



Biodiversidad de Insectos Acuáticos Asociados a la Cuenca del Río Grande de Manatí

Edición Revisada

Julio 2010

*Evanid Nieves García & Keysa G. Rosas Rodríguez con la
colaboración de Mariely E. Devarie Hornedo*



Estudio de biodiversidad de insectos preparado para el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales con el propósito de evaluar las poblaciones de insectos acuáticos presentes en la sección alta de la cuenca del Río Grande de Manatí para conocer la condición del ecosistema acuático en ésta.

Tabla de Contenido

RESUMEN EJECUTIVO	i
INTRODUCCIÓN	1
METODOLOGÍA.....	4
<i>MÉTODO DE SHANNON-WIENNER:.....</i>	<i>6</i>
<i>MÉTODO DE SIMPSON:</i>	<i>7</i>
<i>MÉTODO DE RIQUEZA DE ESPECIES.....</i>	<i>7</i>
<i>MÉTODO DE NÚMERO EFECTIVO DE ESPECIES.....</i>	<i>8</i>
<i>ÍNDICE DE EPT.....</i>	<i>8</i>
<i>ÍNDICE BIÓTICO A NIVEL DE FAMILIA (FBI)</i>	<i>9</i>
<i>CALIDAD DE AGUA.....</i>	<i>11</i>
RESULTADOS ÉPOCA LLUVIOSA	13
RESULTADOS ÉPOCA SECA	20
ANÁLISIS ÉPOCA LLUVIOSA.....	29
ANÁLISIS ÉPOCA SECA	31
CONCLUSIÓN	33
AGRADECIMIENTOS.....	34
LITERATURA CITADA Y REFERENCIAS	35
ANEJOS.....	41
<i>ANEJO I: LOCALIZACIÓN DE LAS ESTACIONES EVALUADAS A LO LARGO DEL TRAYECTO DE LA CUENCA DEL RÍO GRANDE DE MANATÍ.</i>	<i>42</i>
<i>ANEJO II - PORCENTAJE DE HABITÁCULOS DE LOS SEGMENTOS ESTUDIADOS.....</i>	<i>46</i>
<i>ANEJO III – ENTOMOFAUNA ACUÁTICA EN SEGMENTOS ESTUDIADOS</i>	<i>49</i>

BIODIVERSIDAD DE INSECTOS ACUÁTICOS ASOCIADOS A LA CUENCA DEL RÍO GRANDE DE MANATÍ

Edición Revisada

*Evanid Nieves García
Keysa G. Rosas Rodríguez
Mariely E. Devarie Hornedo*

Julio 2010

Resumen Ejecutivo

Los insectos acuáticos, además de tener importantes funciones ecológicas, son utilizados comúnmente en estudios de calidad de agua debido a que son comunes en todo cuerpo de agua dulce, son fáciles de coleccionar e identificar y pueden servir como indicadores efectivos de calidad de agua debido a que diferentes grupos tienen diferentes tolerancias a perturbaciones de su ecosistema. Debido a esto, en este estudio se llevó a cabo un inventario de los insectos acuáticos presentes en parte de la cuenca del Río Grande de Manatí, para poder apreciar la condición de este sistema acuático y para contribuir al conocimiento de la entomofauna de la Isla, ya que este tipo de estudio no es común en Puerto Rico.

Se muestrearon seis estaciones dentro de la cuenca del Río Grande de Manatí utilizando una metodología de hábitat múltiple y se evaluaron los datos a la luz de diversos índices de biodiversidad y de calidad de agua. También se muestreó una estación en el Río Mameyes ya que es el río control contemplado en el Proyecto de Ríos Patrimoniales. En todas las estaciones, se encontró una gran diversidad de familias y más allá, se encontraron grupos que indican una buena calidad de agua en el área estudiada. Aunque se reconoce la necesidad de estudios más detallados con herramientas desarrolladas localmente, podemos llegar a concluir que el área estudiada tiene un alto valor ecológico, la calidad de las aguas es buena y tiene potencial para que se le otorgue protección gubernamental.

Introducción

Los insectos¹ acuáticos son un grupo diverso de organismos asociados a los cuerpos de agua dulce, los cuales incluyen humedales, ríos, y lagos, entre otros (Ramírez y Rosas, 2006). Son considerados acuáticos, ya que llevan a cabo todos o partes de sus estadíos de desarrollo asociados a estos cuerpos de agua. Estos organismos son componentes importantes de los ecosistemas, donde cumplen una variedad de funciones en los procesos ecológicos. Al mismo tiempo, son uno de los grupos menos estudiados en Puerto Rico, desde un punto de vista taxonómico y ecológico (Ramírez y Rosas, 2006).

Entre las comunidades que habitan los sistemas de agua dulce, los macroinvertebrados acuáticos, comprenden una gran parte de la diversidad acuática, por lo que con frecuencia son el principal componente animal de los ecosistemas lóticos (Castellanos y Serrato, 2008; Esteves, 1988). Estos invertebrados tienen adaptaciones fisiológicas y morfológicas únicas que los hacen exitosos en los medios acuáticos de agua dulce. Algunos pueden vivir en cualquier tipo de agua dulce sin importar cuán inhóspito sea el ambiente (Reese, 2002). Éstos son claves en sus comunidades y en el mantenimiento de los sistemas ecológicos acuáticos y son caracterizados por formar la base de la cadena alimenticia de otros organismos, controlando la cantidad y distribución de sus presas y constituyendo una fuente alimenticia para consumidores terrestres y acuáticos (Castellanos y Serrato, 2008; Wade *et al.*, 1989). Sin embargo están involucrados intrínsecamente en procesos ecológicos más sutiles, como el rompimiento y ciclo de materia orgánica y el procesamiento de nutrientes, un rol muy parecido al de los gusanos en la tierra (Reese, 2002). Estos organismos, juegan un papel importante en la red trófica de sistemas de agua dulce al acelerar la descomposición de detritos (Castellanos y Serrato, 2008; Wallace & Webster, 1996) y contribuir al reciclaje de nutrientes (Castellanos y Serrato, 2008; Wallace *et al.*, 1997). El conocimiento de la actividad biológica de estos organismos permite entender la dinámica del sistema que habitan y los estudios basados en su taxonomía y distribución, proveen información importante para comprender la ecología y el papel que desempeñan en el medio que habitan (Castellanos y Serrato, 2008).

Usualmente estos organismos acuáticos son utilizados como bioindicadores² para estudiar la salud de los sistemas donde habitan y la calidad de agua de los mismos. Algunas especies son muy sensibles a cambios abruptos de sus hábitáculos, contaminación y modificación de su ecosistema, ya sea ocasionado por eventos climatológicos severos o por perturbaciones antropogénicas, por esta razón se

¹ Los que son de particular interés para este estudio pertenecen a la Clase Insecta (invertebrados, caracterizados por presentar un par de antenas, tres pares de patas y dos pares de alas) del Subfilo Hexápoda (subfilo de artrópodos, el que más especies agrupa, e incluye a los insectos) dentro del Filo Artrópoda (filo más numeroso y diverso del reino animal) del Reino Animalia (caracterizados por su capacidad de locomoción, desarrollo embrionario y ausencia de clorofila y pared celular).

² Organismo cuya presencia, comportamiento o estado fisiológico presenta una estrecha correlación con determinadas circunstancias del entorno, por lo que pueden utilizarse como indicadores de éstas ("Bioindicador," Enciclopedia Microsoft® Encarta® Online 2009).

encuentran mayormente en aguas puras. Por ejemplo, las perturbaciones antropogénicas en gran medida, pueden alterar los ecosistemas ribereños y tener un impacto directo en las comunidades de macro invertebrados bénticos y por tal razón son excelentes indicadores de efectos urbanos en las ciudades (Cuffney T.F, 2010) Mientras más estrecha sea la tolerancia de los organismos, mayor será su utilidad como indicador biológico. Cuando se desean estudiar las características regionales junto a las condiciones ecológicas se debe de utilizar los resultados numéricos de una investigación que use organismos que indiquen la calidad de agua (Puig, A.). En caso de que se necesite tener resultados que no dependan de las características regionales, que sean aplicables ante el uso de informaciones metódicas o al tener ecologías deficientes se debe usar el modelo de estructuras de comunidades (resultados cuantitativos) (Puig, A.). Por el contrario, otras especies son tolerantes a diversas condiciones, por lo que tienen adaptaciones a medios acuáticos turbios, anóxicos y acídicos. Distintos órdenes de especies prefieren distintos ambientes acuáticos (Dodson, 2005).

Los esfuerzos por estudiar los insectos acuáticos en Puerto Rico empezaron a inicios del siglo XIX, con la mayor parte del trabajo enfocado en grupos conspicuos, como lo son las libélulas y restringidos a zonas de bajura, cerca de plantaciones y centros de población (Ramírez, 2006). A pesar de que en el transcurso del tiempo el conocimiento de estadios adultos de grupos y órdenes populares fue proporcionalmente mejorando, actualmente el estadio larval o de ninfa de todos los grupos de insectos acuáticos representa un vacío en el conocimiento humano. Esta falta de información limita la habilidad de estudiar el funcionamiento de la entomofauna acuática en los ecosistemas tropicales y subtropicales (Ramírez, 2006).

Aunque se conoce que existe una apreciable diversidad de insectos acuáticos en Puerto Rico, conocemos muy poco de ellos y hace falta desarrollar herramientas para su identificación en la isla y mejorar la habilidad de identificar los estadios de larva o ninfa, los cuales son de gran importancia en los estudios científicos. Además, las herramientas que utilizan los insectos como bioindicadores han sido desarrolladas en lugares templados, los cuales poseen una composición de especies diferentes a la que puede poseer una isla sub-tropical. Por ejemplo, algunos grupos tradicionalmente usados como indicadores no se encuentran en la isla (Ej. Orden Plecoptera) y grupos como los del Orden Ephemeroptera se supone son sensibles a disturbios, sin embargo, tienen familias moderadamente resistentes en Puerto Rico (Ej. los pertenecientes a la familia Caenidae, la cual tolera la sedimentación). Por lo tanto, se desconoce cuan aplicables son estas herramientas para nuestros ríos y es necesario hacer los estudios pertinentes que permitan su adaptación a las condiciones presentes en la isla.

Esta investigación evaluó la composición de la fauna entomológica presente en parte de la cuenca del Río Grande de Manatí, con el propósito de proveer información que permita un mejor entendimiento de la diversidad de insectos acuáticos en el ecosistema de esta cuenca hidrográfica y para obtener datos que sirvan como referencia al momento de evaluar la condición de otras cuencas hidrográficas. A esta información se le aplicaron diferentes índices bióticos y de biodiversidad que nos permitieron hacer inferencias sobre la condición de las áreas estudiadas. De esta manera se desarrolló

información que permite un mejor entendimiento de la diversidad de insectos acuáticos en este ecosistema, con el objetivo de facilitar el trabajo de la comunidad científica y de agencias gubernamentales interesadas en estos organismos de agua dulce.

Metodología

Materiales y equipo

- Red para atrapar macroinvertebrados
- Alcohol isopropílico 70%
- Recipientes con tapas para coleccionar y almacenar macroinvertebrados
- Lápiz
- Marcador colorido en cinta “*Flagging tape*”
- Cinta métrica
- Libreta de apuntes y bolígrafo
- Cámara fotográfica digital
- Sistema de posicionamiento global (GPS), Geo XM de Trimble
- Microscopio de disección y lupas
- Sonda YSI 6600v4
- Botellas para muestras de agua con tapa
- Nevera para almacenar muestras de agua
- Laboratorio con equipo pruebas de calidad de agua

Área de estudio

El área de investigación yace en la cuenca hidrográfica del Río Grande de Manatí, la cual se origina en el pueblo de Barranquitas, y cubre parte de las municipalidades de Orocovis, Naranjito, Jayuya, Corozal, Morovis, Ciales, Florida, Manatí y Barceloneta, donde finalmente desemboca en el Océano Atlántico. En esta cuenca hidrográfica se seleccionaron seis (6) estaciones, cónsonas con las estudiadas por el Proyecto de Ríos Patrimoniales³ de la División de Monitoreo del Plan de Aguas (DMPA) del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA).

Para obtener un área representativa de las características de las estaciones estudiadas, en cada una de las seis (6) estaciones se delimitaron aleatoriamente tres (3) transeptos de cien (100) metros de largo, los cuales fueron identificados con marcador colorido en cinta. Las referencias geográficas (GPS) de los puntos más aguas abajo y más aguas arriba de cada transepto se incluyen en el **Anejo I**. Para evitar perturbaciones en el hábitaculo (profundidad, velocidad y calidad), siempre que fue posible, los transeptos de toma de muestras fueron escogidos cien (100) metros aguas arriba o agua abajo de cualquier carretera o puente que cruzara el cuerpo de agua bajo estudio.

La recolección de muestras de insectos acuáticos se realizó durante los meses de mayo y junio del año 2009 (primera edición) y de marzo a junio de 2010 (edición revisada). Se realizó una visita de campo para cada estación en ambas ocasiones.

³ Se pretende designar tramos de ríos como patrimoniales con el propósito de garantizar su integridad ecológica.

Colección de datos

En esta investigación se utilizó la metodología de hábitat múltiple: red acuática con estructura de D, descrita en el Capítulo 7 del documento titulado: Protocolo para Macroinvertebrados Bénticos del Protocolo de Rápida Bio-evaluación para ser Utilizado en Quebradas y Ríos: Perifiton⁴, Macroinvertebrados Bénticos y Peces, Segunda Edición, de la Agencia para la Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés). Este método se centra en un esquema diseñado para hábitat múltiples, teniendo una representación proporcional dentro del tamaño de muestra razonable (Barbour *et al*, 1999). En esta metodología los insectos acuáticos fueron capturados de forma sistemática en cada uno de los hábitáculos ribereños presentes en la estación bajo estudio (**Anejo II**).

Referenciamos los principales hábitáculos ribereños asociados a macroinvertebrados. Estos tipos de hábitat contribuyen a sostener poblaciones de macroinvertebrados en los sistemas ecológicos de agua dulce (Barbour *et al*, 1999).

- Empedrado – El área de ambiente empedrado es un sustrato duro prevaleciente en rápidos y corridas de los cuerpos de agua dulce, el cual incluye pozas poco profundas (grava mezclada, guijarros, o más grandes). El muestreo de las áreas llanas con sustratos grandes se realizó aguantando la parte inferior de la red contra el sustrato y removiendo los organismos, sacando el sustrato por ½ metro hacia arriba de la red.
- Troncos sumergidos – Los pedazos de troncos y otros elementos de madera que llevan mucho tiempo sumergidos, incluyendo el material acumulado en las pozas, son un excelente medio de colonización. Para muestrear estos obstáculos se perturbaron los mismos con el propósito de que los organismos emerjan, pero solo después de haber puesto la red en una posición que propicie capturar los insectos.
- Bancos vegetativos – Éstos al estar sumergidos tienen raíces y plantas emergentes asociadas a los mismos. Las áreas sumergidas de éstos se estudiaron interviniendo su entorno, el hábitat se perturbó primero para lograr que se soltaran los organismos pero solo después de haber colocado la red en la dirección del flujo.
- Arenas y sedimentos finos – Usualmente es el ambiente de macroinvertebrados menos productivo, aunque en ocasiones es el más prevaleciente en cuerpos de agua lóticos. Las muestras de los bancos de tierra fina y sin vegetación se obtuvieron agitando la red a través de la superficie del sustrato. Para reducir la cantidad de residuos en la muestra se evitó arrastrar la red por el sustrato.

