



**DIVERSIDAD DE NINFAS DE ODONATA  
EN LA PARTE BAJA DEL RÍO SAN JUAN,  
PROVINCIA DE COLÓN, PANAMÁ**

**DÉBORA DELGADO y AYDEÉ CORNEJO**

Colección Zoológica Dr. Eustorgio Méndez.  
Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de la Salud,  
Email: ddelgado@gorgas.gob.pa

**RESUMEN**

Con el objetivo de caracterizar la estructura de la comunidad de ninfas de Odonata y relacionarlas con las condiciones físicoquímicas, realizamos un inventario en la parte baja del río San Juan, Colón, durante cuatro periodos de muestreo entre los meses de enero de 2010 y enero de 2011. Para las recolectas se utilizó una red tipo D sobre sustrato variado (grava, gravilla, hojarasca y arena) en rápidos someros y una red Surber en sustrato rocoso-arenoso en remansos y rápidos someros. Se contabilizaron 880 ninfas de Odonata, distribuidas en 8 familias y 22 géneros, siendo *Argia* (Rambur, 1842), el género más representativo. La estación IV mostró el mayor valor de diversidad (6.405) y la estación VI el menor valor (2.731), según el índice de diversidad alfa de Fisher. Se encontró una relación entre el porcentaje de oxígeno disuelto y la estructura del ensamblaje ( $F_{4,18} = 7.8$ ,  $p < 0.05$ ), con  $r = 0.93187$  y  $r^2$  que explica el 63% de las variables de los datos. Encontramos que existe dependencia entre el establecimiento de las comunidades de las ninfas de Odonata y las condiciones físicoquímicas de los cuerpos de agua, siendo el oxígeno disuelto uno de los principales factores determinantes.



## **PALABRAS CLAVES**

Diversidad, Odonata, río San Juan, Colón, Panamá

## **INTRODUCCIÓN**

Según Kalkman *et al.* (2008), se han descrito alrededor de 5.600 especies y 31 familias de odonatos a nivel mundial. Cuatro de estas familias son exclusivamente neotropicales, Polythoridae, Perilestidae y Heliogarithidae (Roldán, 1996). De acuerdo con la lista de especies de odonatos de Centroamérica, publicada por Paulson (2013), en esta región se han documentado 381 especies, distribuidas en 86 géneros y 14 familias; los países con mayor riqueza de especies son Costa Rica, Panamá y Guatemala. A Panamá le corresponde el 56.4% del total de especies de odonatos reportados para la región centroamericana, contando con un total de 215 especies, distribuidas en 73 géneros y 12 familias.

En cuanto a estudios taxonómicos sobre el orden en Panamá, se cuenta a la fecha con los aportes de May (1979), quien publicó el listado de especies de Odonata para la Isla de Barro Colorado (13 familias y 86 especies) y Donnelly (1992), que documentó un listado de la parte central de Panamá, específicamente de recolectas realizadas en Cerro Azul, Cerro Campana y Cerro Jefe (provincia de Panamá) y en la Comarca de San Blas. Este último autor reportó 13 familias y 176 especies más una sin describir (*Progomphus* sp.).

El interés de estudiar la diversidad biológica de agua dulce en Panamá inicia a mediados de 1990. A partir de esta fecha se han realizado, en diferentes puntos del país, trabajos de tesis, reportes e inventarios. Muchos de estos estudios enlistan géneros de los diferentes insectos acuáticos (que incluyen a los odonatos) presentes en los cuerpos de agua evaluados, sin profundizar en aspectos ecológicos ni diversidad; entre estos podemos mencionar, enfatizando los resultados obtenidos para el orden Odonata, los realizados por Wittgren y Villanero (1998), en el río La Villa, quienes reportaron cuatro familias y 15 géneros; Barrera y Delgado (1999), en la quebrada El Salto, de Las Palmas, los cuales reportaron cinco familias y nueve géneros; Quirós y Villar (1999), en el río Sábalo, examinaron cinco familias y diez géneros; Rodríguez y Bonilla (1999), en Los Corrales, hallaron cuatro familias y 13 géneros; Araúz, *et al.* (2000), en el río Chico, provincia de Chiriquí, identificaron cinco familias y seis géneros; Rodríguez y Sánchez (2001), en el río Santa Clara, ubicaron siete familias y 15 géneros; González y Pérez (2001), estudiaron los aspectos de la biología de Odonata, en el río Pedro Miguel, provincia de Panamá.



Como resultado registraron 11 familias, de las cuales dos familias, Aeshnidae y Gomphidae, sólo se encontraron en estadíos ninfales; nueve familias, 16 géneros y 23 especies fueron hallados para los adultos, y seis familias con 11 géneros para las ninfas.

Rodríguez y Mendoza (2003), en el río Agué, descubrieron seis familias y 20 géneros; Rodríguez y León (2003), en el río Tribique, reportaron ocho familias y 22 géneros; Arce e Higinio (2004) identificaron 32 géneros para el río Los Chorros; Sánchez (2008), en el río Capira, ubicó ocho familias y 15 géneros; Reyes (2009), en la quebrada Las Lajitas, registró tres familias y ocho géneros.

El presente trabajo tuvo como objetivo caracterizar la estructura de la comunidad de ninfas de Odonata y relacionarlas con las condiciones fisicoquímicas de cada estación de muestreo. Este tipo de investigación nos permitirá aportar información sobre exigencias ecológicas de este grupo de organismos, y por ende, ampliar el conocimiento de la fauna acuática en Panamá.

## **PARTE EXPERIMENTAL**

### **Área de estudio**

El río San Juan nace en el Parque Nacional General de División Omar Torrijos Herrera, en la vertiente del Caribe, provincia de Coclé, formando parte del Corredor Biológico Mesoamericano del Atlántico Panameño. Es uno de los afluentes más importantes dentro de la cuenca 105 (Coclé del Norte). Tiene una extensión aproximada de 37 km, que recorre entre la provincia de Coclé y la provincia de Colón.

Entre sus principales afluentes están el río Escobal, quebrada Negra, quebrada Palmarazo, río Tife, río Caño Sucio, quebrada La Conga, río Turbe, río Molejón, río Limón y río Botija. Al confluir con el río Coclecito inicia a llamarse río Coclé del Norte.

### **Estaciones de Muestreo**

En el área de estudio se establecieron seis estaciones de muestreo; cuatro de éstas se distribuyeron en tres de los afluentes del río San Juan (ríos Turbe, Molejón y Botija) y dos sobre el cauce principal del río San Juan (figura 1); la descripción de cada una de las estaciones de muestreo se detallan en el Cuadro 1.





El muestreo se llevó a cabo durante los meses de enero, marzo y julio de 2010 y enero de 2011, abarcando meses de época seca y lluviosa.

### **Variable Biológica**

En este estudio se tomaron en cuenta las ninfas de Odonata asociadas al sustrato rocoso-arenoso, de rápidos y pozas someras, empleando una red Surber, y en sustrato variado (grava, arena, arcilla y hojarasca) de rápidos someros, empleando una red D a través del método de pateo, que consistió en colocar la red D contra corriente hasta una profundidad menor a los 30 cm en área de rápidos, removiendo el sustrato con los pies por dos minutos al mismo tiempo que se arrastraba la red en un trayecto aproximado de 2 m; los sedimentos encontrados en el fondo del río quedaron en suspensión en la columna de agua y fueron atrapados por la red; cada arrastre representó una muestra. En cada estación se tomaron tres muestras con la red D y diez con la red Surber (cinco para rápidos y cinco para pozas). El material recolectado fue colocado en un tamiz de 500 micra donde se lavó la muestra eliminando piedras grandes y hojarasca, posteriormente en envases plásticos de 4 onzas ó 9 onzas con alcohol al 95% y finalmente fueron trasladados al laboratorio de la Colección Zoología Dr. Eustorgio Méndez (CoZEM), del Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de la Salud (ICGES).

