyceae 2. Teil: Bacillariaceae, Ephitemiaceae, Surirellaceae. **Süßwasserflora von Mitteleuropa**. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag. 596 páginas, 184 láminas y 1914 figuras.
- KRAMMER, K., y LANGE-BERTALOT, H. 1991. Bacillariophyceae. 3 Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. **Süßwasserflora von Mitteleuropa**, 2/3, 576.
- LANGE-BERTALOT, H. 2001. **Diatoms of Europe. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats**. Volume 2. A.R.G. Gantner Verlag K.G. 526 páginas.
- LANGE-BERTALOT, H. y KRAMMER, K. 1989. Achnantes, eine Monographie der Gattung. **Bibliotheca Diatomologica**, 18, 393, 100 láminas.
- LÓPEZ-FUERTE, F. y SIQUEIROS-BELTRONES, D. 2006. Distribución y estructura de comunidades de diatomeas en sedimentos de un sistema de manglar. **Hidrobiológica** 16(1), 23-33.
- LOYA-SALINAS, D.H. y ESCOFET, A. 1990. Aportaciones al cálculo del Índice de Valor Biológico (Sanders, 1960). Contribution to the calculation of the Biological Value Index (Sanders, 1960). **Ciencias Marinas**, 16(2), 97-115.
- MARRUGAN, A.E. 1988. **Ecological diversity and its measurement**. Princeton University Press. N.J. 179 páginas.
- MICHEL-ESTRADA, A. 2003. Ökologie und Verbreitung von Kieselalgen in Fließgewässern Costa Rica als Grundlage für eine biologische Gewässergütebeurteilung in den Tropen. **Dissertationes Botanicae**, Band 377. J. Cramer in der Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung. Berlin. Stuttgart. 244 páginas.
- MÜLLER-MELLCHERS, F y H. FERRANDO. 1956. Técnicas para el estudio de las diatomeas. **Bol. Inst. Ocean.** 7(1-2), 151-160.
- PAN, Y., STEVENSON, R.J., HILL, B. H., HERLIHY, A.T. y COLLINS, G.B. 1996. Using diatoms as indicators of ecological conditions in lotic systems a regional assessment. **Journal of the North American Benthological Society** 15(4), 481-495.
- PRYGIEL, J., CARPENTIER, P., ALMEIDA, S., COSTE, M., CLAUDE D, J., ECTOR, L., GUILLARD, D., HONORÉ, M., ISERENTANT, R., LEDEGANCK P., LALANNE-CASSOU, CH., LESNIAK, CH., MERCIER, I., MONCAUT, P., NAZART, M., NOUCHET, N., PERES, F., PEETERS, V., RIMET, F., RUMEAU, A., SABATER, S., STRAUB, F., TORRISI, M., TUDESQUE, L., VIJVER, B., VIDAL, H., VIZINET, J. y N. ZYDEK. 2002. Determination of the biological diatom index (IBD NFT 90-354): results of an intercomparison exercise. **Journal of Applied Phycology** 14: 27-39.
- RICKLEFFS, R.E. 1973. Community ecology. En: **The Economy of Nature**. 2nd. Edition, Chiron Press, Inc., New York, 510 páginas.



- RUMRICH, U., H.LANGE-BERTALOT y M. RUMRICH. 2000. **Diatomeen der Anden. Von Venezuela bis Patagonien/ Tierra del Fuego.** A.R.G. Gantner Verlag K.G. 672 páginas.
- SABATER, S., F. SABATER, y J. ARMENGOL. 1988. Relationships between Diatom Assemblages and Physico-chemical Variables in the River Ter (NE Spain). **Int. Revue ges. Hydrobiol** 73(2), 171-179.
- SÁNCHEZ O, EVELYN L. 2004. **Comunidades de diatomeas perifíticas establecidas en sustrato artificial y natural.** Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad de Panamá.
- SOININEN, J., y ELORANTA, P. 2004. Seasonal persistence and stability of diatom communities in rivers: are there hábitat specific differences? **Eur. J. Phycol.** 39, 153-160.
- SOLER A., PÉREZ M.I., E. AGUILAR E.G. y VILLARREAL, I. 2009. **Diatomeas del Canal de Panamá: Bioindicadores y otros estudios pioneros.** Universidad de Panamá, 209 páginas, 25 láminas.
- STEVENSON, R.J. Y PAN, y. 1999. Assessing environmental conditions in rivers and streams with diatoms. En: **The Diatoms: Applications for the Environmental and Earth Sciences.** Eds: E.F. Stoemer y J.P. Smol. P. 11-40. Cambridge: Cambridge University Press.
- TAYLOR, J.C., WR HARDING y ARCHIBALD CGM. 2007. An Illustrated Guide to some Common Diatom Species from South Africa. **Report to Water Research Commission TT 282 / 07**, 178 láminas.
- WILLIAMS, L. 1964. Possible Relationships Between Plankton-Diatom Species Numbers and Water-Quality Estimates. **Ecology** 45 (4), 809-823.