En cada transecto de 100 metros de largo se comenzaron a tomar las muestras aguas

⁴ Mezcla compleja sumergida en los ecosistemas acuáticos, compuesta de algas, cianobacterias, microorganismos heterotróficos y detritus.

abajo del mismo, continuando con el procedimiento aguas arriba. Se realizó un total de veinte (20) perturbaciones (patadas) en cada uno de los ambientes evaluados (**Anejo II**); las patadas sencillas consistieron en utilizar la fuerza para crear un hábitat productivo con distancia de ½ m. La patada provee un muestreo estacionario donde se posiciona la red y se perturba el sustrato cinco (5) metros antes de la red.

Cada uno de los distintos medios fueron muestreados utilizando una proporción a su representación en la superficie de área del total de macroinvertebrados que viven en el lugar estudiado (**Anejo II**). Los tipos de hábitat que contribuyeron menos del 5% no fueron estudiados. Por ejemplo, si los rápidos son 40% del hábitat estudiado y las arenas y sedimentos finos son 30 %, entonces ocho (8) inmersiones de la red deben ocurrir en las áreas de los rápidos y seis (6) en el material de las arenas y sedimentos finos. El resto (6) de las sumersiones se tomarían por cualquier tipo de hábitaculo.

Las muestras obtenidas en cada uno de los hábitat múltiples se unieron, donde se obtuvo una mezcla única y homogénea para cada una de las seis (6) estaciones. Las mismas se preservaron en alcohol isopropílico al 70% y se identificaron taxonómicamente⁵ a nivel de familia.

Fracción cuantitativa y procesamiento de datos

Después de la colecta e identificación de los especímenes de insectos acuáticos se calcularon los índices de biodiversidad y los índices bióticos de calidad de agua para cada una de las estaciones muestreadas. Para calcular los mismos en cada una de las estaciones estudiadas se utilizaron los siguientes índices:

Método de Shannon-Wiener:

El índice de Shannon-Wiener (H), se usa en [ecología](#) para medir la [biodiversidad](#). Es uno de los índices de mayor uso y éste procede de la Teoría de la Información (Shannon Entropy) y se expresa como:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

Ec. 1

Cuya expansión tiene la forma:

$$H \equiv -\{p_1 \ln(p_1) + p_2 \ln(p_2) + p_3 \ln(p_3) + \dots + p_{n-1} \ln(p_{n-1}) + p_n \ln(p_n)\}$$

Donde p_i es la proporción de individuos de la especie número i , y S el número total de especies (en este caso, familias) en la muestra. El rango de este índice es por lo general del 0 al 5.

⁵ Se ocupa de los principios, métodos y fines de la clasificación de las especies

Método de Simpson:

El índice de Simpson (D), que tiene un rango de 0 a 1, se puede definir como la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie (en este caso, a la misma familia). Su fórmula es la siguiente:

$$D \equiv \sum_{i=1}^S p_i^2$$

Ec. 2

Cuya expansión tiene la forma:

$$D \equiv p_1^2 + p_2^2 + p_3^2 + \dots + p_{n-1}^2 + p_n^2$$

Donde S es el número de especies, N el número total de individuos, y p_i es la proporción de individuos pertenecientes a la especie número i .

Este índice asume que la proporción de individuos de una especie en un área indica su importancia a la diversidad. Este método tiene un rango de cero al uno, con valores cercanos a cero correspondiendo a poblaciones heterogéneas, mientras que valores cercanos a uno corresponden a poblaciones homogéneas. Por lo tanto, para dos poblaciones con igual número de especies, el resultado de este índice será menor si las especies encontradas se encuentran en proporciones iguales.

Para facilitar la comparación entre los resultados de los índices de diversidad se ajustaron los resultados de forma tal que se presenten en la misma escala. Se calculó el porcentaje de la diversidad observada, al compararse por el valor máximo posible. El máximo total de diversidad según Shannon-Weiner es el logaritmo natural del número total de especies. El valor del Índice de Simpson (D) se resta a uno (1-D), expresándose en por ciento. De esta forma ambos resultados están expresados en porcentaje, de forma tal que un 0% significa cero diversidad.

Método de Riqueza de Especies

La siguiente ecuación es la que nos permite calcular el número de especies (familias si fuese necesario) que se encuentran en cada transecto. Se traduce directamente a la suma de cada especie para obtener el valor total de especies (Jost, 2006).

$$x \equiv \sum_{i=1}^S p_i^0$$

Ec. 3

Cuya expansión tiene la forma:

$$x \equiv p_1^0 + p_2^0 + p_3^0 + \dots + p_{n-1}^0 + p_n^0$$

Método de Número Efectivo de Especies

En el 2006 se publicó un artículo que discute los peligros de la mal interpretación de los valores de los índices de diversidad comúnmente utilizados (como el Shannon-Weiner y el Simpson) debido a que cada uno tiene un comportamiento diferente y son utilizados intercambiamente como si indicaran la misma información. Por lo tanto, Lou Jost propone varias ecuaciones que normalizan los valores dados por los índices comunes de diversidad, para que el resultado sea el número de especies de igual ocurrencia necesarias para llegar al resultado proporcionado por el índice. Jost nombra a este valor como el “*número efectivo de especies*”. Este valor da más información que el número observado de especies, ya que considera la proporción en que estas especies se encuentran en la muestra, y permite que se puedan comparar los resultados de los diferentes índices en una misma unidad, que en nuestro caso, sería el número de familias (obtenido con la ecuación 3). Los índices de Shannon-Wiener y de Simpson se normalizaron usando las siguientes ecuaciones⁶ :

Tomando el resultado de la *Ec. 1* :

$$H' = e^H \quad \text{Ec. 4}$$

Tomando el resultado de la *Ec. 2*:

$$D' = 1/D \quad \text{Ec. 5}$$

Donde H prima es la cantidad de especies (familias) efectivas para el método de Shannon-Wiener y D prima es el mismo valor para el método de Simpson. Este último grupo de ecuaciones junto a la provista por Lou Jost (Riqueza de Especies) nos permite comparar todos los índices de biodiversidad en un campo común, en este caso, número de familias.

Índice de EPT

El índice EPT (cuyas siglas representan los órdenes Ephemeroptera, Plecóptera y Trichoptera) es un método rápido y útil para determinar diferencias entre sitios en cuanto a calidad de agua, ya que, debido a su tendencia a ser intolerantes a altos niveles de contaminación, estos grupos son considerados claves a la hora de determinar si algún cuerpo de agua se encuentra en condiciones óptimas para el desarrollo de vida acuática (Bueno, et al, 2005).

El índice EPT tradicional se calcula sumando la cantidad de especies presentes pertenecientes a estos órdenes. Sin embargo, debido a que sólo se identificaron los especímenes a nivel de familia, se utilizaron dos modificaciones a este índice donde se suma la cantidad de individuos que se capturaron para cada orden, se dividen entre el

⁶ Según expuesto en el artículo “Entropy and diversity” publicado en el 2006 por Lou Jost.

total de organismos capturados (EPT: Total) y entre el total de individuos de la familia Chironomidae encontrados (EPT: C). Para el primer método se considera que un lugar con un valor de 50% o más se encuentran en condiciones favorables, valores entre 50% y 25% en condiciones moderadas y menores de 25% en condiciones pobres. El EPT: C no tiene rangos predeterminados, sin embargo es un método comúnmente utilizado debido a que los chironómidos son un grupo de dípteros con una tolerancia muy alta a condiciones de gran contaminación y es un grupo con una vasta diversidad de especies que se encuentra en todo tipo de hábitat y en todas partes del mundo, y por lo tanto es útil al momento de comparar resultados de diferentes lugares.

Las ecuaciones se escriben de la siguiente forma:

$$EPT:C \equiv \frac{\text{Total Epemeroptero} + \text{Total Plecoptero} + \text{Total Tricopteros}}{\text{Total Chironomidos}} \quad Ec. 6$$

$$EPT:Total \equiv \frac{\text{Total Epemeroptero} + \text{Total Plecoptero} + \text{Total Tricopteros}}{\text{Total Organismos Capturados}} \quad Ec. 7$$

Índice Biótico a Nivel de Familia (FBI)

El índice biótico a nivel de familia (FBI, por sus siglas en inglés) (Hilsenhoff, 1988) es un sistema desarrollado en Wisconsin para detectar contaminación orgánica. Este índice fue adaptado del índice biótico a nivel de especie (Hilsenhoff 1977, 1982, 1987) con el propósito de desarrollar un índice de evaluación rápida. Hilsenhoff le asignó un valor de tolerancia a cada especie del 0 al 10 a cada especie de acuerdo a su habilidad de habitar en áreas con limitado oxígeno disuelto, donde los valores más altos indican la habilidad de encontrarse en condiciones de gran contaminación. Para determinar el valor de cada familia tomó la media ponderada ("weighted average") de los valores de tolerancia de cada especie de esa familia basada en su abundancia relativa en Wisconsin.

El FBI se calcula multiplicando el número de individuos de una familia por el valor de tolerancia de cada Familia (**Tabla I**), sumando estos productos y dividiendo por el total de insectos en la muestra (ver Ecuación 9).

$$FBI \equiv \sum_{i=1}^s (p_i \times Tolerancia_i) / \text{Total Insectos en la Muestra} \quad Ec. 8$$

Tabla I: Tolerancias usadas como Media Ponderada para el Método de FBI

Valores de Tolerancia usados en el Método FBI	
Familia	Valor de tolerancia (Hilsenhoff, 1988)
Chrysomelidae	-
Elmidae	4
Psephenidae	4
Staphilinidae	-
Blephariceridae	0
Chironomidae	8
Dixidae	-
Empididae	6
Psychodidae	10
Simuliidae	6
Taumeridae	-
Baetidae	4
Caenidae	7
Leptophlebiidae	2
Veliidae	-
Pyralidae	5
Coenagrionidae	9
Libellulidae	9
Calamoceratidae	-
Glossosomatidae	0
Hydropsychidae	4
Hydroptilidae	4
Philopotamidae	3

El índice tiene un rango del cero (0) al diez (10), donde valores bajos corresponden a menor cantidad de contaminación orgánica. Hilsenhoff propone una guía donde estos valores se dividen de acuerdo al posible nivel de contaminación orgánica (ver **Tabla II**).

Tabla II: Calidad de Agua versus Valores de FBI

Evaluación de Calidad de Agua Utilizando el Índice Biótico a Nivel de Familia (FBI)		
Valor FBI	Calidad de Agua	Grado de Contaminación Orgánica
0.00-3.75	Exelente	Improbable
3.76-4.25	Muy Buena	Ligero
4.36-5.00	Buena	Alguno
5.01-5.75	Razonable	Basatante
5.76-6.50	Relativamente Pobre	Substantial
6.51-7.25	Pobre	Muy Substantial
7.26-10.00	Muy Pobre	Severo

El índice a nivel de especie es mucho más preciso que el de familia, ya que si dentro de una familia “intolerante” prevalecen sus especies “tolerantes” se puede sobrestimar el valor real y viceversa. Sin embargo, para nuestro caso, donde la taxonomía de muchos de los grupos encontrados no ha sido completamente estudiada, y mucho menos sus tolerancias específicas, el FBI serviría como un buen estimador de la calidad general de agua.

Calidad de Agua

La calidad del agua no es ni una condición específica ni un sistema, por lo tanto no se puede definir por la medida de un solo parámetro, y como varía en espacio y tiempo requiere de un rastreo constante. Por tanto, el análisis químico de calidad de agua es importante, ya que nos permite corroborar los resultados de los índices de calidad de agua biológicos como EPT:T, EPT:C y FBI. Algunos de los parámetros que utilizamos en el análisis químico fueron⁷:

Temperatura: Afecta la rapidez de las reacciones químicas, la velocidad a la cual las plantas acuáticas y algas llevan a cabo fotosíntesis y la rapidez de los procesos metabólicos de los organismos. La temperatura es importante en los sistemas acuáticos porque podría causar mortalidad e influenciar la solubilidad del oxígeno disuelto. Además, es un factor importante en la calidad del agua ya que incluso cambios pequeños pueden tener serios impactos en la vida acuática, incluyendo bacterias, algas, invertebrados y peces. La contaminación termal puede darse por impactos directos como descargas de agua fría o caliente a nivel industrial en el cuerpo de agua o indirectamente por la acción humana removiendo vegetación o construcción de presas.

Oxígeno disuelto: Este es uno de los componentes más importantes en los ecosistemas acuáticos ya que el oxígeno es necesario para los procesos metabólicos de los organismos aeróbicos, e influye en las reacciones químicas inorgánicas. Usualmente se utiliza el oxígeno disuelto como indicador de calidad de agua, de

⁷ Water Quality for Ecosystems and Human Health 2nd ed.

manera que, mientras mayor sea la concentración de oxígeno disuelto en un cuerpo de agua mejor será la calidad del agua, en la mayoría de los casos. Es necesario que un cuerpo de agua posea una cantidad de oxígeno disuelto mayor a 5 mg/L, para que el mismo se considere en buen estado.

pH: El pH en un ecosistema acuático es importante porque está estrechamente relacionado con la productividad biológica. En el agua, un pequeño número de moléculas de agua (H_2O) se disocia formando iones de hidrogeno (H^+) o iones de hidroxilo (OH^-). Si la proporción relativa de iones de hidrogeno es mayor que la iones de hidroxilo, entonces el agua es definida como acida. Por el contrario, si la proporción de iones de hidroxilo supera la de iones de hidrogeno entonces se clasifica el agua como alcalina. La proporción relativa entre los iones de hidrogeno e hidroxilo se mide en una escala logarítmica de 1-14, de acida a alcalina siendo 7 un pH neutral. Se considera un pH de 6 a 9 aceptable en términos de calidad de agua.

Turbidez: Se refiere a la claridad del agua. A mayor cantidad de sólidos suspendidos en el agua, más sucia se ve y por tanto, mayor será la turbidez medida. Típicamente la fuente de mayor turbidez es el fitoplancton, la erosión del terreno, sedimentos suspendidos y detritos orgánicos. El nivel máximo de turbiedad en un cuerpo de agua, no debe exceder los 50 NTU.