Una vez en el laboratorio, se procedió con la limpieza y separación de los especímenes; los ejemplares de Odonata fueron apartados del resto de la muestra e identificados a nivel de familia y género. Para ello se empleó un estereoscopio marca Konus de aumento WF10X/20 y las claves taxonómicas Roldán (1996), Merritt y Cummins (1996) y Springer *et al.* (2010).

### **Variables fisicoquímicas**

Para este estudio contemplamos las siguientes variables fisicoquímicas: Temperatura, pH, turbiedad, conductividad y oxígeno disuelto. Las mismas fueron evaluadas *in situ* utilizando una sonda multiparamétrica YSI. Las mediciones se hicieron de forma simultánea al muestreo de los macroinvertebrados acuáticos. Además de la caracterización de hábitat y uso de suelo.

### **Análisis de los datos**

La comunidad de ninfas de Odonata se evaluó mediante la aplicación del índice de diversidad alfa de Fisher (Fisher *et al.* 1943) y dominancia (1/Simpson). Se aplicó





una prueba de bondad y ajuste Chi cuadrado, para determinar el tipo de distribución de cada uno de los géneros encontrados en los diferentes sitios de colecta; para calcular el índice alfa de Fisher y el índice de Dominancia se empleó el Software Estadístico Past.

Para estimar el porcentaje de similitud de todas las comunidades estudiadas se utilizó un análisis de Similitud Múltiple (Diserud y Ødegaard 2007). La comparación entre las estaciones de muestreo se efectuó empleando un “Cluster” de asociación, implementando el índice de similitud de Jacard. Se aplicó un Análisis Factorial de Correspondencia (AFC), para establecer si existe dependencia entre los géneros encontrados y los sitios de muestreo y entre los géneros encontrados y los meses de muestreo, empleando el software XLstat 2009.

Para evaluar el esfuerzo muestral en cada uno de los sitios, se aplicó una curva de rarefacción; además, una curva de acumulación de especies fue aplicada para estimar el número de especies por cada uno de los sitios muestreados, empleando el estimador Chao 1; se empleó el software Biodiversity Pro para estos análisis.

En los datos fisicoquímicos se utilizó una regresión múltiple, empleando el método estándar, para determinar si los datos fisicoquímicos, entre las estaciones de muestreos, estaban relacionados con la riqueza de géneros encontrados en cada punto de muestreo, los resultados fueron analizados utilizando el software Estadística 7.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Variable biológica**

Se recolectaron 880 ninfas de Odonata distribuidas en ocho familias y 22 géneros (Cuadro 2). El resultado del índice de diversidad alfa de Fisher fue 4.093, con una dominancia de 0.1745.

En Panamá, se han registrado a la fecha 13 familias y 73 géneros de Odonata (Paulson, 2013). En nuestro estudio, reportamos el 30.14 % del total de géneros conocidos para Panamá. Es importante considerar que este es el primer inventario de ninfas de Odonata para el río San Juan, por lo que no se cuenta con un listado previo con el que se pudieran hacer comparaciones.





### ***Estructura de la comunidad de ninfas de Odonata en la parte baja del río San Juan***

El suborden Zygoptera mostró la mayor riqueza de familias y la mayor abundancia, con el 59.77% del total de individuos recolectados. El suborden Anisoptera presentó la mayor riqueza de géneros (Figura 2). Las familias Libellulidae y Gomphidae, ambas familias de Anisoptera reportadas en este estudio, son muy diversas en el trópico. Los géneros de Libellulidae están adaptados a un gran número de microhábitats; además, son tolerantes, en su mayoría, a perturbaciones como contaminación y cambios en la estructura física de los cuerpos de agua (Springer *et al.*, 2010; Sermeño *et al.*, 2010).

Las familias con mayor abundancia fueron: Coenagrionidae, con 235 individuos colectados (26.70%), Gomphidae con 230 individuos (26.25%), Platystictidae con 194 individuos (22.05%) y Libellulidae con 124 individuos (13.98%). Las familias con menor abundancia (menos del 10%), fueron: Megapodagrionidae con 65 individuos (7.39%), Polythoridae con 19 individuos (2.16%), Calopterygidae con ocho individuos (0.91%) y Perilestidae con cinco individuos (0,57%) (Figura 3).

En cuanto a riqueza de géneros, la familia que presentó la mayor riqueza fue Libellulidae con siete géneros, seguida por Gomphidae con seis géneros y Megapodagrionidae con cuatro géneros; el resto estuvo representado por un género cada uno (Figura 4). De los 22 géneros registrados, tres de ellos obtuvieron abundancia mayor al 20% del total de individuos recolectado, siendo el más abundante *Argia* con 235 individuos (26.70%), *Palaemnema* con 194 individuos (22.05%) y *Perigomphus* con 184 individuos (20.91%). El resto estuvo representado, en su mayoría, con una abundancia menor al 3% (Figura 5).

Coenagrionidae presentó la mayor abundancia y estuvo representada sólo por el género *Argia*, que es uno de los géneros más comunes. Este resultado coincide con el reportado por Wittgren y Villanero (1998), para el río La Villa, quienes también recolectaron sólo el género *Argia* para esta familia. Las familias menos representadas fueron Megapodagrionidae, Polythoridae, Calopterygidae y Perilestidae, las cuales se encuentran asociadas mayormente a microhábitat como orilla, raíces sumergidas, troncos y hojarasca (Springer *et al.*, 2010).

Se reportaron cinco géneros (*Elga*, *Perissolestes*, *Philogenia*, *Sympetrum* y *Tholymis*) y una familia (Perilestidae), que, a pesar de estar incluidos en el listado





de odonatos reportados para Panamá, no habían sido colectados como ninfas en ningún inventario de insectos acuáticos previos a 2010.

### ***Comparación en la estructura de la comunidad de ninfas por estaciones de muestreo***

De las seis estaciones muestreadas, la estación II (río Turbe) presentó la mayor abundancia con 209 individuos (23.75%), y la mayor riqueza con 19 géneros reportados. En contraste, la estación VI (San Juan-Botija) presentó la menor abundancia con 71 individuos (8.07%), y menor riqueza con nueve géneros reportados (Figura 6). Las estaciones más diversas fueron: la estación IV (San Juan-Turbe) y la estación II (río Turbe) con valores de diversidad alfa de Fisher de 6.40 y 5.07 respectivamente. En contraste, la estación VI (San Juan-Botija) presentó la menor diversidad registrada con un valor de 2.73 (Cuadro 3 y Figura 7).

Las estaciones II (río Turbe), IV (San Juan-Turbe) y V (río Botija) presentaron condiciones ambientales favorables, como lo son sustrato rocoso en su mayoría, corriente moderada a fuerte y vegetación marginal con árboles, arbustos y pastizales. Esto provee áreas de sombra y de luz en los tramos evaluados, lo que permitió el establecimiento de las comunidades con un valor mayor de diversidad en estas estaciones. En contraste, la estación VI (confluencia San Juan-Botija) presentó un ancho mayor, con corrientes mucho más fuertes, rocas mucho más grandes, con áreas de luz dentro de la columna de agua más frecuentes; esto pudo favorecer el establecimiento del género *Palaemnema*, que tienen preferencia por este tipo de hábitat (Springer *et al.*, 2010).

El Análisis Factorial de Correspondencia (AFC) indica que existe una dependencia entre los géneros recolectados y las estaciones de muestreo ( $\chi^2 = 129.92$ ,  $gl = 105$ ,  $p < 0.05$ ); el análisis explica un 74% de la varianza de los datos (Figura 8).