**ANEXO 1.** Especies de diatomeas epilíticas en el río Fonseca y sus abundancias relativas para los sitios de Soloy y Paso Ganado, en invierno (2010) y verano (2011).

Especie	Autoridad	Soloy (%)		Paso Ganado (%)	
		Invierno	Verano	Invierno	Verano
<i>Achnantes exigua</i>	Grunow	0.10	0	0.83	0
<i>Achnantes grischuna</i>	Wuthrich	0.54	0.10	0	0
<i>Achnantes lanceolata</i>	(Brébisson) Grunow	0	0.10	0	0
<i>Achnantes subhudsonis</i>	Hustedt	2.96	4.55	0	0
<i>Achnantidium eutrophilum</i>	(Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	0.54	1.86	0	0
<i>Amphipleura lindheimeri</i>	Grunow	0	1.44	0	0
<i>Amphora acutiuscula</i>	(Kützing) Rabenhorst	0.87	0.10	15.03	0
<i>Cocconeis placentula</i>	Ehrenberg	2.74	5.90	0.41	3.36
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i>	(Ehrenberg) Grunow	1.09	19.56	0	0
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	Kützing	0	0.20	0	0.19
<i>Cyclotella stelligera</i>	Cleve & Grunow	0	0	0	0
<i>Cymbella turgidula</i>	Grunow	1.20	20.49	22.44	4.99
<i>Cymbella tumida</i>	(Brébisson) VanHeurck	0	1.55	0.31	0.57
<i>Epithemia adnata</i>	(Kützing) Brébisson	0	2.27	0	4.41
<i>Fragilaria biceps</i>	(Kützing) Lange-Bertalot	0.32	0.41	0.2	1.05
<i>Fragilaria cf. capucina</i>	Desmazières	0	0.51	0	0.09
<i>Fragilaria gouldardii</i>	(Brébisson) Lange-Bertalot	0	2.07	6.88	2.40
<i>Fragilaria ulna</i>	(Nitzsch) Lange-Bertalot	0.10	14.69	0	2.20
<i>Geissleria schoenfeldii</i>	(Hustedt) Lange-Bertalot & Metzeltin	38.76	7.34	6.26	0.57
<i>Geissleria similis</i>	(Krasske) Lange- Bertalot & Metzeltin	0.76	0	4.69	1.34
<i>Geissleria sp.</i>		2.52	0.62	0	0
<i>Gomphonema affine</i>	Kützing	0	0.10	0	0
<i>Gomphonema clavatum</i>	Ehrenberg	0.32	0.72	2.5	1.24
<i>Gomphonema gracile</i>	Ehrenberg	0.21	0.10	0.1	0
<i>Gomphonema parvulum</i>	(Kützing) Kützing Reichardt & Lange-	0.10	0.72	0.31	0
<i>Gomphonema pumilum</i> var. <i>rigidum</i>	Bertalot	0.10	0.51	0.31	0