Salinidad; Es una medida que indica la concentración de sales disueltas en un cuerpo de agua. Los iones responsables por la salinidad incluyen los siguientes cationes: Calcio (Ca^{2+}), Magnesio (Mg^{2+}), Sodio (Na^+) y potasio (K^+); y los siguientes aniones: carbonatos (CO_3^{2-} y HCO_3^{2-}), sulfatos (SO_4^{2-}) y cloro (Cl^-). El nivel de salinidad en los sistemas acuáticos es muy importante, tanto así que algunas especies de animales solo pueden sobrevivir a unos rangos limitados de salinidad, aunque hay especies que pueden sobrevivir en niveles altos de salinidad y estas condiciones son hasta favorables para su crecimiento y reproducción. En un cuerpo de agua dulce, mientras menores sean los niveles de salinidad, mejor será la calidad del mismo.

Resultados época lluviosa

Tabla III: Órdenes y Familias Encontradas en las Estaciones Evaluadas en La Cuenca de Río Grande de Manatí en época de lluvia

Estación		San Lorenzo	Naranja Dulce	Dos Bocas	La Línea	Vaga	Pozas	Total
Orden	Familia	Especímenes	Especímenes	Especímenes	Especímenes	Especímenes	Especímenes	Especímenes
Coleoptera	Chrysomelidae	0	0	0	1	0	0	1
	Elmidae	20	119	47	56	87	93	422
	Psephenidae	0	0	0	0	3	0	3
	Staphilinidae	13	543	29	41	2	6	634
Diptera	Blephariceridae	0	0	13	0	0	0	13
	Chironomidae	8	35	28	91	24	9	195
	Dixidae	0	0	1	0	0	0	1
	Empididae	0	0	0	0	2	0	2
	Psychodidae	3	0	2	2	19	9	35
	Simuliidae	57	37	7	66	31	19	217
	Taumeridae	13	0	3	4	0	0	20
Ephemeroptera	Baetidae	22	4	81	56	186	43	392
	Caenidae	0	3	0	0	1	0	4
	Leptophlebiidae	0	3	13	0	11	34	61
Hemiptera	Veliidae	0	0	1	0	4	4	9
Lepidoptera	Pyralidae	0	0	8	3	0	4	15
Odonata	Coenagrionidae	3	3	8	8	19	31	72
	Libellulidae	0	0	1	0	6	5	12
Trichoptera	Calamoceratidae	0	0	2	0	0	0	2
	Glossosomatidae	0	0	0	0	2	0	2
	Hydropsychidae	0	0	1	0	0	0	1
	Hydroptilidae	62	82	475	74	50	63	806
	Philopotamidae	0	0	0	11	54	44	109
Total Insectos Acuáticos		201	829	720	413	501	364	3028
Total Familias		9	9	17	12	16	13	23

Tabla IV: Resultados de los índices para cada una de las Estaciones Estudiadas en época de lluvia

Localidades	Índices					
	Bióticos			Biodiversidad		
Estaciones	EPTC	EPTT	FBI	Shannon-Wiener	Simpson	Riqueza de Familias
San Lorenzo	10.5	41.79	4.37	1.80	0.20	9
Naranja Dulce	2.63	11.09	1.66	1.14	0.46	9
Dos Bocas	20.43	79.44	3.96	1.34	0.46	17
La Línea	1.55	34.14	4.86	2.00	0.15	12
Vaga	12.67	60.68	4.59	1.99	0.20	16
Pozas	20.44	50.55	4.44	2.15	0.14	13
Total	7.06	45.48	3.64	2.08	0.16	23

Tabla V: Métodos de Biodiversidad ajustados a nivel de Familia para cada una de las Estaciones Estudiadas y para el Total en época de lluvia

Comparación de Métodos Ajustados a Familias			
<i>Estación</i>	<i>Shannon-Wiener</i>	<i>Simpson</i>	<i>Riqueza de Familias</i>
San Lorenzo	6.05	4.9	9
Naranja Dulce	3.14	2.16	9
Dos Bocas	3.8	2.19	17
La Línea	7.39	6.58	12
Vaga	7.34	5.06	16
Pozas	8.61	7.04	13
Total	8.03	6.16	23

Tabla VI: Métodos de Biodiversidad ajustados a Porcentajes para cada una de las Estaciones Estudiadas en época de lluvia

Comparación de Métodos Ajustados a Porcentajes		
<i>Estación</i>	<i>Shannon-Wiener</i>	<i>Simpson</i>
San Lorenzo	81.92	79.61
Naranja Dulce	52.06	53.74
Dos Bocas	47.16	54.44
La Línea	80.47	84.80
Vaga	71.86	80.23
Pozas	83.98	85.79

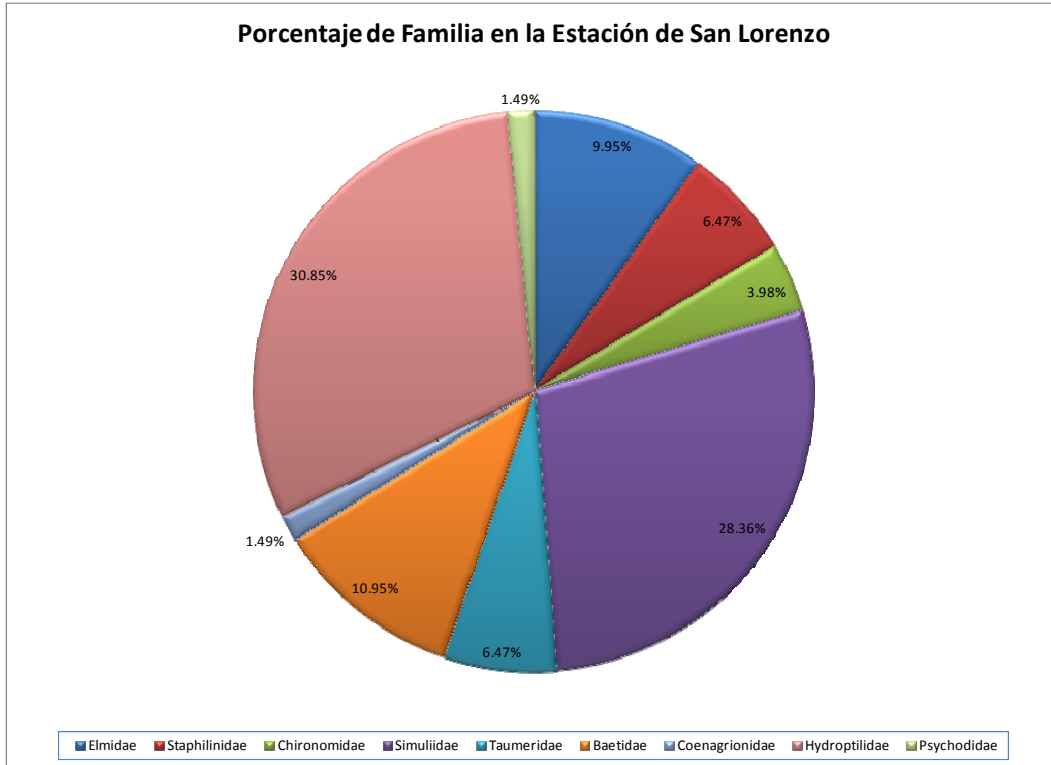


Ilustración I: Porcentajes de Familias Encontradas en la Estación de San Lorenzo en época de lluvia

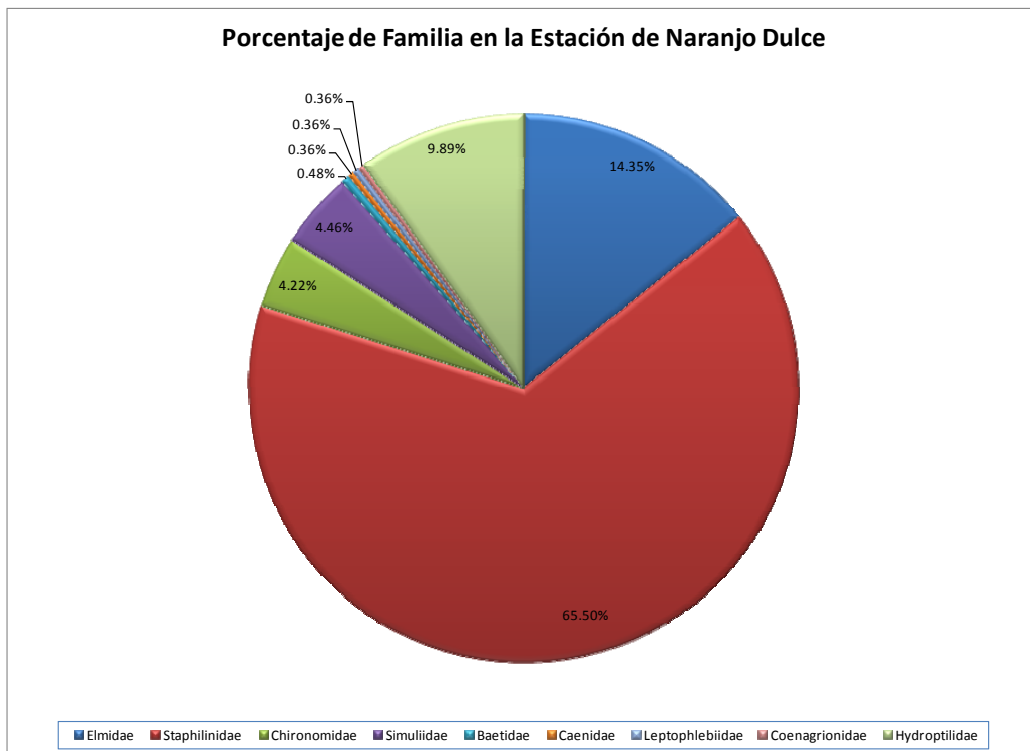


Ilustración II: Porcentajes de Familias en la Estación de Naranja Dulce en época de lluvia

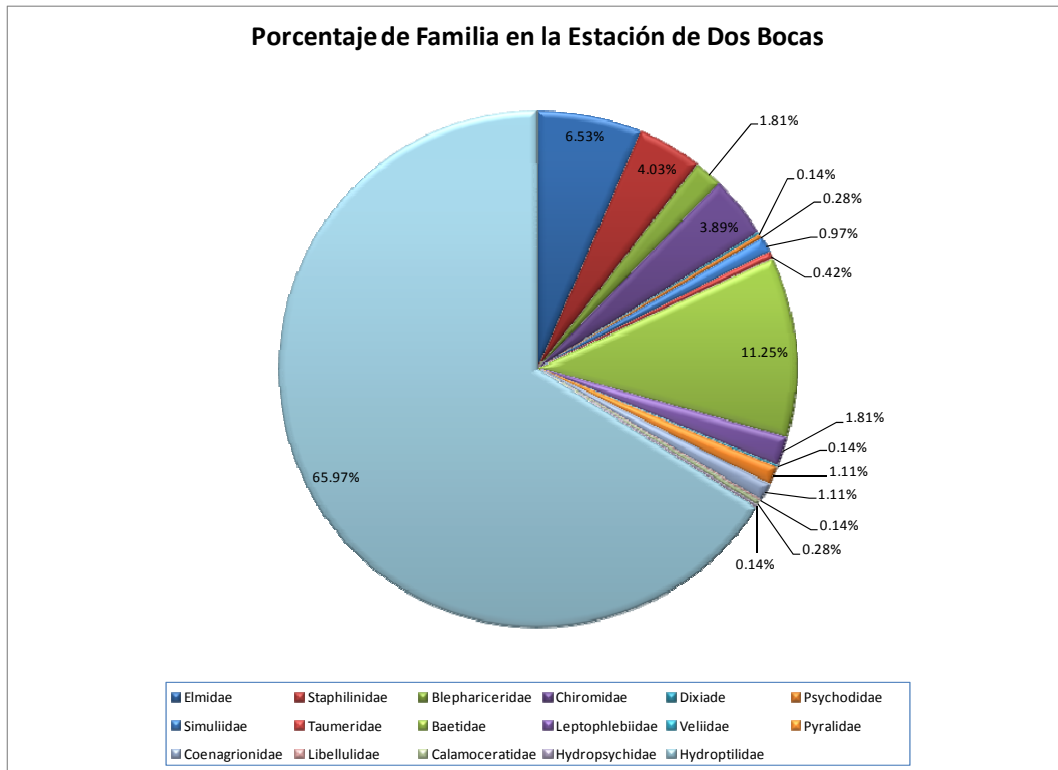


Ilustración III: Porcentajes de Familias en la Estación de Dos Bocas en época de lluvia

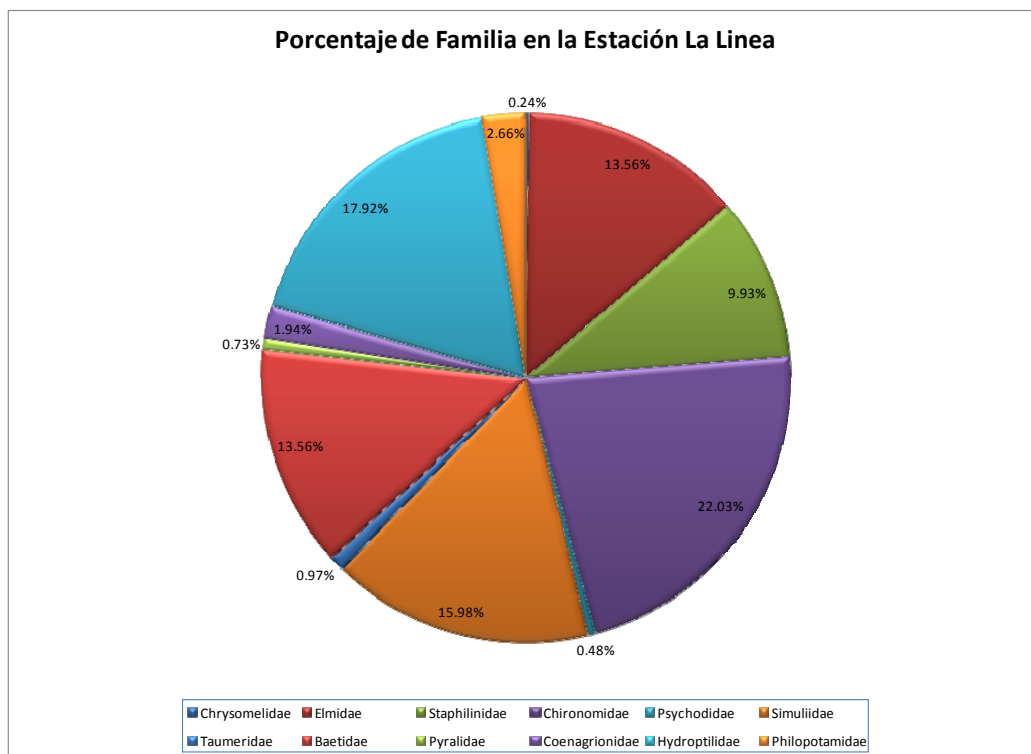


Ilustración IV: Porcentajes de Familias en la Estación de La Línea en época de lluvia