Diez, de los 22 géneros recolectados en este estudio, presentaron una distribución agregada: *Agriogomphus*, *Argia*, *Cora*, *Epigomphus*, *Palaemnema*, *Perigomphus*, *Perissolestes*, *Perithemis*, *Philogenia* y *Sympetrum* (Cuadro 4).

El análisis de conglomerados (utilizando el índice beta de Jaccard) mostró que la estación III (Turbe – Molejón) y la estación II (río Turbe) presentan ensamblajes similares (68% de similitud), mientras que las estaciones más disimilares fueron la estación I (río Molejón) y la estación VI (San Juan – Turbe) (Cuadro 5 y Figura 9). El Índice de Similitud Múltiple indica un 90% de similitud entre las comunidades.





Según el resultado de nuestra curva de rarefacción, se logró una mejor representación de la riqueza de ninfas de Odonata en la estación V (río Botija), la estación III (Turbe- Molejón) y la estación I (río Molejón). El resto de las estaciones presentan un incremento marcado en la curva (Figura 10). Lo mismo se observó en nuestra curva de acumulación de especies, no se logró la asíntota. Esto indica que, de seguir el muestreo, se podrían encontrar géneros no registrados hasta el momento en nuestro inventario (Figura 11). Los adultos de Odonata tienen la capacidad de colonizar diferentes cuerpos de agua para la deposición de sus huevos, y no dependen necesariamente del río principal, lo que indica que podemos encontrar muchos géneros de ninfas en aguas más tranquilas como son riachuelos y quebradas, con condiciones favorables que les permita el desarrollo efectivo de sus ninfas. Este supuesto, sumado a la falta de más muestreos, probablemente sea la razón por la cual no se logró un mejor inventario en el sitio de estudio.

Podemos señalar que nuestro estudio aportó un número mayor de géneros a los reportados en la provincia de Veraguas por Rodríguez y Bonilla (1999) en los Corrales (cuatro familias y 13 géneros); Rodríguez y Sánchez (2001) en el río Santa Clara (siete familias y 15 géneros) y Rodríguez y Mendoza (2003) en el río Agué (con seis familias y 20 géneros). La riqueza que registramos en el tramo bajo del río San Juan fue similar a la reportada por Rodríguez y León (2003) en el río Tríbique, también en la provincia de Veraguas, quienes identificaron ocho familias distribuidas en 22 géneros de este orden. A diferencia de ellos, nosotros ubicamos las familias Perilestidae y Polythoridae, mientras ellos reportan Corduliidae y Protoneuridae.

#### ***Comparación en la estructura de la comunidad de ninfas por meses de muestreo***

Al comparar la abundancia, riqueza de género y diversidad por mes de muestreo, nuestros resultados indicaron que, en enero de 2010, se presentó la mayor abundancia con 562 individuos (63.86%), la mayor riqueza con 22 géneros, el mayor valor de diversidad (4.56) y una dominancia de 0.1724. En contraste, el mes de enero de 2011 registró la menor abundancia con 24 individuos (2.73%), la menor riqueza con cinco géneros reportados, el menor valor de diversidad (1.92) y una dominancia de 0.4132 (Cuadro 6 y Figura 12). Esto se debió, probablemente, a que durante el período de época lluviosa (agosto-diciembre de 2010) nuestra área de estudio estuvo gravemente afectada por las fuertes crecidas de los ríos San Juan y Coclecito. Ambos ríos provocaron inundaciones en gran parte de las comunidades cercanas a estas fuentes de agua. Esto pudo provocar un lavado al sustrato de los ríos, arrastrando gran parte de los individuos que conformaban esta comunidad.







El Análisis Factorial de Correspondencia (AFC) indica que existe dependencia entre los géneros recolectados y los meses de muestreo ( $\chi^2=85.96$ ,  $gl=66$ ,  $p<0.05$ ); el análisis explica el 89% de la varianza de los datos (Figura 13).

### **Variables fisicoquímicas**

En cuanto a los parámetros fisicoquímicos, las estaciones de muestreo presentaron poca variación en las condiciones promedio de temperatura, pH y conductividad, encontrándose éstas entre 24.44 °C – 25.78°C de temperatura, 6.11 – 8.59 de pH y 0.05 – 0.19 de conductividad; una variación mayor se dio en el porcentaje promedio de oxígeno disuelto, encontrándose entre 17 y 24 %. La estación VI (San Juan Botija) presentó el mayor promedio de temperatura y de pH, mientras que la estación I (río Molejón) presentó el menor porcentaje promedio de oxígeno disuelto (Cuadro 1).

### ***Relación entre la estructura de la comunidad de ninfas y las condiciones fisicoquímicas de las estaciones de muestreo***

El análisis de regresión múltiple, entre las variables fisicoquímicas y el número de géneros, indicó que existe una relación lineal entre variables evaluadas. La pendiente de regresión de la curva es diferente de cero. La variable porcentaje de oxígeno disuelto resultó significativamente estadística en el modelo. Se encontró una relación entre el porcentaje de oxígeno disuelto y la estructura del ensamblaje ( $F_{4,18}=7.8$ ,  $p<0.05$ ). No obstante, esta relación no fue significativa con los otros parámetros fisicoquímicos estudiados (Figura 14). El modelo para la regresión es: **# Géneros = 44.92 + 0.406 (%O<sub>2</sub>) – 2.0158 (T) + 0.47 (pH) + 8.0161 (Cond.)** El modelo de regresión presenta un coeficiente de relación ( $r^2$ ) que explica el 63% de las variables de los datos. El coeficiente de correlación Pearson (r) indicó que existe una correlación de 93% entre las variables.

De acuerdo a Springer *et al.* (2010), la cantidad de oxígeno en el agua disminuye conforme aumenta la temperatura y disminuye la corriente. Las ninfas de Odonata realizan el intercambio gaseoso principalmente por medio de branquias; este sistema los limita a hábitats con cierta concentración de oxígeno, convirtiéndose éste en un factor determinante para el establecimiento de dichas comunidades.





## CONCLUSIONES

1. En la estructura de la comunidad de ninfas de Odonata dominó la familia Coenagrionidae del suborden Zygoptera, a pesar de estar representada por un solo género. Sin embargo, la mayor riqueza de géneros se encontró dentro del suborden Anisoptera.
2. Existe una marcada diferencia, en cuanto a riqueza y abundancia de géneros, entre época seca y lluviosa, siendo la época seca más diversa que la lluviosa.
3. Existe dependencia entre el establecimiento de las comunidades de las ninfas de Odonata y las condiciones fisicoquímicas de los cuerpos de agua, siendo el oxígeno disuelto uno de los principales factores determinantes.
4. Este estudio aporta el inventario de cinco géneros y una familia que están en la lista de odonatos reportados para Panamá como adultos, pero que no se habían colectado como ninfas en inventarios previos.

## SUMMARY

### **DIVERSITY OF ODONATA IN NYMPH STATE FROM THE DOWN-STREAM IN SAN JUAN RIVER, PROVINCE OF COLON, PANAMA.**

In order to characterize the community structures of Odonata's nymph and relate them with the physical and environmental conditions, we held an inventory in six grab samples points in the lower part of San Juan river, Colón, during four grab samples periods between January 2010 to January 2011. During the collection, we used a D net, in different substrates with three rounds in each point. Surber net was used in rocky substrates in pits and water rapids with five rounds in each habitat. 880 Odonata's nymphs were counted, distributed in eight families and 22 genera, with *Argia* being the most representative. Fisher's alpha diversity index showed a higher value for station IV (6.405) and a lower value for station VI (2.731). Conglomerate analysis showed that station III and II share similar assemblies, while the dissimilar stations were I and VI. A relationship was found between dissolved oxygen and the assembly structure ( $F: 4,18 = 7,8, p < 0.05$ ). However, this relation has no significance with the other studied physical chemical parameters.





## AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer al Dr. Enrique Medianero, al Dr. Alonso Ramírez y al profesor Jorge García, por el apoyo brindado durante la realización de esta investigación. A la Asociación Nacional para la Conservación de la Naturaleza (ANCON) y a la International Community Foundation (ICF), entidades ejecutoras y financiadoras del proyecto “*Monitoreo Biológico de calidad de agua y biodiversidad en el área de influencia del proyecto Minero Petaquilla, Provincia de Colón y Coclé*” a través del cual se recolectaron las muestras empleadas para el desarrollo del presente trabajo. Al Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), de la República de Panamá, por el financiamiento del Proyecto “*Diagnóstico de la Contaminación de Afluentes Superficiales de Panamá*” a través del cual se desarrolló el trabajo de laboratorio de esta investigación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚZ, B.; AMORES, R. y MEDIANERO, E. 2000. Diversidad y Distribución de insectos acuáticos a lo largo del cauce del río Chico (provincia de Chiriquí, República de Panamá). *Revista Scientia* Vol. 15, N° 1, 27 – 45.
- ARCE, C., e HIGINEO, A. 2004. **Entomofauna acuática asociada al Río Los Chorros, en el distrito de Santiago, provincia de Veraguas**. Tesis de licenciatura, Universidad de Panamá. 49 pág.
- BARRERA, M. y DELGADO, Y. 1999. **Insectos acuáticos de la quebrada El Salto, en Las Palmas de Veraguas, Panamá**. Tesis de licenciatura, Universidad de Panamá. 101 p.
- DISERUD, O. H. y ØDEGAARD, F. 2007. A multiple-site similarity measure. *Biology Letters* 3: 20 – 22.
- DONNELLY, T. W. 1992. The Odonata of Central Panama and their position in the Neotropical odonate fauna, with a checklist, and descriptions of new species. Pp. 52 -90. *In*: D. Quintero & A. Aiello (eds.), **Insects of Panama and Mesoamerica: Selected studies**. New York, Oxford University Press. 692 p.
- FISHER, R., CORBET, S. y WILLIAMS, C. 1943. The relation between the number of species and the number of individual in a random sample of an animal population. *Journal of Animal Ecology* V, 12: 42 – 58.
- GONZÁLEZ, P. y PÉREZ, S. 2001. **Aspectos de la Biología de Odonata (Insecta) del río Pedro Miguel y áreas aledañas, Parque Nacional Camino de Cruces**. Tesis de licenciatura, Universidad de Panamá 124 p.
- KALKMAN, V.J., CLAUSNITZER, V., DIJKSTRA, K.B., ORR, A.G., PAULSON, D.R. y VAN TOL, J. 2008. Global diversity of dragonflies (Odonata) in freshwater. En: Balian, E., C. Lévêque, H. Segers y K. Martens (Editores). *Freshwater animal diversity assessment*. *Hydrobiologia* 595: 351 – 363 pp.
- MAY, M. L. 1979. **Lista preliminar de nombre y clave para identificar los odonatos (caballitos) de la Isla de Barro Colorado**. Ed. Universitaria, Smithsonian Institute, Panamá. 52 pp.
- MERRITT, R.W. y CUMMINS, K.W., 1996. Ecology and Distribution of Aquatic Insects. Pp. 59-75. En: **An Introduction to the Aquatic Insects of North America**. Second Edition, Eds: R. W. Merritt and K. W. Cummins. Debique, Iowa: Kendall Hunt Publishing Company.



- PAULSON, D. R. 2013. **Middle American Odonata**. Slater Museum of Natural History, University of Puget Sound Tacoma, WA, 98416, USA. <http://www.pugetsound.edu/academics/academic-resources/slater-museum/biodiversity-resources/dragonflies/middle-american-odonata/>. Consultado el 27 de marzo de 2013.
- QUIROZ, L. y VILLAR, E. 1999. **Insectos acuáticos del río Sábalo en El Ciruelito, distrito de Atalaya, provincia de Veraguas, República de Panamá**. Tesis de licenciatura, Universidad de Panamá. 67 p.
- REYES, B. N. 2009. **Entomofauna acuática asociada a la quebrada Las Lajitas en el distrito de Santiago, provincia de Veraguas**. Tesis de licenciatura, Universidad de Panamá. 65 p.
- RODRÍGUEZ, V. y BONILLA, E. 1999. Estudio taxonómico de la comunidad de insectos acuáticos en Los Corrales, distrito cabecera de San Francisco, provincia de Veraguas, República de Panamá. **Scientia** (Panamá), Vol. 14, N° 2, 65-79 pp.
- RODRÍGUEZ, V. y LEON, H. 2003. Insectos acuáticos asociados al río Tribique, en el distrito de Soná, provincia de Veraguas. **Tecnociencia**, Vol. 5, N° 1. 51 - 64 pp.
- RODRÍGUEZ, V. y MENDOZA, M. 2003. Entomofauna acuática asociada al río Agué, en La Mesa, Veraguas, Panamá. **Tecnociencia**, Vol. 5, N° 2. 109 – 118 pp.
- RODRÍGUEZ, V. y SÁNCHEZ, N. 2001. Entomofauna acuática asociada al río Santa Clara en Veraguas, República de Panamá. **Tecnociencia**, Vol. 3, N° 2. 73 – 87 pp.
- ROLDÁN PÉREZ, G. 1996. **Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia**. Universidad de Antioquia, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Centro de Investigaciones (CIEN). 217 p.
- SÁNCHEZ A., R. I. 2008. **Diversidad y Estructura de la comunidad de insectos acuáticos en el Río Capira, Panamá**. Tesis de Maestría. Universidad de Panamá. 67 p.
- SERMEÑO CHICAS, J. M., PÉREZ, D. y GUTIÉRRES FONSECA, P. E. 2010. Guía ilustrada para el estudio ecológico y taxonómico de los insectos acuáticos inmaduros del orden Odonata en El Salvador. En: Springer, M. (ed.). **Formulación de una guía metodológica estandarizada para determinar la calidad ambiental de las aguas de los ríos de El Salvador, utilizando insectos acuáticos**. Proyecto Universidad de El Salvador (UES)-Organización de los Estados Americanos (OEA). SINAI Editores e Impresores, S. A. de C. V., San Salvador, El Salvador. 38 pág.
- SPRINGER, M., RAMÍREZ, A. y HANSON, P. 2010. Macroinvertebrados de Agua Dulce de Costa Rica I. **Rev. Bio. Trop.**, Vol. 58, Supl. 4: 1-240.
- WITTGREN P., Z. Y. y VILLANERO C., S. 1998. **Inventario de Macroinvertebrados en el Río La Villa, península de Azuero**. Tesis de licenciatura, Universidad de Panamá. 89 p.