Especie	Autoridad	Soloy (%)		Paso Ganado (%)	
		Invierno	Verano	Invierno	Verano
<i>Gomphonema sp.</i>	(Agardh) Kützing	0	0.10	0	0
<i>Halamphora coffeaformis</i>	Lange-Bertalot	0	0.20	0	0
<i>Navicula cf. cryptotenella</i>	Lange-Bertalot	0.21	0.51	1.98	0
<i>Navicula cryptotenella</i>	Lange-Bertalot	3.28	0.31	2.92	0.86
<i>Navicula erifuga</i>	Lange- Bertalot & Rumrich	1.42	0.51	15.44	0.38
<i>Navicula incarum</i>		9.10	0.31	10.64	0.09
<i>Navicula sp 1</i>		0	1.03	0	4.99
<i>Navicula sp 2</i>	Kützing	0.10	0	0	0
<i>Navicula rostellata</i>	Patrick	0	0.10	0	0
<i>Navicula symmetrica</i>	(Kützing) Ehrenberg	1.97	0.10	0.62	0.09
<i>Navicula viridula</i>		0	0	0.10	0
<i>Nitzschia sp 1</i>		0	0.10	0	0.28
<i>Nitzschia sp 2</i>		0	0.82	0	0
<i>Nitzschia sp 3</i>		0	1.34	0	0
<i>Nitzschia sp 4</i>	Hantzsch ex Cleve &	0	1.24	0	0
<i>Nitzschia intermedia</i>	Grunow	0	1.03	0	0
<i>Nitzschia filiformes var. fliformis</i>	(W. Smith) Van Heurck	0	0.20	0	0
<i>Nitzschia linearis</i>	(C. Agardh) W. Smith				
<i>Nitzschia clausii</i>	Hantzsch	0.10	0	0.20	0
<i>Nitzschia frustulum</i>	(Kützing) Grunow	0	0.10	1.35	0
<i>Nitzschia littorea</i>		28.5	0.20	3.75	0.09
<i>Nitzschia palea</i>	(Kützing) W. Smith	0.10	0.31	0	0
<i>Pinnularia borealis</i>	Ehrenberg	0.10	4.34	1.14	0.48
<i>Pinnularia butantanum</i>	(Krasske) Metzeltin &	0	0.1	0	0
<i>Pinnularia divergens</i>	Krammer	0	0.2	0	0
<i>Planothidium frequentissimum</i>	Smith				
<i>Planothidium rostratum</i>	(Lange-Bertalot) Lange- Bertalot	0	0	0	0.19
<i>Rhopalodia operculata</i>	(Oestrup) Round &	1.42	0.62	0	0.09
	Bukhityarova	0.21	0	0	1.15
	(Agardh) Hákanasson				

**Anexo 2.** Índice de diversidad de Shannon-Wiener, equidad de Pielou (J) y dominancia de Simpson (D)

<b>Índices</b>	<b>*SO LL</b>	<b>*SO SE</b>	<b>*PG LL</b>	<b>*PG SE</b>
Shannon H' Log Base 10.	0.834	1.148	1.026	0.608
Shannon Hmax Log Base 10.	1.462	1.663	1.362	1.38
Pielou J'	0.57	0.69	0.753	0.44
Diversidad de Simpson (D)	0.238	0.109	0.118	0.484
Diversidad de Simpson (1/D)	4.202	9.198	8.493	2.066

\*SO LL= Muestra Soloy- temporada lluviosa, SO SE= Muestra de Soloy – temporada seca, PG LL= Muestra de Paso Ganado- temporada lluviosa, PG SE= Muestra de Paso Ganado- temporada seca.

**Anexo 3.** Coeficiente de similitud/disimilitud de Morisita y Jaccard.

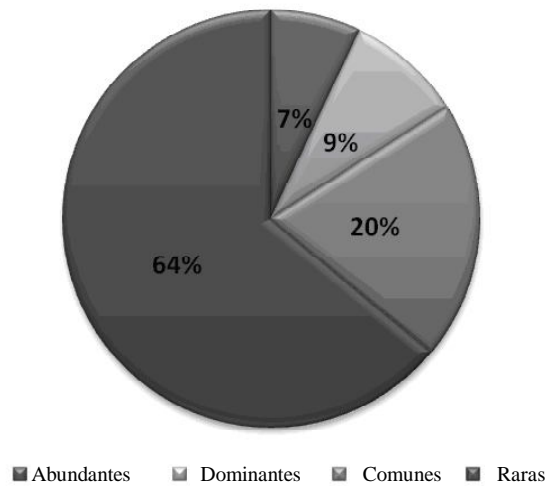
<b>Morisita</b>					<b>Jaccard</b>			
	<b>SO LL</b>	<b>SO SE</b>	<b>PG LL</b>	<b>PG SE</b>	<b>SO LL</b>	<b>SO SE</b>	<b>PG LL</b>	<b>PG SE</b>
<b>SO LL</b>	1	0.20871	0.28767	0.011241	10.47059	0.47059	0.57576	0.36842
<b>SO SE</b>	0.20871	1	0.45449	0.064255	0.57576	10.38	0.38	0.4375
<b>PG LL</b>	0.28767	10.45449	1	0.047798	0.36842	0.4375	1	0.39394
<b>PG SE</b>	0.01241	0.064255	0.047798	1			0.39394	1

**Anexo 4.** Dominancia ecológica de las especies de diatomeas epilíticas en el río Fonseca, representada por el índice de valor biológico (IVB) según sitio de muestreo y época del año.