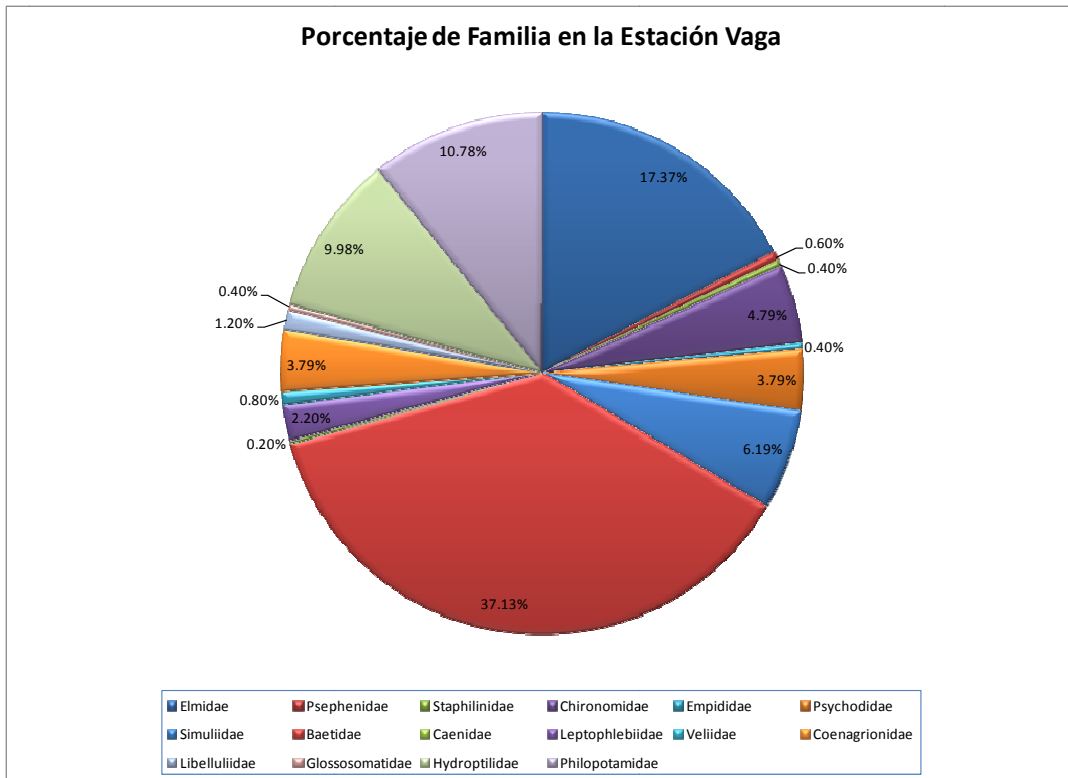


Ilustración V: Porcentajes de Familias en la Estación de Vaga en época de lluvia

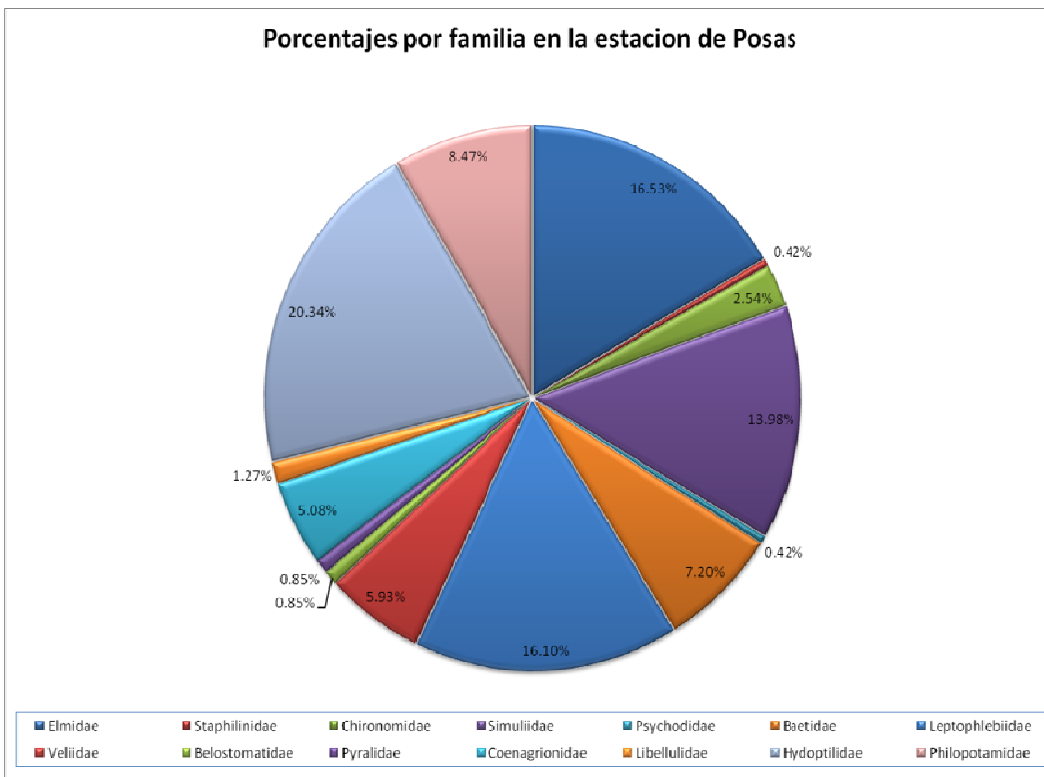


Ilustración VI: Porcentajes de Familias en la Estación de Posas en época de lluvia

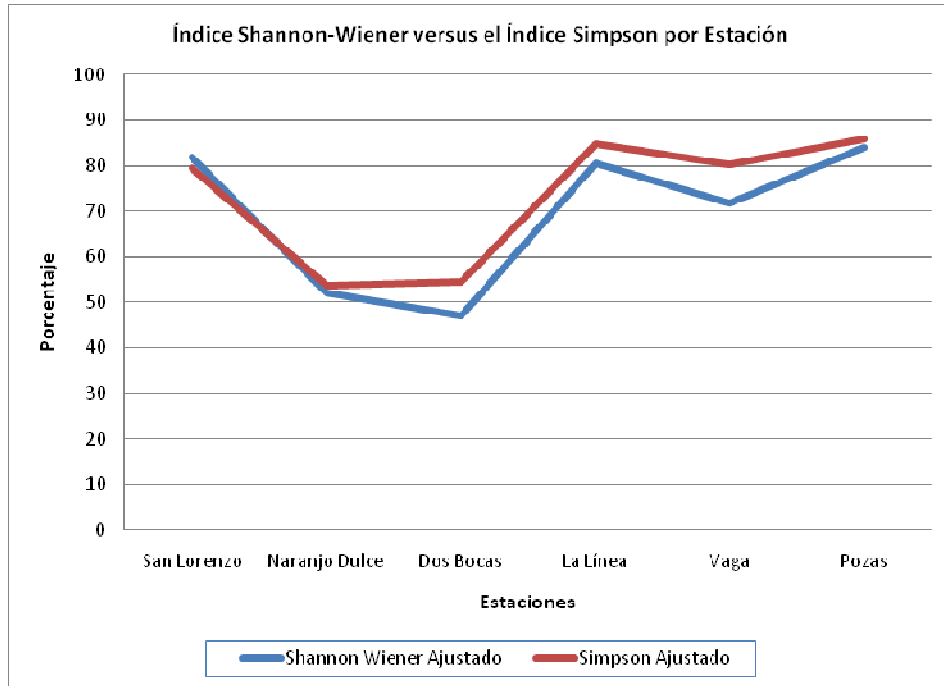


Ilustración VII: Índice Shannon-Wiener versus el Índice Simpson por Estación Estudiada (ajustado a porcentaje) en época de lluvia

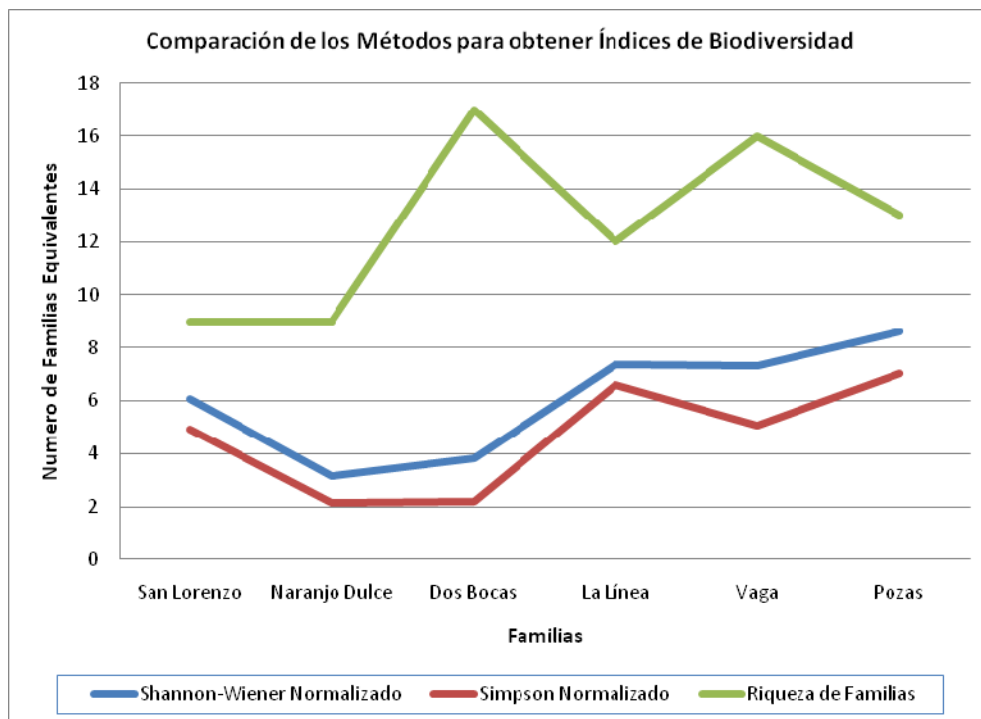


Ilustración VIII: Comparación de Métodos para obtener Índices de Biodiversidad (ajustado a familias) en época de lluvia

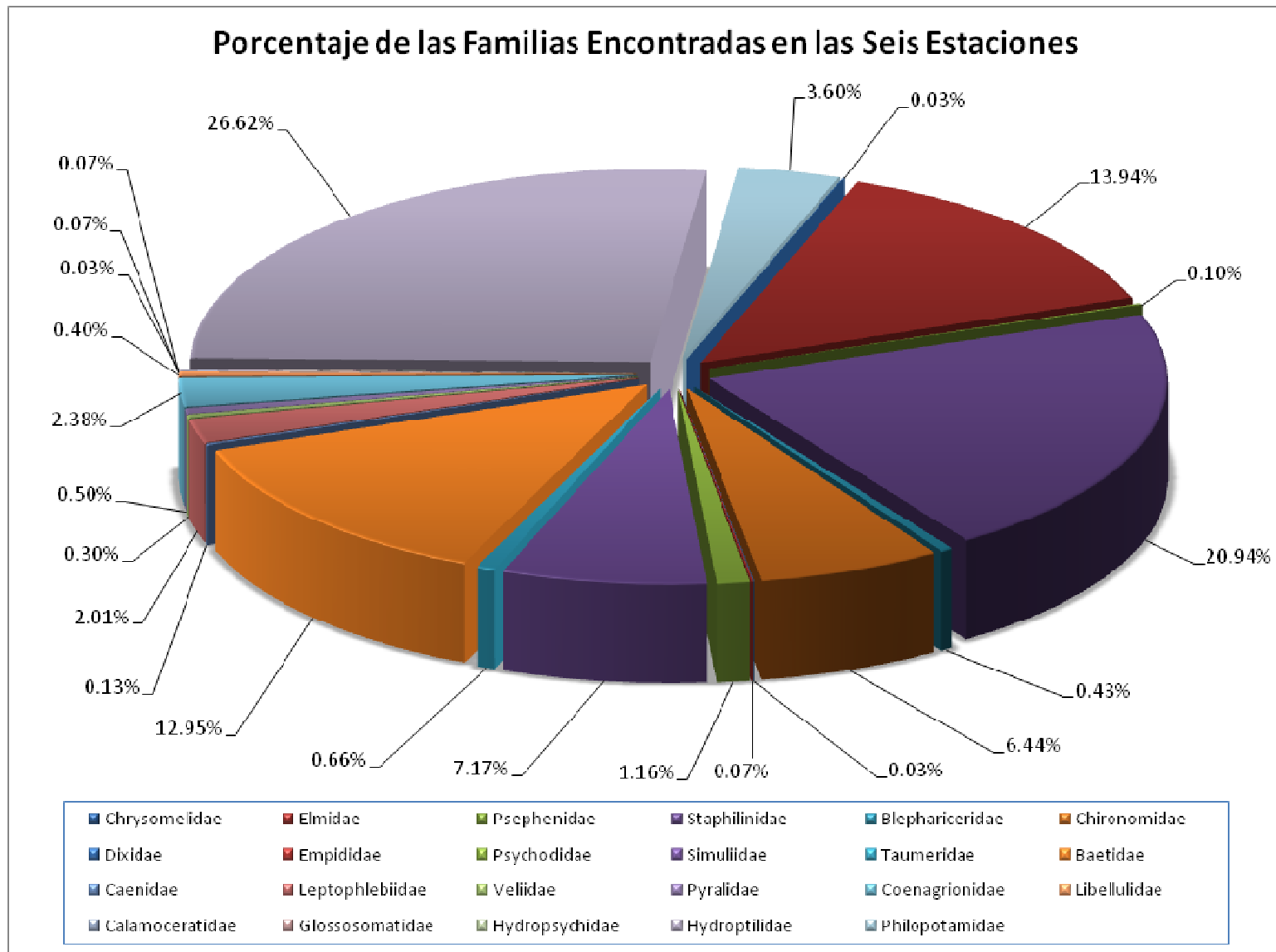


Ilustración IX: Porcentajes de las Familias Encontradas en las Estaciones Estudiadas en época de lluvia