## ANEXOS

**Cuadro 1.** Características físicas y químicas de las estaciones de muestreo

Nombre del río	E-I	E-II	E-III	E-IV	E-V	E-VI
ID	Molejón EI (Molejón)	Turbe EII (Turbe)	Turbe EIII (Turbe- Molejón)	San Juan EIV (San Juan -Turbe)	Botija EV (Botija)	San Juan EVI(San Juan- Botija)
Coordenadas	0540030 N 0971486 O	0539336 N 0971035 O	0540068 N 0971265 O	0541644 N 0971408 O	0546123 N 0974380 O	0549102 N 0975016 O
Ancho aproximado (metros)	10	17	11	33	13	31
Profundidad promedio/rápidos (centímetros)	19	22	43	47	43	45
Profundidad promedio/pozas (metros)	1.5	1	2	2.5	1	2
Tipo de sustrato predominante	Arcilla, gravilla y grava.	Grava, gravilla y arcilla.	Grava, gravilla y arcilla.	Grava, arena, gravilla y arcilla.	Grava, arena, gravilla y arcilla.	Grava, arena, gravilla y arcilla.
Vegetación ribereña	Arbustos, árboles y pastizales.	Árboles, arbustos y pastizales.	Pastizales, arbustos y árboles.	Pastizales, arbustos y árboles.	Árboles, arbustos y pastizales.	Árboles, arbustos y pastizales.
Actividad antrópica desarrollada	Minería industrial y agricultura.	Ganadería y algunas viviendas.	Comunidad a orilla del río.	Comunidad a orilla del río.	Ganadería y minería artesanal.	Ganadería.
Oxígeno disuelto (%)	17.8	20.9	20.7	18.8	24.2	21.8
Temperatura (°C)	24.66	24.85	25.19	24.44	25.46	25.78
pH	6.17	6.21	6.30	6.11	6.37	8.59
Conductividad (μs)	0.06	0.06	0.06	0.05	0.19	0.06

**Cuadro 2.** Riqueza y Abundancia de ninfas por estaciones de muestreo

<b>Familia</b>	<b>Género</b>	<b>E-I</b>	<b>E-II</b>	<b>E-III</b>	<b>E-IV</b>	<b>E-V</b>	<b>E-VI</b>	<b>Total</b>
Calopterygidae	<i>Hetaerina</i>	3	2	1	1	1	0	8
Coenagrionidae	<i>Argia</i>	37	46	79	13	48	12	235
Megapodagrionidae	<i>Heteragrion</i>	1	1	2	2	5	1	12
	<i>Morpho sp1</i>	0	1	2	3	2	1	9
	<i>Morpho sp3</i>	3	6	0	1	6	1	17
	<i>Philogenia</i>	0	8	4	3	11	1	27
Perilestidae	<i>Perissolestes</i>	0	1	0	0	4	0	5
Platystictidae	<i>Palaemnema</i>	14	34	9	22	72	43	194
Polythoridae	<i>Cora</i>	0	9	2	7	1	0	19
<b>Zygoptera = 9 géneros</b>								
Gomphidae	<i>Agriogomphus</i>	0	1	0	0	4	0	5
	<i>Epigomphus</i>	16	3	2	2	4	2	29
	<i>Erpetogomphus</i>	1	1	3	1	0	1	7
	<i>Perigomphus</i>	12	72	48	31	12	9	184
	<i>Phyllocycla</i>	0	0	0	1	0	0	1
	<i>Phyllogomphoides</i>	0	2	1	1	0	0	4
Libellulidae	<i>Brechmorhoga</i>	4	3	0	1	2	0	10
	<i>Elga</i>	2	0	0	0	0	0	2
	<i>Morpho sp 2</i>	0	1	0	0	0	0	1
	<i>Macrothemis</i>	1	1	0	1	2	0	5
	<i>Perithemis</i>	25	10	20	5	8	0	68
	<i>Sympetrum</i>	0	0	0	2	4	0	6
	<i>Tholymis</i>	8	7	8	3	6	0	32
<b>Anisoptera = 13 géneros</b>								
	<b>TOTAL</b>	<b>127</b>	<b>209</b>	<b>181</b>	<b>100</b>	<b>192</b>	<b>71</b>	<b>880</b>
	<b>Riqueza de familias</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	
	<b>Riqueza de géneros</b>	<b>13</b>	<b>19</b>	<b>13</b>	<b>18</b>	<b>17</b>	<b>9</b>	

**Cuadro 3.** Valores de diversidad y dominancia por estaciones de muestreo

	<b>E-I</b>	<b>E-II</b>	<b>E-III</b>	<b>E-IV</b>	<b>E-V</b>	<b>E-VII</b>
<b>Taxa S</b>	13	19	13	18	17	9
<b>Individuals</b>	127	209	181	100	192	71
<b>Dominance D</b>	0.1671	0.2019	0.2788	0.1734	0.2168	0.4132
<b>Shannon H</b>	2.046	2.007	1.653	2.17	2.016	1.267
<b>Simpson 1-D</b>	0.8329	0.7981	0.7212	0.8266	0.7832	0.5868
<b>Evenness e<sup>H</sup>/S</b>	0.5952	0.3916	0.4018	0.4866	0.4415	0.3944
<b>Menhinick</b>	1.154	1.314	0.9663	1.8	1.227	1.068
<b>Margalef</b>	2.477	3.369	2.308	3.692	3.043	1.877
<b>Equitability J</b>	0.7977	0.6816	0.6445	0.7508	0.7114	0.5765
<b>Fisher alpha</b>	3.627	5.078	3.21	6.405	4.502	2.731
<b>Berger-Parker</b>	0.2913	0.3445	0.4365	0.31	0.375	0.6056

**Cuadro 4.** Distribución de Géneros, Prueba de Bondad y Ajuste Chi Cuadrado.

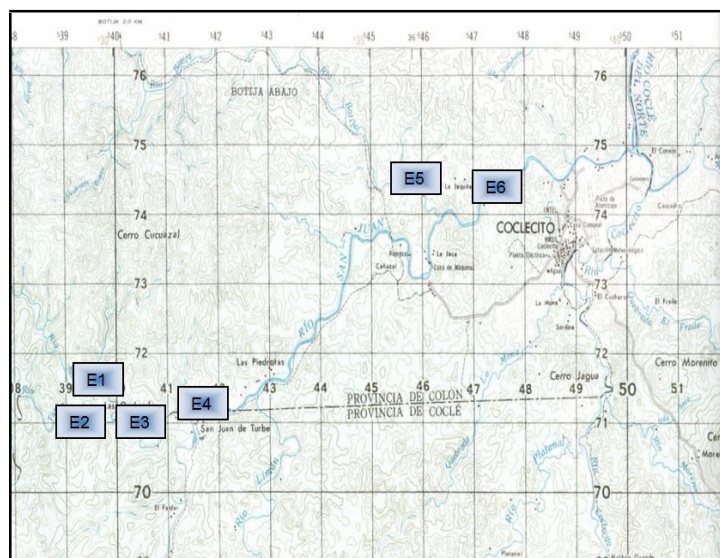
<b>Especies</b>	<b>Varianza</b>	<b>Media</b>	<b>Chi-sq</b>	<b>g.l.</b>	<b>P</b>	<b>Aggregación</b>
<i>Agriogomphus</i>	2.57	0.83	15.40	5.00	0.01	<b>Aggregated</b>
<i>Argia</i>	627.77	39.17	80.14	5.00	0.00	<b>Aggregated</b>
<i>Brechmorhoga</i>	2.67	1.67	8.00	5.00	0.15	Random
<i>Cora</i>	14.97	3.17	23.63	5.00	0.00	<b>Aggregated</b>
<i>Elga</i>	0.67	0.33	10.00	5.00	0.07	Random
<i>Epigomphus</i>	30.57	4.83	31.62	5.00	0.00	<b>Aggregated</b>
<i>Erpetogomphus</i>	0.97	1.17	4.14	5.00	0.53	Random
<i>Hataerina</i>	1.07	1.33	4.00	5.00	0.55	Random
<i>Heteragrion</i>	2.40	2.00	6.00	5.00	0.31	Random
<i>Macrothemis</i>	0.57	0.83	3.40	5.00	0.64	Random
<i>Morpho Sp 1</i>	1.10	1.50	3.67	5.00	0.60	Random
<i>Morpho Sp 2</i>	0.17	0.17	5.00	5.00	0.42	Random
<i>Morpho Sp 3</i>	6.97	2.83	12.29	5.00	0.03	Random
<i>Palaemnema</i>	535.47	32.33	82.80	5.00	0.00	<b>Aggregated</b>
<i>Perigomphus</i>	635.07	30.67	103.54	5.00	0.00	<b>Aggregated</b>
<i>Perissolestes</i>	2.57	0.83	15.40	5.00	0.01	<b>Aggregated</b>
<i>Perithemis</i>	88.67	11.33	39.12	5.00	0.00	<b>Aggregated</b>
<i>Philogenia</i>	17.90	4.50	19.89	5.00	0.00	<b>Aggregated</b>
<i>Phyllocycla</i>	0.17	0.17	5.00	5.00	0.42	Random
<i>Phyllogomphoides</i>	0.67	0.67	5.00	5.00	0.42	Random
<i>Sympetrum</i>	2.80	1.00	14.00	5.00	0.02	<b>Aggregated</b>
<i>Tholymis</i>	10.27	5.33	9.63	5.00	0.09	Random