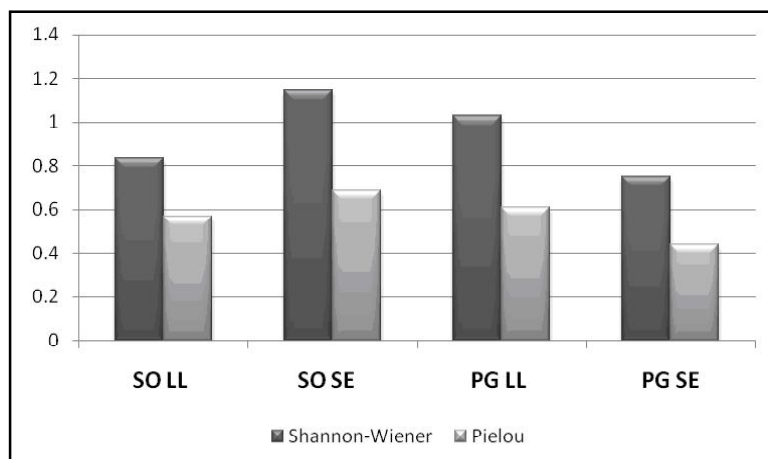
SO IN	IVB	SOVE	IVB	PG IN	IVB	PG VE	IVB
<i>Geissleria schoenfeldii</i>	13	<i>Cymbella turgidula</i>	24	<i>Cymbella turgidula</i>	14	<i>Cymbella</i>	10
<i>Nitzschia frustulum</i>	12	<i>Cocconeis placentula</i>	23	<i>Navicula erifuga</i>	13	<i>turgidula</i>	
<i>Navicula cryptotenella</i>	11	var. <i>euglypta</i>		<i>Amphora acutiuscula</i>	12	<i>Cocconeis</i>	9
<i>Navicula incarum</i>	11	<i>Fragilaria ulna</i>	22	<i>Navicula incarum</i>	11	<i>placentula</i>	
<i>Cocconeis placentula</i>	9	<i>Cocconeis placentula</i>	21	<i>Fragilaria gouldarii</i>	10	<i>Epithemia adnata</i>	9
<i>Achnantes subhudsonis</i>	9	<i>Geissleria schoenfeldii</i>	21	<i>Geissleria schoenfeldii</i>	10	<i>Navicula sp 1</i>	9
<i>Geissleria sp.</i>	9	<i>Achnantes subhudsonis</i>	19	<i>Rhopalodia operculata</i>	10	<i>Fragilaria</i>	6
<i>Navicula symmetrica</i>	9	<i>Epithemia adnata</i>	19	<i>Geissleria similis</i>	8	<i>gouldarii</i>	
<i>Cymbella turgidula</i>	5	<i>Nitzschia palea</i>	19	<i>Navicula</i>	8	<i>Gomphonema</i>	6
<i>Cocconeis placentula</i>	5	<i>Achnantidium</i>	16	<i>cryptotenella</i>		<i>clavatum</i>	
var. <i>euglypta</i>		<i>eutrophilum</i>		<i>Nitzschia frustulum</i>	8	<i>Fragilaria biceps</i>	6
<i>Planothidium</i>	5	<i>Amphipleura</i>	16	<i>Gomphonema clavatum</i>	5	<i>Fragilaria ulna</i>	6
<i>frequentissimum</i>		<i>lindheimeri</i>		<i>Achnantes exigua</i>	5	<i>Planothidium</i>	6
<i>Amphora acutiuscula</i>	5	<i>Cymbella tumida</i>	16	<i>Navicula cf.</i>	5	<i>rostratum</i>	
<i>Navicula erifuga</i>	5	<i>Fragilaria gouldarii</i>	16	<i>cryptotenella</i>			
		<i>Nitzschia intermedia</i>	16	<i>Nitzschia clausii</i>	5		
		<i>Nitzschia sp 3</i>	16	<i>Nitzschia palea</i>	5		
		<i>Nitzschia sp 4</i>	16				
		<i>Geissleria sp.</i>	9				
		<i>Planothidium</i>	9				
		<i>frequentissimum</i>					
		<i>Fragilaria cf. capucina</i>	9				



**Anexo 5.** Distribución de las especies de diatomeas con base en su abundancia relativa.



**Anexo 6.** Valores obtenidos para los índices de Shannon-Wiener y Pielou.



Recibido: 7 de febrero de 2013.  
Aceptado: 11 de octubre de 2013.