Resultados Época Seca

Orden	Estación	San Lorenzo	Naranja Dulce	Dos Bocas	La Línea	Vaga	Pozas	Mameyes	Total
	Familia	Especímenes	Especímenes	Especímenes	Especímenes	Especímenes	Especímenes	Especímenes	Especímenes
Coleoptera	Elmidae	90	60	194	343	214	39	45	985
	Staphilinidae	451	724	82	49	1	1	3	1311
Diptera	Blepharicidae	0	0	17	0	0	0	20	37
	Chironomidae	22	11	79	14	10	6	13	155
	Dixidae	0	0	38	0	0	0	0	38
	Empididae	1	0	0	0	0	0	0	1
	Psychodidae	43	1	8	0	0	1	5	58
	Simuliidae	49	70	43	2	18	33	85	300
	Taenidae	0	2	0	0	0	0	0	2
	Tipulidae	0	0	0	3	5	0	0	8
Ephemeroptera	Baetidae	22	18	7	44	54	17	0	162
	Caenidae	1	1	0	4	11	0	0	17
	Leptophlebiidae	10	17	37	143	218	38	42	505
Hemiptera	Velidae	3	1	1	10	9	14	0	38
	Guenidae	0	3	0	0	0	0	0	3
	Mesovelidae	0	1	0	0	0	0	0	1
	Belostomatidae	0	0	0	0	0	2	0	2
Lepidoptera	Pyralidae	9	2	106	28	22	2	0	169
Odonata	Coenagrionidae	1	15	24	11	18	12	0	81
	Libellulidae	0	1	12	3	5	3	0	24
Trichoptera	Glossosomatidae	0	10	7	4	14	0	1	36
	Hydrophilidae	70	200	135	28	34	48	52	567
	Philopotamidae	2	61	67	245	469	20	10	874
	Polycentropotamidae	0	0	3	0	0	0	0	3
Total Insectos Acuáticos		774	1198	860	931	1102	236	276	5377
Total Familias		14	18	16	15	15	13	11	24

Tabla VII: Órdenes y Familias Encontradas en las Estaciones Evaluadas en La Cuenca de Río Grande de Manatí en época seca

Tabla VIII: Resultados de los índices para cada una de las Estaciones Estudiadas durante la época seca

Localidades	Índices					
	Bióticos			Biodiversidad		
Estaciones	EPTC	EPTT	FBI	Shannon-Wiener	Simpson	Riqueza de Familias
San Lorenzo	4.77	13.56	2.22	1.49	0.37	14
Naranja Dulce	27.91	25.62	1.68	1.40	0.40	18
Dos Bocas	3.20	29.42	4.00	2.10	0.12	16
La Línea	33.43	50.27	3.34	1.77	0.24	15
Vaga	80.00	72.59	3.31	1.68	0.26	15
Pozas	20.50	52.10	4.04	2.18	0.13	13
Mameyes	8.08	38.04	4.22	1.66	0.18	11
Total	13.94	40.19	2.98	2.17	0.15	24

Tabla IX: *Métodos de Biodiversidad ajustados a nivel de Familia para cada una de las Estaciones Estudiadas y para el Total durante la época seca*

Comparación de Métodos Ajustados a Familias			
<i>Estación</i>	<i>Shannon-Wiener</i>	<i>Simpson</i>	<i>Riqueza de Familias</i>
San Lorenzo	4.42	2.7	14
Naranja Dulce	4.04	2.49	18
Dos Bocas	8.18	8.34	16
La Línea	5.89	4.24	15
Vaga	5.38	3.81	15
Pozas	8.88	7.48	13
Mameyes	5.29	5.43	11
Total	6.75	8.38	24

Tabla X: *Métodos de Biodiversidad ajustados a Porcentajes para cada una de las Estaciones Estudiadas durante la época seca*

Comparacion de Métodos ajustados a Porcentajes		
<i>Estación</i>	<i>Shannon-Wiener</i>	<i>Simpson</i>
San Lorenzo	56.35%	62.97%
Naranja Dulce	48.29%	59.76%
Dos Bocas	75.78%	88.01%
La Línea	65.46%	76.41%
Vaga	62.11%	73.73%
Pozas	85.16%	86.64%
Mameyes	69.47%	81.59%

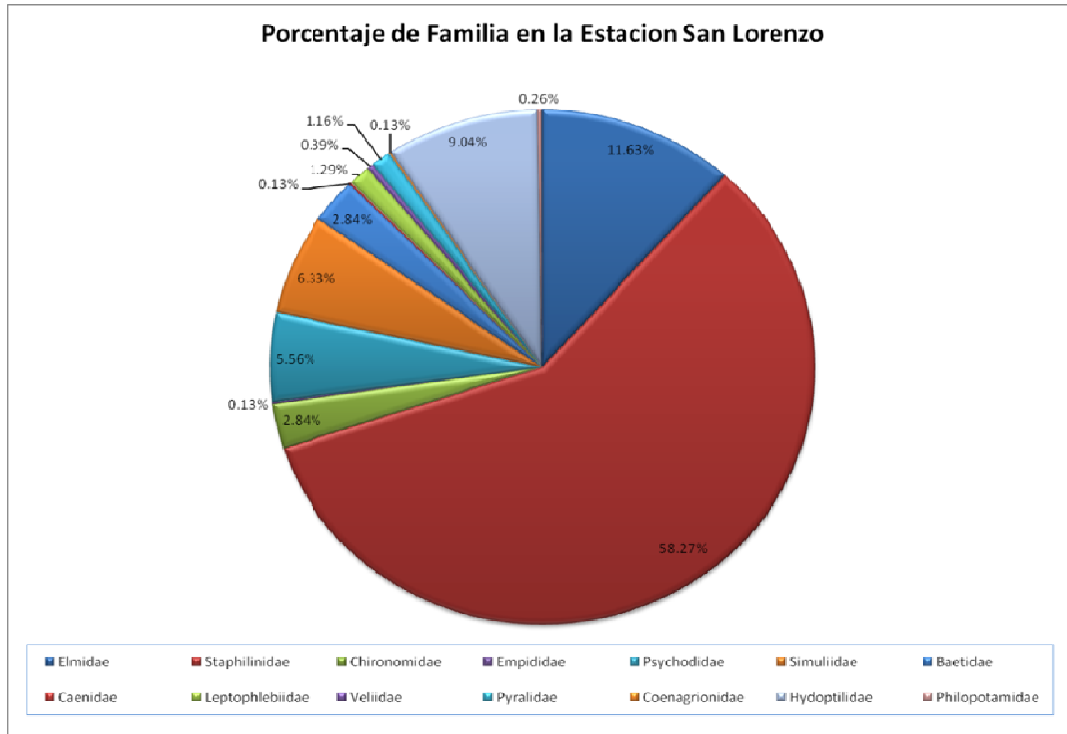


Ilustración X: Porcentajes de Familias Encontradas en la Estación de San Lorenzo en época seca

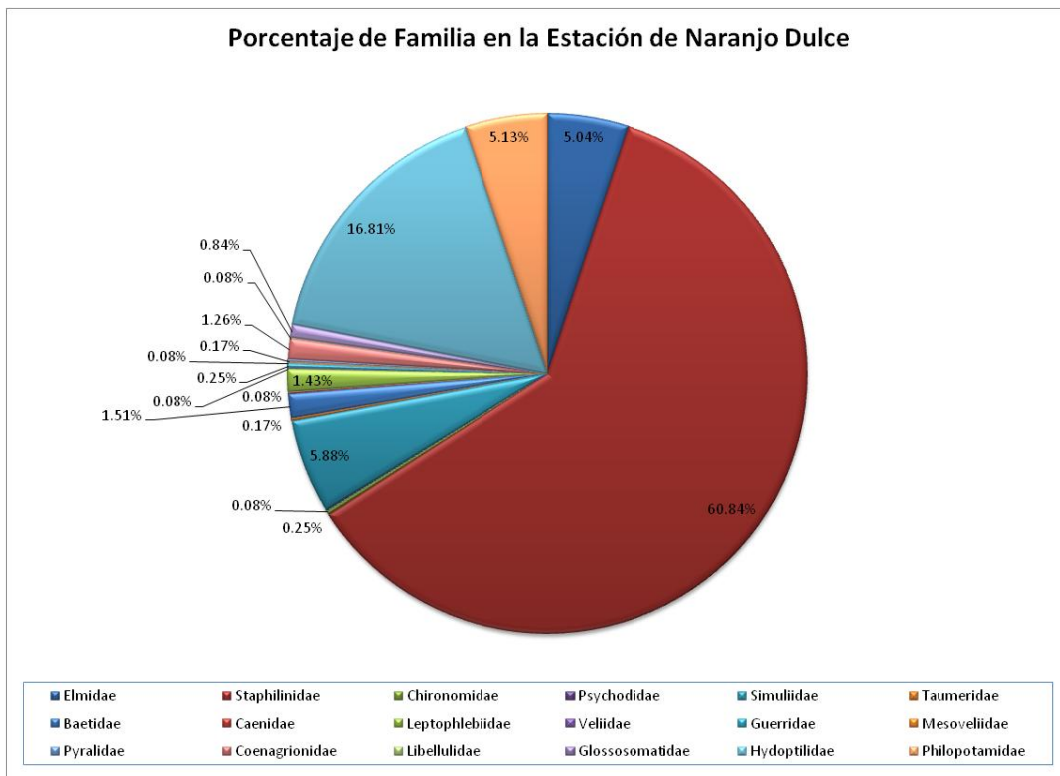


Ilustración XI: Porcentajes de Familias en la Estación de Naranja Dulce en época seca

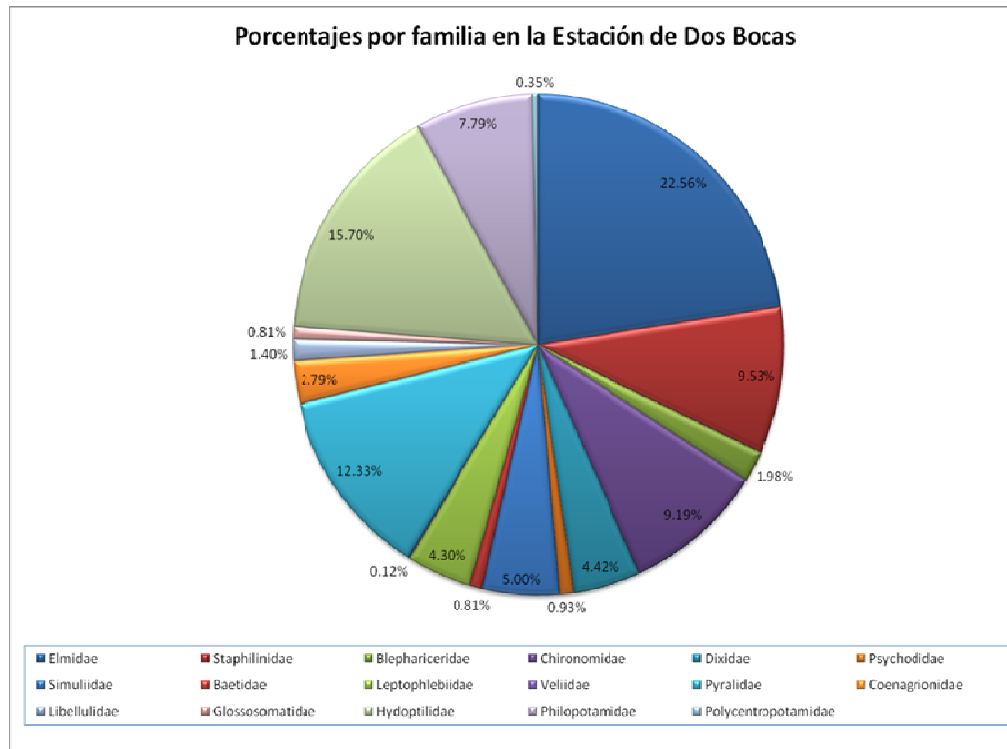


Ilustración XII: Porcentajes de Familias en la Estación de Dos Bocas en época seca

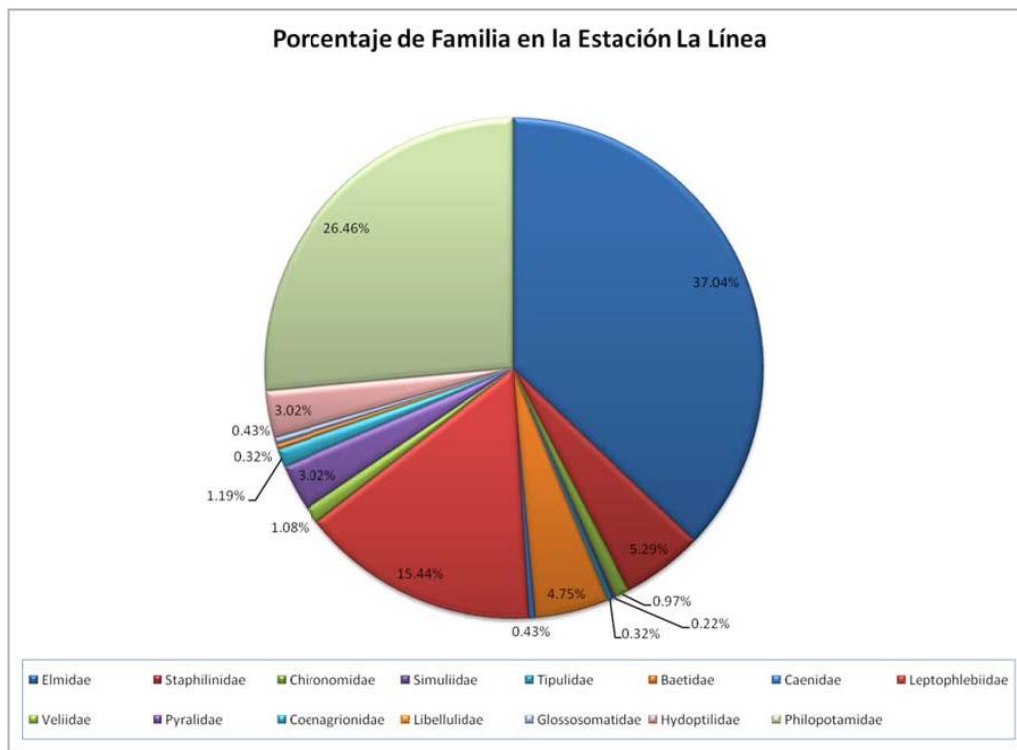


Ilustración XIII: Porcentajes de Familias en la Estación de La Línea en época seca