**Cuadro 5.** Índice de similitud beta de Jaccard entre estaciones de muestreo.

	E-I	E-II	E-III	E-IV	E-V	E-VI
E-I	*	55.9524	59.0909	48.4581	55.7994	40.404
E-II	*	*	68.2051	60.8414	65.8354	44.2857
E-III	*	*	*	53.3808	50.9383	28.5714
E-IV	*	*	*	*	48.6301	58.4795
E-V	*	*	*	*	*	53.2319
E-VI	*	*	*	*	*	*

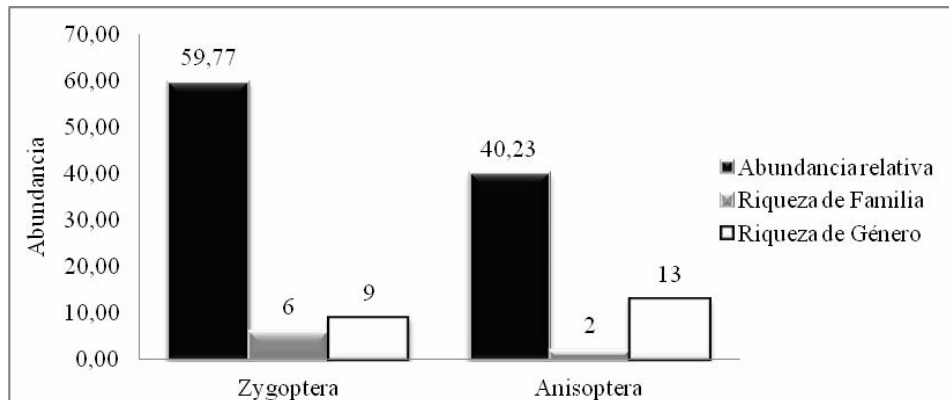
**Cuadro 6.** Valores de diversidad y dominancia por mes de muestreo

	Enero de 2010	Marzo de 2010	Julio de 2010	Enero de 2011
Taxa S	22	18	11	5
Individuals	562	236	58	24
<b>Dominance D</b>	<b>0.1724</b>	<b>0.2032</b>	<b>0.1998</b>	<b>0.4132</b>
Shannon H	2.117	2	1.875	1.133
Simpson 1-D	0.8276	0.7968	0.8002	0.5868
Evenness e <sup>H</sup> /S	0.3775	0.4107	0.5929	0.6209
Menhinick	0.928	1.172	1.444	1.021
Margalef	3.317	3.111	2.463	1.259
Equitability J	0.6849	0.6921	0.782	0.7039
<b>Fisher alpha</b>	<b>4.563</b>	<b>4.532</b>	<b>4.02</b>	<b>1.922</b>
Berger-Parker	0.2491	0.3517	0.3276	0.5833

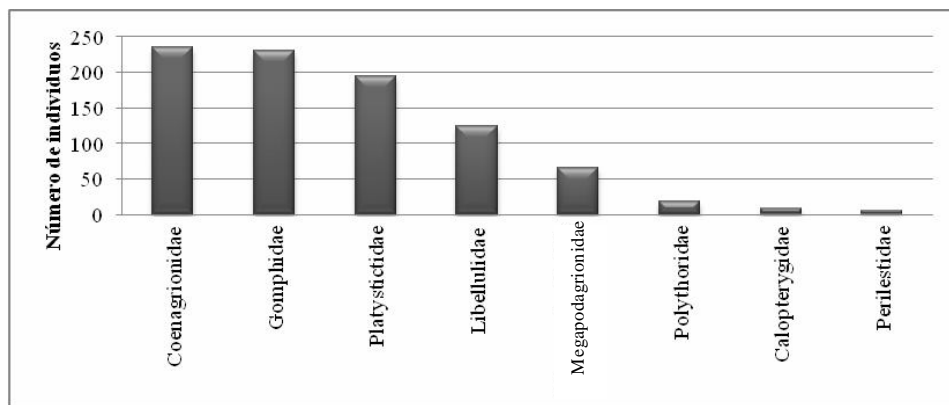


**Figura 1.** Área de estudio con la ubicación de las seis estaciones de muestreo, en el río San Juan y algunos de sus afluentes entre la provincia de Coclé y la provincia de Colón.

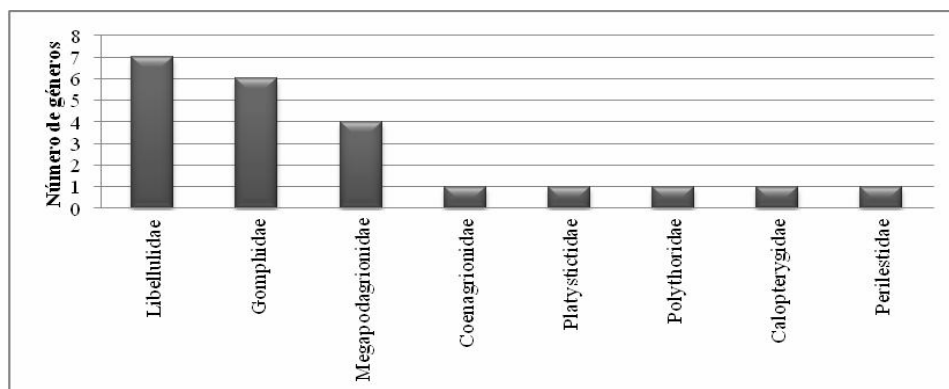




**Figura 2.** Abundancia relativa, riqueza de familias y géneros de los dos subórdenes de Odonata encontradas en la parte baja del río San Juan.



**Figura 3.** Abundancia relativa de familias de Odonata en la cuenca baja del río San Juan.



**Figura 4.** Riqueza de géneros por familia de Odonata encontradas en la cuenca baja del Río San Juan.



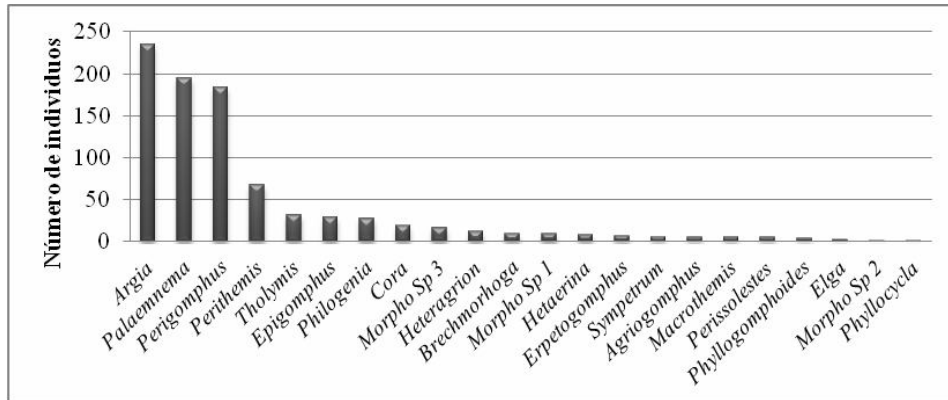


Figura 5. Abundancia de géneros de Odonata encontrados en la cuenca baja del río San Juan.