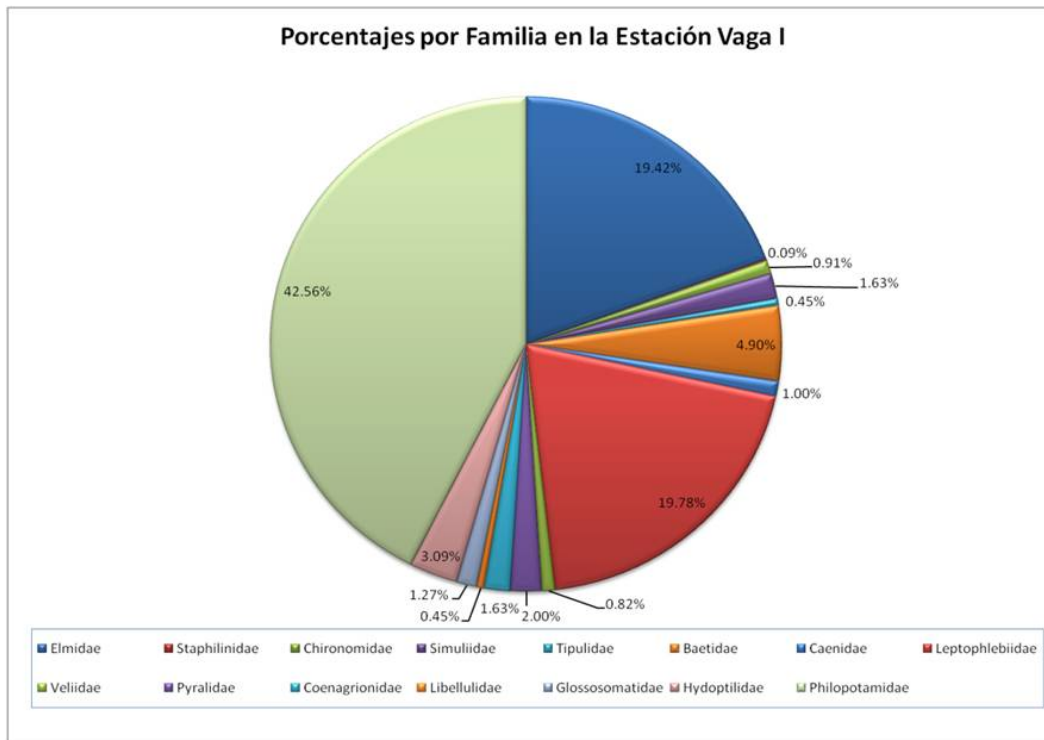


Ilustración XIV: Porcentajes de Familias en la Estación de Vaga I en época seca

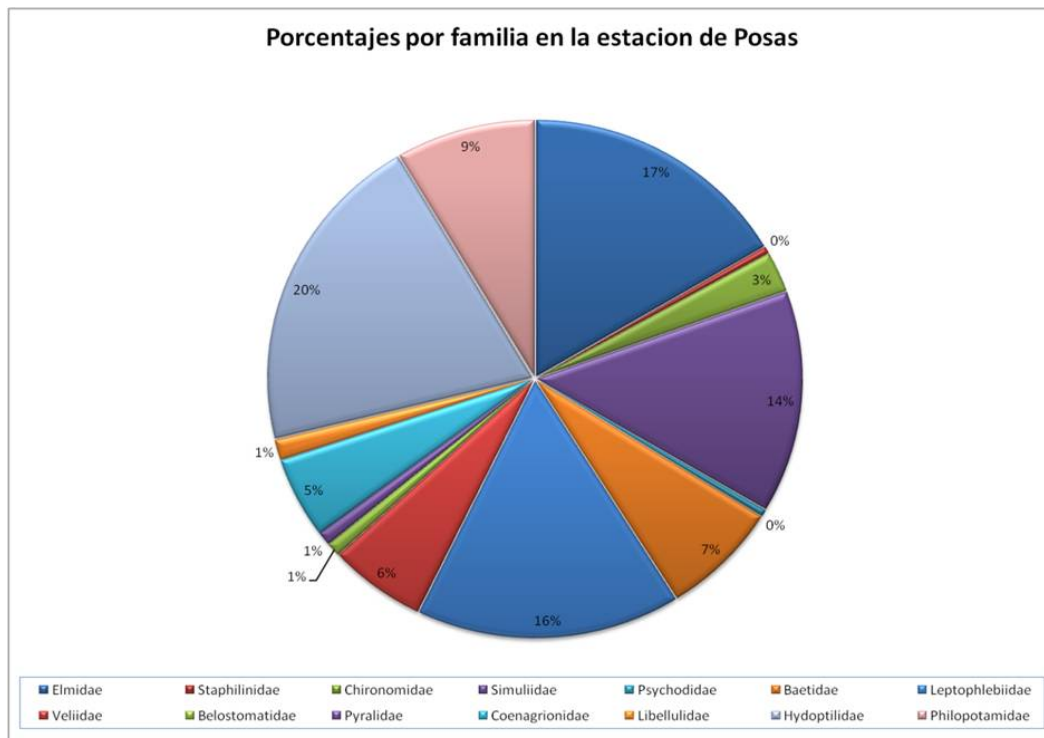


Ilustración XV: Porcentajes de Familias en la Estación de Posas en época seca

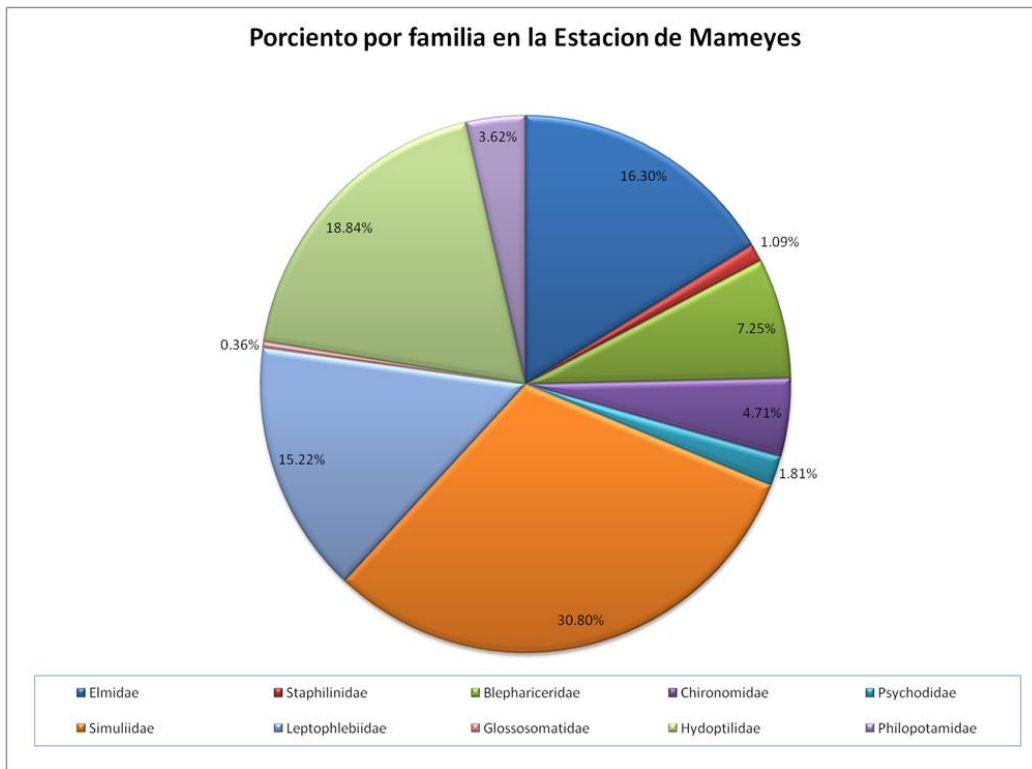


Ilustración XVI: Porcentajes de Familias en la Estación de Mameyes en época seca

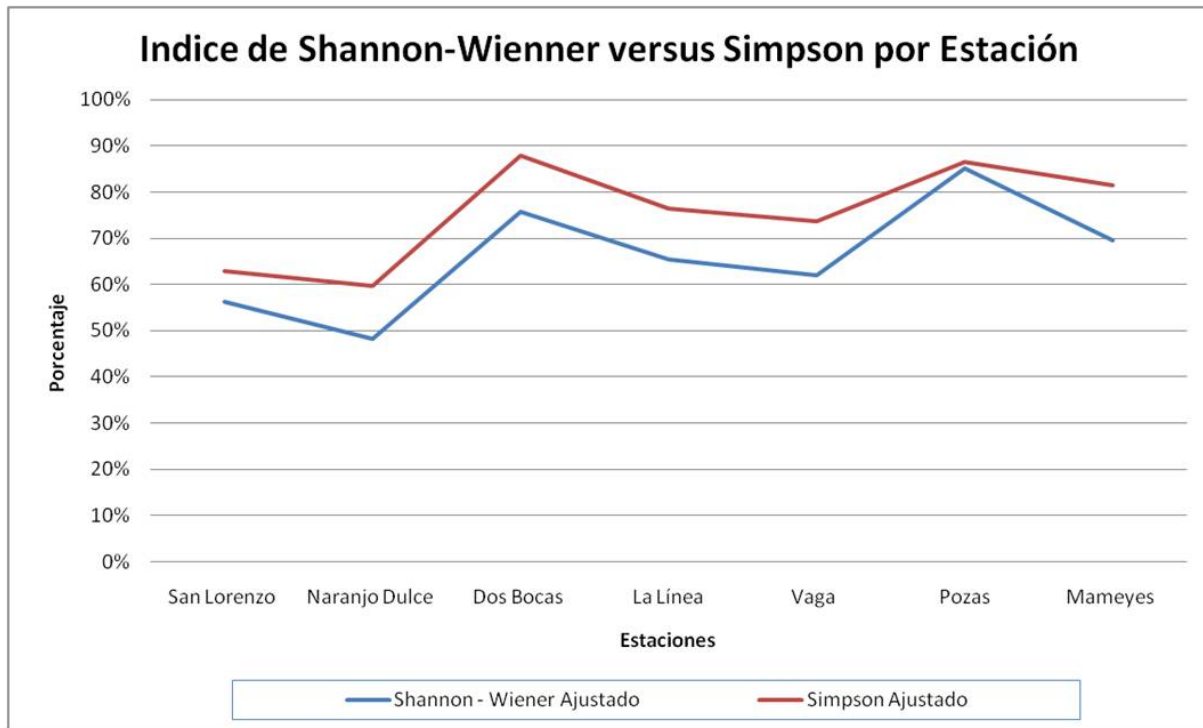


Ilustración XVIII: Índice Shannon-Wiener versus el Índice Simpson por Estación Estudiada (ajustado a porcentaje) durante la época seca

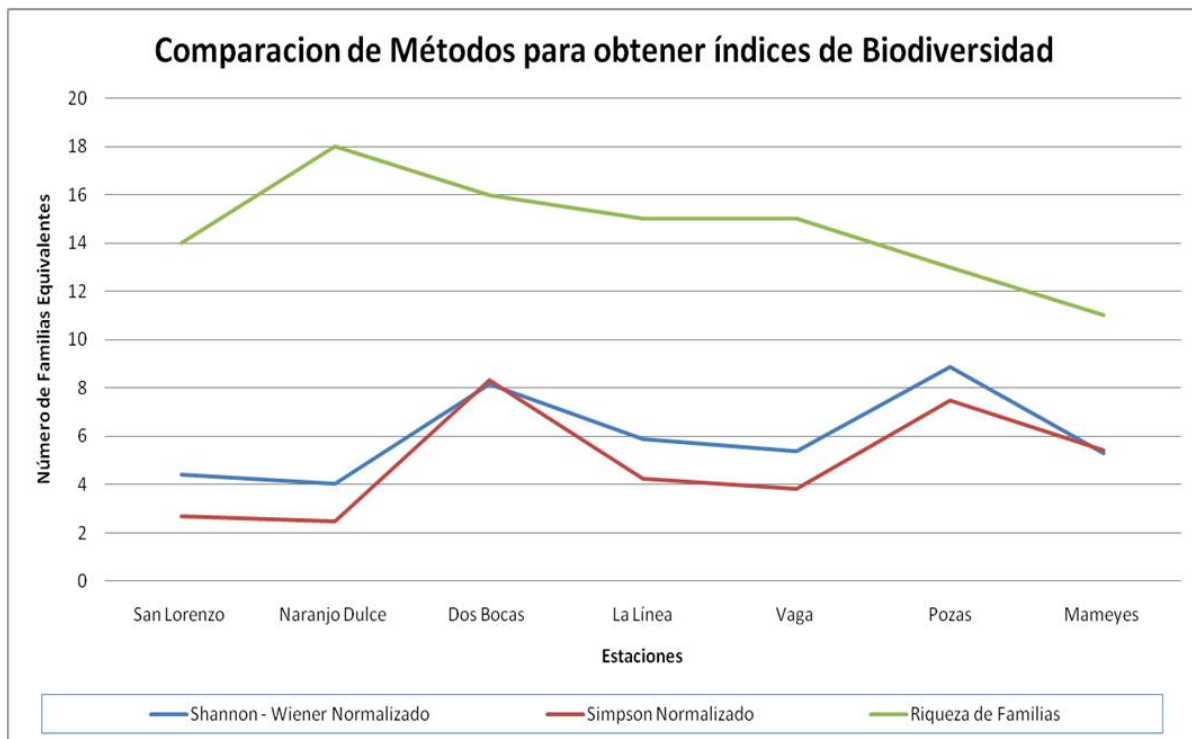


Ilustración XIX: Comparación de Métodos para obtener Índices de Biodiversidad (ajustado a familias) durante la época seca

Datos de Calidad de Agua en las Estaciones del Río Grande de Manatí															
Estaciones	Temperatura (°C)			Oxígeno Disuelto (mg/L)			pH			Turbidez (NTU)			Salinidad (ppt)		
San Lorenzo	29.88	26.86	26.00	8.71	8.38	8.32	8.95	8.14	8.09	12.60	17.50	103.50	0.15	0.12	0.11
Naranja Dulce	31.51	26.86	27.70	8.74	8.68	8.27	9.03	8.11	8.27	3.60	12.50	35.80	0.13	0.11	0.10
Dos Bocas	24.47	23.10	23.60	8.46	8.93	8.79	8.33	8.19	7.78	8.20	0.10	1.10	0.09	0.09	0.08
Vaga 1	30.23	28.56	26.70	8.53	8.18	8.66	8.64	8.39	8.48	0.50	0.70	1.50	0.10	0.10	0.08
Posas	27.97	25.31	25.10	8.88	9.47	8.91	8.53	8.33	8.38	0.00	0.10	1.50	0.09	0.10	0.08
La Línea	31.33	28.37	26.80	8.30	8.81	8.56	8.61	8.29	8.38	1.70	0.20	2.10	0.11	0.10	0.09

Tabla XI: Datos de Calidad de Agua en las Estaciones del Río Grande de Manatí durante la época lluviosa y seca.

Análisis Época Lluviosa

Una medida sencilla de diversidad de especies es tomar sólo en cuenta el número de especies o familias presentes en un ecosistema, sin considerar la proporción en que se encuentran las mismas, como el Método de Riqueza de Especies. Tomando esto en consideración en el tramo del Río Grande de Manatí se encontraron 23 familias (ver **Tabla III** y **Anejo III**). Al considerar las estaciones por separado, la estación con mayor diversidad es la estación de Dos Bocas, con diecisiete (17) familias, seguida por Vaga con dieciséis (16), Pozas con trece (13), La Línea con doce (12) y San Lorenzo y Naranja Dulce con nueve (9) familias.

Tomando en cuenta la proporción de las especies encontradas vemos que, aunque se encontraron 23 familias, el 88.02% de los 3,028 individuos capturados en las seis estaciones evaluadas durante esta investigación son pertenecientes a las siguientes seis familias: Hydroptilidae (26.62%), Staphilinidae (20.94%), Elmidae (13.94%), Baetidae (12.95%), Simuliidae (7.17%) y Chironomidae (6.44%) (**Ilustración IX**). Esto significa que el restante 12% de los individuos pertenecen a diecisiete (17) familias. Al ver esta tendencia por estación podemos distinguir que este es el patrón observable en cada una de las estaciones, ya que aunque cada una presenta de 9 a 17 familias, solo una o dos forman la mayor parte de la muestra:

- En Dos Bocas (**Ilustración III**) el 65.97% de la muestra pertenecen a la familia Hydroptilidae y un 11.25% a la familia Baetidae.
- En Naranja Dulce (**Ilustración II**) el 65.50% de los individuos fue de la familia Staphilinidae y el 14.35% de la familia Baetidae.
- En Vaga (**Ilustración V**) tuvo un 37.13% de muestras de la familia Baetidae y un 17.37% de la familia Elmidae.
- En San Lorenzo (**Ilustración I**) un 30.85% y 28.36% pertenecen a las familias Hydroptilidae y Simuliidae respectivamente.
- En Posas (**Ilustración VI**) un 25.55% son de la familia Elmidae y un 17.31% de la familia Hydroptilidae.
- En La Línea (**Ilustración IV**) un 22.03% pertenecen a la familia Chironomidae y un 17.92% pertenecen a la familia Hydroptilidae.

Al analizar los resultados de los índices de biodiversidad de Shannon-Wiener y el de Simpson ajustados (**Tabla VI** e **Ilustración VII**) se observa que ambos se comportan de forma similar. Sin embargo, se necesitan más estudios para poder aceptar o denegar esta hipótesis. Las estaciones Naranja Dulce y Dos Bocas son las que presentan una menor diversidad de especies. Este resultado se debe al hecho de que en estas estaciones fue que se observó la diferencia marcada entre la abundancia de las familias, ya que el balance de las especies se ve afectado por la presencia de una especie absolutamente dominante. Por otro lado, las estaciones que poseen mayor diversidad, lo son San Lorenzo, La Línea, Vaga y Posas.

En la **Ilustración VII** se grafica la cantidad de familias observada y la cantidad de familias calculadas luego de convertir los valores de los índices de Shannon-Wiener y Simpson a números efectivos de familias utilizando el método de Jost. De nuevo, se observa claramente que al tomar en consideración el balance de las familias encontradas, el número efectivo de familias es mucho menor que el observado. Además, los valores del Índice de Simpson presentan valores algo menores que los informados por Shannon-Weaver, sin embargo, ambos métodos presentan el mismo patrón entre estaciones.

Los resultados de la prueba EPT:C dictan que las estaciones de Dos Bocas y Posas tienen la mejor proporción de insectos (Chironomidos) que sugieren una buena calidad de agua (**Tabla IV**). La prueba EPT:T dice que las estaciones Dos Bocas y Vaga tienen las mejores proporciones de insectos que son usados como indicadores de buena calidad de agua y por lo tanto deben poseer condiciones favorables. Esto es importante, ya que a pesar que la estación de Dos Bocas no tuvo buenos resultados en los métodos de biodiversidad más comunes (Shannon-Wiener y Simpson), obtuvo los mejores resultados de la prueba EPT:Total. Por otro lado, los resultados de esta prueba sugieren que entre las estaciones la única que aparenta encontrarse en condiciones pobres de calidad es Naranja Dulce. Al también analizar los resultados de la prueba de FBI (**Tabla IV**) vemos que según los estándares definidos por Hilsenhoff (**Tabla II**), la estación de Naranja Dulce tiene una calidad de agua excelente mientras, que las estaciones de San Lorenzo, Dos Bocas y Posas tienen calidades de agua muy buenas, y las estaciones de La Línea y Vaga se consideran de buena calidad de agua. Sin embargo, aunque la estación de Naranja Dulce refleja una calidad de agua pobre por los resultados de la prueba EPT: T, los resultados de la prueba FBI los contradice porque los mismos señalan que la calidad de aguas es excelente. Esta discrepancia puede deberse a que en la muestra de dicha estación, más del sesenta por ciento de la muestra pertenece a la familia Staphilinidae y el índice EPT:T. Al esta prueba tomar en consideración la proporción de individuos en la muestra y la mayoría de éstos pertenecer a una misma familia se alteran los resultados de la prueba.

Análisis Época Seca

En el tramo del Río Grande de Manatí muestreado durante la época seca se encontraron 24 familias en total. Es importante señalar, que en contraste con los resultados obtenidos durante la época lluviosa en la cual se encontraron 23 familias, estos resultados no significan que se encontró una familia adicional en la época seca, ya que las familias que se hallaron no son las mismas en ambas temporadas muestreadas. Durante la época seca se encontraron las familias que no se habían encontrado durante la época lluviosa: Tipulidae, Guerridae, Mesoveliidae, Belostomatidae, Polycentropodidae. Hubo familias que se hallaron durante la época lluviosa que no se encontraron durante época seca como: Chrysomelidae, Psephenidae, Calamoceratidae, Hydropsychidae.

El Método de Riqueza de especies en cada estación por separado, nos señala que la estación con mayor número de familias fue Naranja Dulce con dieciocho (18) familias, seguida por Dos Bocas con dieciséis (16) familias, La Línea y Vaga con quince (15) familias, San Lorenzo con (14), y por último la estación de Posas con trece (13) familias.

La proporción de las familias encontradas en cada estación, es una medida más asertiva de medir biodiversidad ya que no solo estamos tomando en cuenta cuantas familias hay en un determinado lugar, sino qué peso tiene cada una sobre la muestra. En total, durante la época seca, se encontraron 24 familias, pero de estas solo siete familias componen el 87.46% de toda la muestra: Staphilinidae (24.38%), Elmidae (18.32%), Philopotamidae (16.25%), Hydroptilidae (10.54%), Leptophlebiidae (9.39%), Simuliidae (5.58%) y Baetidae (3.01%) (Ilustración XX). El mismo patrón lo podemos observar en cada estación por separado:

- En Dos Bocas (Ilustración XII) el 22.56% de la muestra pertenecen a la familia Elmidae y el 15.70% a la familia Hydroptilidae.
- En Naranja Dulce (Ilustración XI) el 60.84% de la muestra pertenecen a la familia Staphilinidae y un 15.70% a la familia Hydroptilidae.
- En Vaga (Ilustración XIV) el 42.56% de la muestra pertenecen a la familia Elmidae y el 19.78% a la familia Philopotamidae.
- En San Lorenzo (Ilustración X) el 58.27% de la muestra pertenecen a la familia Elmidae y un 11.63% a la familia Hydroptilidae.
- En Posas (Ilustración XV) el 20.34% de la muestra pertenecen a la familia Hydroptilidae y el 16.53% a la familia Elmidae.
- En La Línea (Ilustración X) el 37.04% de la muestra pertenecen a la familia Elmidae y un 26.46% a la familia Philopotamidae.

Al tomar en cuenta los resultados de los índices de biodiversidad de Shannon-Wiener y Simpson ajustados (Tabla X e Ilustración XVIII) se observa que ambos índices se comportan de manera similar. Las estaciones que reflejaron tener menor diversidad fueron Naranja Dulce y San Lorenzo, sin embargo es importante señalar que estos índices se encuentran influenciados en gran medida por familias más abundantes

dentro de la muestra. Como se mencionó anteriormente, existe un patrón en todas las estaciones en donde la mayor parte de la muestra pertenece a unas pocas familias. Por otro lado, las estaciones con mayor diversidad de acuerdo con estos índices lo fueron Posas y Dos Bocas.

En cambio, las estaciones de Vaga y Naranja Dulce sugieren una buena calidad de agua de acuerdo con los resultados obtenidos en la prueba EPT:C, la cual toma en consideración la proporción de los chironomidos en la muestra y nos señala en qué estado se encuentra la calidad de las aguas (Tabla VIII). Por otro lado, el índice EPT:T indica que las estaciones de Vaga y Posas tienen la mejor proporción de insectos utilizados como indicadores de buena calidad de agua. Este resultado es interesante ya que la estación de Posas fue una de las estaciones que obtuvo los mejores resultados en términos de biodiversidad y también posee una gran proporción de familias sensibles a los contaminantes, que son indicadores de una buena calidad de agua. Al tomar en consideración el índice FBI, según los estándares de calidad de agua definidos por Hilsenhoff (Tabla II) las estaciones de San Lorenzo y Naranja Dulce tienen una calidad de agua excelente y el resto de las estaciones de Dos Bocas, La Línea, Vaga y Pozas poseen una calidad de agua muy buena.

Dentro del Proyecto de Ríos Patrimoniales se toma como río control el Río Mameyes. Así que durante la investigación se tomaron muestras en el mismo para verificar si en términos de biodiversidad y calidad de agua es comparable con las estaciones muestreadas en el Río Grande de Manatí. Es importante tomar en consideración que ambos ríos los diferencian características significativas, que en menor o mayor grado influyen los resultados obtenidos durante la investigación. El Río Mameyes se caracteriza por localizarse en una de las zonas de mayor promedio de lluvia anual en todo Puerto Rico, la geología de la cuenca es principalmente de origen volcánico y posee una geometría alargada. En contraste con el Río Grande de Manatí, que posee una geología tanto volcánica como caliza y una elevación menor a la del Río Mameyes, ya que su geometría es ovalada.

En la estación muestreada en el Río Mameyes se encontraron once (11) familias en total. Este resultado contrasta grandemente con los obtenidos en las estaciones del Río Grande de Manatí, ya que es en el que menor cantidad de familias se observaron. Esto se debe a que son ríos con características geológicas y climáticas diferentes como ya mencionamos y sobre todo en la estación estudiada no había vegetación en las laderas del río, que es un hábitaculo específico para muchas de las familias encontradas en el Río Grande de Manatí. El mismo patrón que se distingue en las estaciones del Río Grande de Manatí en donde solo unas pocas familias dentro de la muestra constituyen el mayor peso dentro de la misma; también se observa en Mameyes, el 49.64% de la muestra pertenece a las familias: Simuliidae 30.80% y un 18.84% a la familia Hydroptilidae (Ilustración XVI). Los índices de biodiversidad Shannon- Wiener y Simpson en la estación de Mameyes obtuvo un resultado intermedio en comparación con las demás estaciones del Río Grande de Manatí. En términos de los índices bióticos de calidad de agua como EPT:C, EPT:T y FBI sugieren una buena calidad de agua (Tabla VIII).

Conclusión

Después de un cuidadoso estudio de los resultados obtenidos en los seis tramos estudiados de la cuenca del Río Grande de Manatí y de analizar los mismos a la luz de varios métodos de biodiversidad (Método de Riqueza de Especies, Shannon-Wiener y Simpson) e inclusive métodos de calidad de agua (EPT:C, EPT:Total y FBI) se cuenta con información suficiente para emitir juicio con relación a la condición del ecosistema acuático en esta cuenca. En las estaciones estudiadas, tanto durante la época lluviosa como en la seca, presentan una gran diversidad de especies y según las herramientas utilizadas presentan unas cualidades de moderadas a excelentes.

Los resultados obtenidos reflejan que, los tramos estudiados poseen una biodiversidad sustancial. Incluso, los resultados de los índices de Shannon-Wiener y Simpson se comportaron de manera similar, lo que fortalece los resultados obtenidos en cada estación. Las estaciones de Dos Bocas y Naranja Dulce, a pesar que en la época lluviosa reflejaron unos índices de biodiversidad mínimos, pero aceptables, durante la época lluviosa (*Tabla IV*), los resultados en la época seca señalan una excelente condición en cuanto a biodiversidad (*Tabla VIII*).

En términos de calidad de agua, durante la época de lluvia el índice EPT:T señala, que la estación de Dos Bocas obtuvo los mejores resultados. Esto es importante, ya que la composición de los grupos de insectos acuáticos que posee tiende a los grupos sensibles a contaminantes, los cuales se consideran como mejores indicadores de calidad de agua. Sin embargo, la estación de Vaga y Posas fueron las que mejores resultados obtuvieron durante la época seca. Por otro lado, el índice FBI, según los estándares de calidad de agua definidos por Hilsenhoff, (*Tabla II*) las estaciones tuvieron resultados de calidad de agua desde buenas a excelente. Las estaciones que reflejaron poseer una condición de aguas excelentes lo fueron San Lorenzo y Naranja Dulce.

Durante este periodo también se muestreo el Río Mameyes, ya que el mismo es el río control contemplado en el Proyecto de Ríos Patrimoniales. Los resultados obtenidos en términos de biodiversidad fue que refleja menos riqueza de familias ya que se encontraron solo once familias. Sin embargo, los índices bióticos de calidad de agua como el FBI reflejaron una calidad de agua muy buena. Este río es uno de los pocos en Puerto Rico que se encuentra protegido por la ley federal "*Wild & Scenic Rivers Act*", debido a su valor ecológico, paisajístico y para la recreación. Por lo tanto, los resultados obtenidos en esta investigación evidencia que el ecosistema acuático que compone el Río Grande de Manatí está en excelente condición al compararlo con el Río Mameyes. Este hecho demuestra que el Río Grande de Manatí tiene todos los meritos para que se le otorgue una protección similar a la que posee el Río Mameyes.

Agradecimientos

Deseamos agradecer a cada una de las personas que colaboraron con esta investigación. Asimismo, reconocemos al grupo técnico de la División de Monitoreo del Plan de Agua, la Reserva Natural Estuarina de Investigación de Bahía de Jobos y a la División de Recursos Terrestres del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) por colaborar en las visitas de campo, apoyarnos durante el proceso de toma de muestras, suministrar el equipo necesario para la identificación de los organismos, tomar las muestras para calidad del agua y hacer el análisis de la misma, facilitarnos las imágenes satelitales de las estaciones evaluadas y proporcionarnos las referencias geográficas de las mismas. Agradecemos al Dr. Carlos J. Santos Flores de la Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez por colaborar en la identificación de varios especímenes. Finalmente, agradecemos al Ing. Jimmy C. Pujols Cruz, quien además de realizar sugerencias acertadas en la etapa cuantitativa de esta investigación, colaboró con la parte estadística durante el proceso analítico de este trabajo.