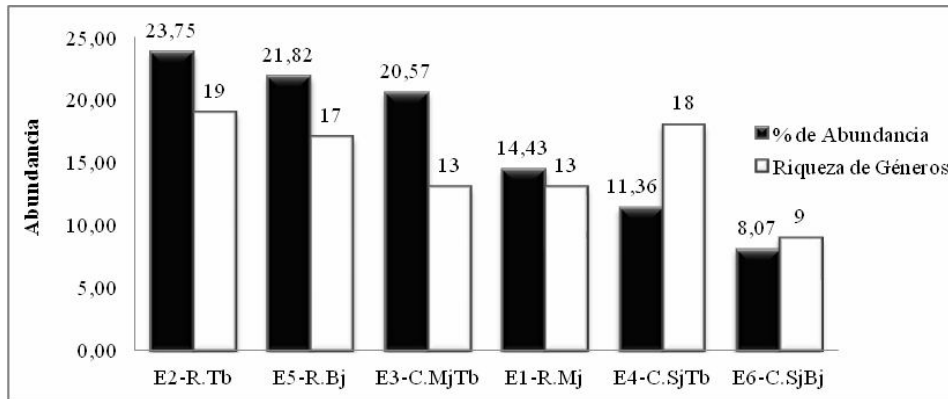


Figura 6. Abundancia relativa y riqueza de géneros por estación de muestreo en la parte baja del río San Juan.

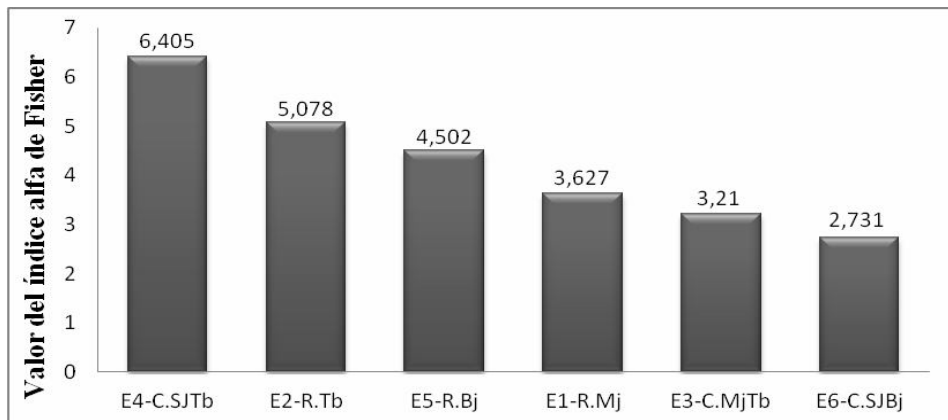


Figura 7. Diversidad por estación de muestreo mediante el índice de diversidad alfa de Fisher.

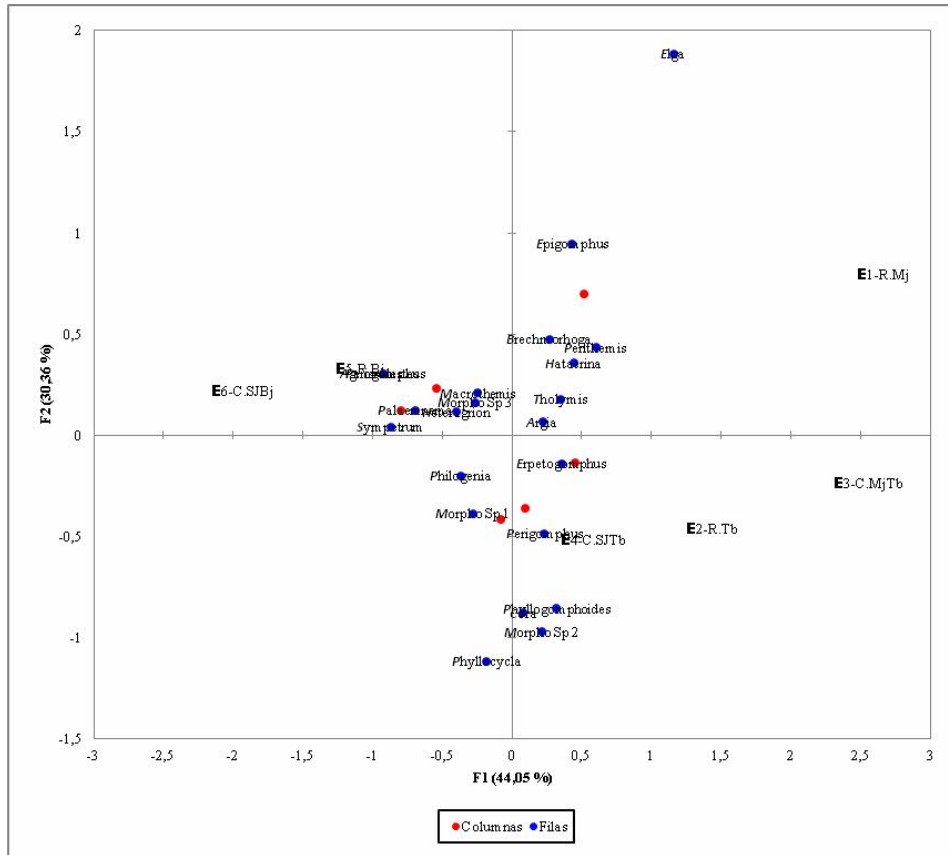


Figura 8. Análisis Factorial de Correspondencia entre Géneros y Estaciones de Muestreo.

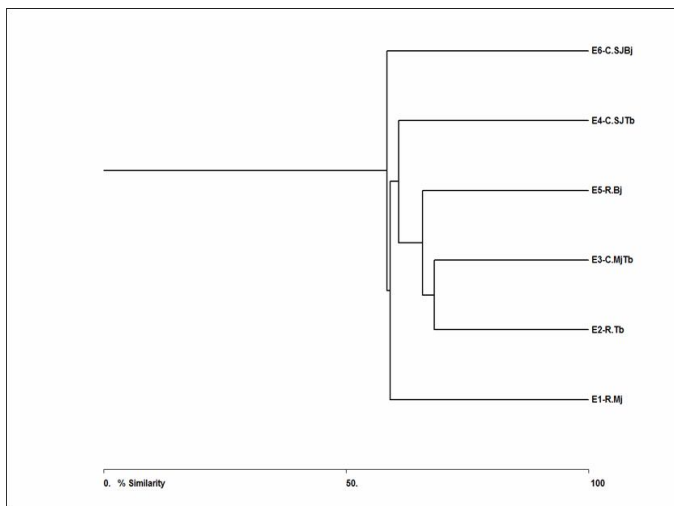
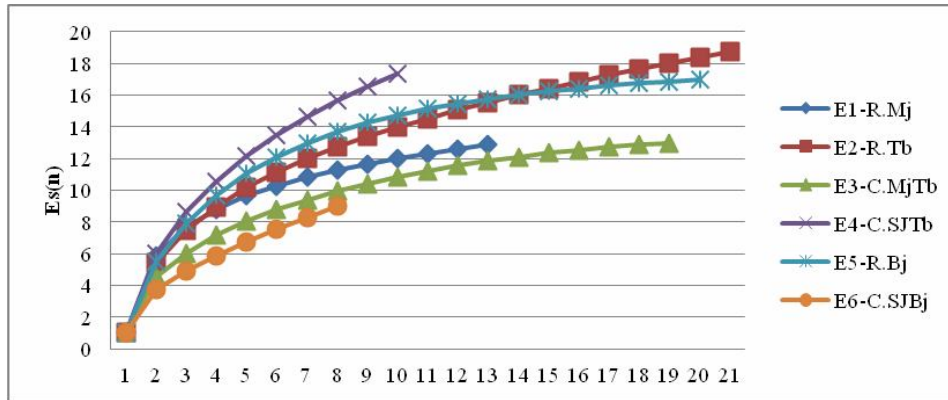
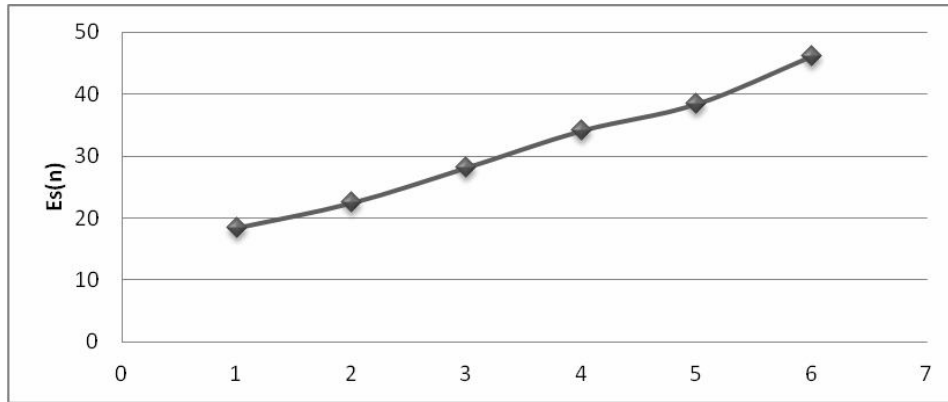


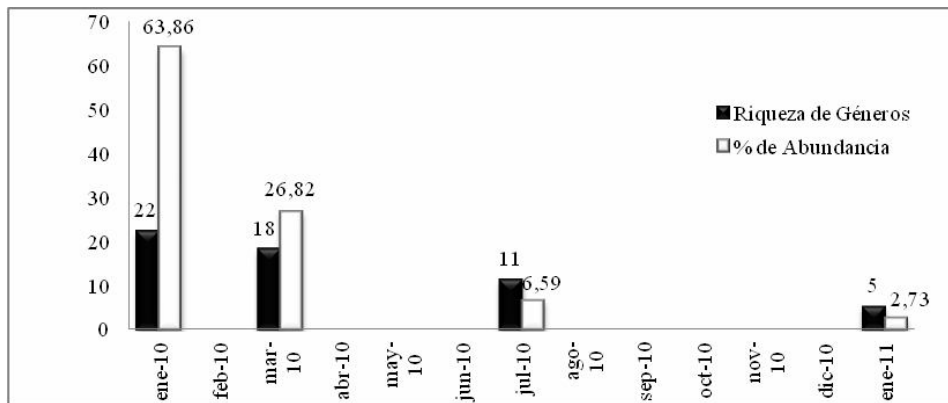
Figura 9. "Cluster" de asociación entre estaciones de muestreo en función a la composición taxonómica.



**Figura 10.** Curva de Rarefacción por Estación de Muestreo



**Figura 11.** Curva de Acumulación de Especies.



**Figura 12.** Abundancia relativa y riqueza de géneros por mes de muestreo en la parte baja del río San Juan.

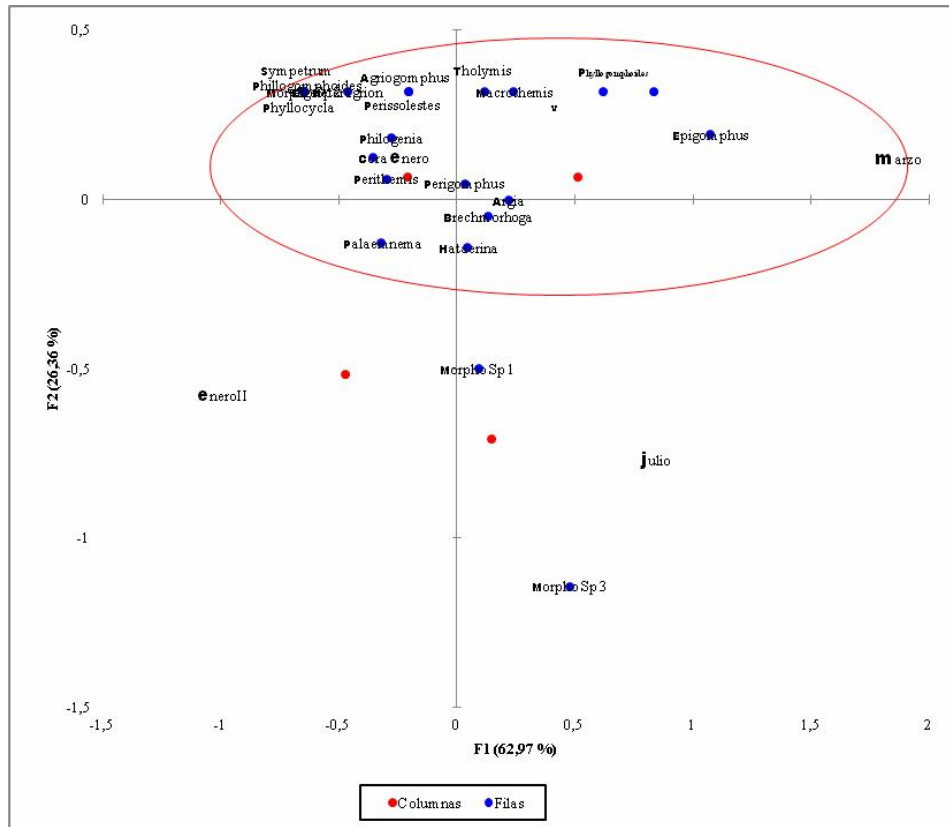
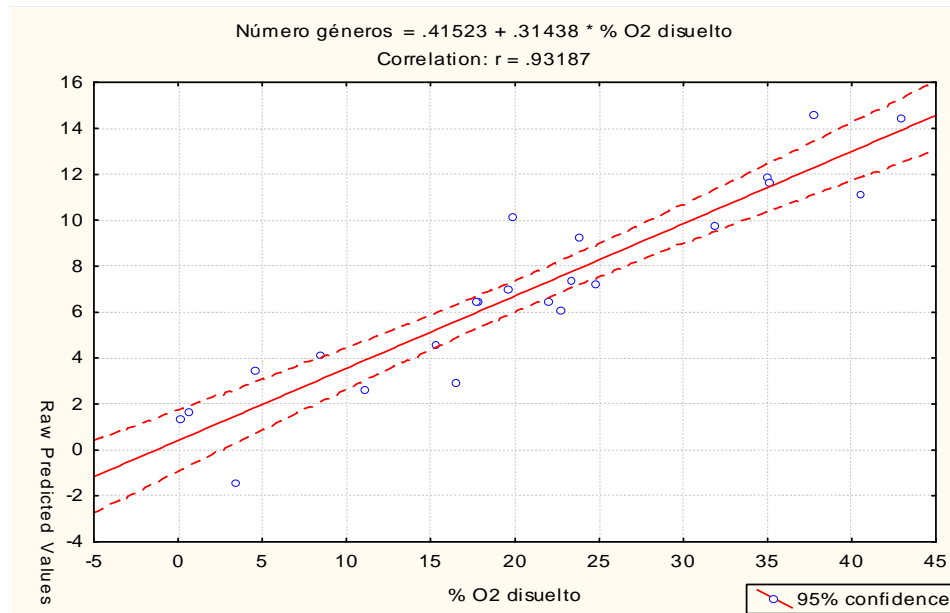


Figura 13. Análisis Factorial de Correspondencia entre géneros y meses de muestreo.



**Figura 14.** Correlación entre riqueza de géneros y % de  $\text{O}_2$ .

Recibido: 13 de mayo de 2014.  
 Aceptado: 11 de julio de 2014.