Literatura Citada y Referencias

- Alexander, C.P. y G.W. Byers. 1981. Tipulidae (Ch. 7, pp. 153-190). In: M^c Alpine et al., Manual of Nearctic Diptera.
- Barbour, M.T., J.Gerritsen, B.D. Zinder, and Stribling, 1999. Rapid Bioassessment Protocols for Use in Stream and Wadeable Rivers: Periphyton. Bentic Macroinvertebrates and Fish, Second Edition. EPA 841-B-99-002. U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water; Washington, D.C.
- Berner, L. y M. L. Pescador. 1988. The Mayflies of Florida. Gainesville. University Presses of Florida. 415+xvi pp.
- Bioindicador, Enciclopedia Microsoft® Encarta® Online 2009 <http://es.encarta.msn.com> © 1997-2009 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.
- Boon, P.J. Notes on the distribution and Biology of Smicridea (Trichoptera: Hydropsychidae) in Jamaica. Archiv für Hydrobiology, 111:423-433.
- Bouchard, R.W. 2004. Guide to aquatic macroinvertebrates of the Upper Midwest. Water Resources Center, University of Minnesota, St. Paul, MN. 208 pp.
- Bueno, J. *et al.* 2005 Biodiversidad del Estado de Tabasco. <http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/FichapubCP008.pdf>
- Byers, G.W. 1982. Tipulidae (pp. 407-414). In: Hurlbert, S. H. y A. Villalobos-Figueroa, Aquatic biota of Mexico, Central America and the West Indies.
- Castellanos, P. M. y C. Serrato: Diversidad de macroinvertebrados acuáticos en un nacimiento de río en el Páramo de Santurbán, Norte de Santander. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 32(122): 79-86, 2008. ISSN 0370-3908.
- de la Rosa, C. 1997. Chironomidae. In: Solís, A. (ed.) Las Familias de insectos de Costa Rica. INBio. <http://www.inbio.ac.cr/papers/insectoscr/Texto197.html>
- Denning, D.G., V.H. Resh y C.L. Hogue. 1983. New species of Phylloicus and a new Neotropical genus of Calamoceratidae (Trichoptera). Aquatic Insects, 3:181-191.
- Dodds, W.K. 2002. Freshwater Ecology: Concepts and Environmental Applications. Academic Press, San Diego, CA. 166pp.
- Dodson, S.I. 2005. Introduction to Limnology. McGraw-Hill Companies, Inc, Avenue of Americas, NY. 109pp.

- Edmunds, G. F., Jr. 1982. Ephemeroptera. In: Aquatic biota of Mexico, Central America and the West Indies, S. H. Hurlbert and A. Villalobos-Figueroa (eds.), pp. 242-248. San Diego State University.
- Esquivel, C. 1997. Aeshnidae. In: Solís, A. (ed.) Las Familias de insectos de Costa Rica. INBio. <http://www.inbio.ac.cr/papers/insectoscr/Texto219.html>
- Esquivel, C. 1997. Lestidae. In: Solís, A. (ed.) Las Familias de insectos de Costa Rica. INBio. <http://www.inbio.ac.cr/papers/insectoscr/Texto225.html>
- Esquivel, C. 1997. Coenagrionidae. In: Solís, A. (ed.) Las Familias de insectos de Costa Rica. INBio. <http://www.inbio.ac.cr/papers/insectoscr/Texto221.html>
- Esteves, F.A. 1988. Fundamentos de Limnología. Ed. Interciencias. FINEP. Rio de Janeiro, Brasil. 578 pp.
- Flint, O.S., Jr. 1978. Studies of Neotropical caddisflies, XXII: Hydropsychidae of the Amazon Basin (Trichoptera). Amazoniana, 6:373-421.
- Flint, O.S., Jr. 1970. Studies of Neotropical caddisflies, X: Leucotricha and related genera from North and Central America (Trichoptera: Hydroptilidae). Smithsonian Contributions to Zoology, 60:1-64.
- Flowers, W.R., 1992. Review of the genera of Mayflies of Panama, with a checklist of Panamanian and Costa Rican species. In Insects of Panama and Mesoamerica select studies. D. Quintero and A. Aiello (eds) University Press. 37-51pp.
- Flowers, W.R. Familia Caenidae. Agricultural Research Programs Florida Agricultural and Mechanical University, Tallahassee, FL 32307, USA <http://www.inbio.ac.cr/papers/insectoscr/Texto12.html>
- Forattini, O.P. 1973. Entomología Médica. IV. Psychodidae. Phlebotominae. Leishmaniasis. Bartolose. Edgar Blucher, S. Paulo, 658 pp.
- García y Díaz, J. 1938. An ecological survey of the fresh water insects of Puerto Rico. I. Odonata with new life histories. J. Agr. Univ. Puerto Rico, 22(1):43-96.
- Gelhaus, J. Familia Tipulidae. Department of Entomology United States National Museum of Natural History, Smithsonian Institution, Washington, D.C. 20560, USA <http://www.inbio.ac.cr/papers/insectoscr/Texto21.html>
- Henry, C.S.; Penny, N.D.; Adams P.A., 1992. The neuropteroid orders of Central America (Neuroptera and Megaloptera). In Insects of Panama and Mesoamerica Select studies. D. Quintero and A. Aiello (eds) University press. 432-457pp.
- Hilsenhoff, W. L. 1987. An improved biotic index of organic stream pollution. Great Lakes Entomologist 20:31-39.

- Hilsenhoff, W. L. 1988. Rapid field assessment of organic pollution with a family-level biotic index. *Journal of the North American Benthological Society*. 7:65-68.
- Holzenthall, R., 1980. Familia Glossosomatidae. . Department of Entomology, University of Minnesota, Twin Cities, 219 Hodson Hall, 1980 Folwell Avenue, St. Paul, Minnesota 55108, USA.
- <http://www.inbio.ac.cr/papers/insectoscr/Texto117.html>
- Holzenthall, R., 1980. Familia *Calamoceratidae*. . Department of Entomology, University of Minnesota, Twin Cities, 219 Hodson Hall, 1980 Folwell Avenue, St. Paul, Minnesota 5108, USA.
- <http://www.inbio.ac.cr/papers/insectoscr/Texto33.html>
- Holzenthall, R., 1980. Familia Hydropsychidae. Department of Entomology, University of Minnesota, Twin Cities, 219 Hodson Hall, 1980 Folwell Avenue, St. Paul, Minnesota 55108, USA.
- <http://www.inbio.ac.cr/papers/insectoscr/Texto18.html>
- Holzenthall, R., 1980. Familia Hydroptilidae. Department of Entomology, University of Minnesota, Twin Cities, 219 Hodson Hall, 1980 Folwell Avenue, St. Paul, Minnesota 55108, USA. <http://www.inbio.ac.cr/papers/insectoscr/Texto49.html>
- Holzenthall, R., 1980. Familia Philopotamidae. Department of Entomology, University of Minnesota, Twin Cities, 219 Hodson Hall, 1980 Folwell Avenue, St. Paul, Minnesota 55108, USA. <http://www.inbio.ac.cr/papers/insectoscr/Texto131.html>
- Hurlbert, S.H. & A. Villalobos-Figueroa (eds.) 1982. Aquatic Biota of Mexico, Central America and the West Indies. San Diego State University Press. San Diego, CA. 529pp.
- Jost, L. 2006. Entropy & Diversity. Baos. Tungurahua, Ecuador. 363-375pp.
- Klots, E. B. 1932. Insects of Porto Rico and Virgin Islands. Odonata or dragon flies. Scientific survey of Porto Rico and the Virgin Islands. 14(1):1-107.
- Marshall, J.E. 1979. A review of the genera of the Hydroptilidae (Trichoptera). *Bulletin of the British Museum of Natural History*, 39:135-239.
- McCafferty, W.P. 1998. Aquatic Entomology: The fishermen's and Ecologists' Illustrated Guide to Insects and Their Relatives. Jones and Bartlett Publishers, Canada. 448pp.
- Merritt, R.W & K.W. Cummings (eds.). 1996. An Introduction to the Aquatic nsects of North America 3rd ed. Kendall/Hunt Publishing Company, Dubuque, Iowa. 862pp.

- Merritt, R. W., and Cummins, K. W., 1996. "An introduction to the aquatic insects of North America". Kendall/Hunt Publishing Company.
- Murillo, J. y R. Zeledón. 1986. Flebótomos de Costa Rica (Diptera, Psychodidae). Brenesia, Museo Nacional (Hist. Natural) San José, Costa Rica. Supl. N. 23, 137 pp.
- Murillo, J., 1986. Familia Psychodidae. Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
<http://www.inbio.ac.cr/papers/insectoscr/Texto103.html>
- Müller, F. 1980. Sobre as casas construidas pelas larvas de insectos trichopteros da provincia de Santa Catharina. Archivos do Museu Nacional Rio de Janeiro, 99-134, 210-214, láminas VIII-XI.
- Novelo y Gutiérrez, R., 1992. Biosystematics of the larvae of the genus *Argia* in Mexico (Zygoptera: Coenagrionidae). Odonatologica 21, 39-71.
- Novelo y Gutiérrez, R., 1994. Las náyades de *Protoneura aurantiaca* Selys y *P. cupida* Calvert (Odonata: Zygoptera: Protoneuridae). Folia Entomologica Mexicana 90, 25-31.
- Novelo y Gutiérrez R., 1997. Clave para la determinación de familias y géneros de las náyades de Odonata de México Parte II. Anisoptera. Dugesiana 4(2): 31-40pp.
- Paulson, D. R. 1982. Odonata. In: S. H. Hurlbert and A. Villalobos-Figueroa (eds.), Aquatic biota of Mexico, Central America and the West Indies. Pp. 249-277. San Diego State University. San Diego California.
- Peters, W. L. 1971. A revision of the Leptophlebiidae of the West Indies (Ephemeroptera). Smithsonian Contributions to Zoology 62: 1-48.
- Polhemus, J.T., 1984. Aquatic and Semiaquatic Hemiptera. In An Introduction to the aquatic insects. Merritt and Cummins (eds). 231- 260pp.
- Puig, A. Bioindicadores (= indicadores biológicos).
<http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/Bioindic.htm>
- Ramírez, A., 2006. Una guía para aprender sobre insectos acuáticos Neotropicales.
<http://ites.edu/ramirez/ls/acuaticos.htm>
- Ramírez, A. y Rosas, K.G., 2006. Insectos acuáticos de Puerto Rico: Guía para la identificación de las familias. Instituto para Estudios de Ecosistemas Tropicales Universidad de Puerto Rico, Río Piedras.
- Reese, J.J. 2002. A Guide to Common Freshwater Invertebrates of North America. McDonald & Woodward Publishing Company, Blacksburg, Virginia. 10pp.

- Roldán, G., 1988. Guía para el Estudio de Macroinvertebrados Acuáticos. Departamento de Antioquia. Fondo para la Protección del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. 217pp.
- Roldán P., G. 1988. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. Universidad de Antioquia. 217 + xi pp.
- Ross, H.H. 1956. Evolution and Classification of the Mountain Caddisflies. University of Illinois Press, Urbana, Illinois. 213pp.
- Solís, A. Familia Elmidae. Instituto Nacional de Biodiversidad, Santo Domingo de Heredia, Heredia, Costa Rica.
<http://www.inbio.ac.cr/papers/insectoscr/Texto270.html>
- Suárez, Víctor M. Hoja Informativa del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales Oficina de Educación y Publicaciones del DRNA. Información obtenida de la División de Inventario Científico, Sección D.T.O. del DRNA.
http://www.proyectosalohogar.com/Diversos_Temas/Rios_de_Puerto_Rico.html
- Traver, J. R. 1938. Mayflies of Puerto Rico. Journal of Agriculture, University of Puerto Rico 22: 5-45.
- Vargas, V M. 1976. Notas sobre Artropodología Médica. Oficina de Publicaciones Universidad de Costa Rica.
- Viterbo, E., 2000. Descripción de la Entomofauna Acuática Asociada al Río Santa Clara en Verrugas, República de Panamá.

<http://www.monografias.com/trabajos10/descrip/descrip.shtml?relacionados>
- Voshell, J.R. 2002. A Guide to Common Invertebrates of North America. The McDonald & Woodward Publishing Company, Blacksburg, Virginia. 442pp.
- Wade, K.R., Ormerod, J.J., & Gee, A.S. 1989. Classification and ordination of macroinvertebrate assemblages to predict stream acidity in upland Wales. Hydrobiologia, 171(1): 59-78.
- Wallace, J.B. & Webster, J.R. 1996. The role of macroinvertebrates in stream ecosystem function. Annu. Rev. Entomol. 41: 115-139.
- Wallace, J.B., Eggerton, S.L., Meyer, J.L. & Webster. J.R. 1997. Multiple trophic levels of a forest stream linked to terrestrial litter inputs. Science, 277: 102-104.
- Wallace, J.B. y D. Malas. 1976. The fine structure of capture nets of larval Philopotamidae (Trichoptera), with special emphasis on Dolophilodes distinctus. Canadian Journal of Zoology, 54:1788-1802.

Water Quality for Ecosystem and Human Health. 2008. 2nd ed. United Nations Environment Programme Global Environment Monitoring System. 8-32pp.

Westfall Jr.,M.J., 1984. Odonata. In An Introduction to the aquatic insects. Merrit and Cummins (eds). 126-176pp.

<http://www.waterbugkey.vcsu.edu/>

<http://www.inbio.ac.cr/papers/insectoscr/Texto12.html>

<http://www.inbio.ac.cr/papers/coleoptera/PSEPHE.html>

Anejos

Anejo I: Localización de las estaciones evaluadas a lo largo del trayecto de la cuenca del Río Grande de Manatí.

Tabla A: Referencias Geográficas: Coordenadas "State Plane NAD83" de las Estaciones Evaluadas en el Río Grande de Manatí

Localidades		Coordenadas			
		Aguas Abajo		Aguas Arriba	
Estaciones	Transectos	X	Y	X	Y
San Lorenzo	1	200664.47987200000	251720.79805000000	200633.55007700000	251625.05234700000
	2	200562.17865600000	251587.59679600000	200512.60681100000	251503.19394900000
	3	200456.00366900000	251424.91738600000	200413.60640500000	251330.23435900000
Naranja Dulce	1	197274.65850600000	254117.95417200000	197209.25486000000	254040.26366000000
	2	197143.24060200000	253792.15962700000	197136.10642500000	253682.50656200000
	3	197144.74837900000	253562.62587400000	197192.11569700000	253470.00457300000
Dos Bocas	1	192579.78265000000	247155.04293700000	192641.38554300000	247083.23617800000
	2	192674.91603300000	247072.07587600000	192765.05590700000	247028.37029400000
	3	192815.88472600000	246972.73148600000	192851.71394700000	246880.81288300000
La Línea	1	197103.48693400000	251821.69006200000	197058.32996700000	251734.31431000000
	2	197039.78174300000	251636.80338300000	197101.91736500000	251553.76497700000
	3	197153.70044900000	251488.93752800000	197193.07141000000	251373.13318900000
Vaga	1	197011.72339700000	251025.48610500000	196966.35536600000	250932.60603800000
	2	196901.85138000000	250858.85887100000	196816.23938700000	250813.82289200000
	3	196726.92187700000	250856.13902600000	196650.10250700000	250922.88670600000
Pozas	1	193986.14424700000	250131.49210200000	193992.41514400000	250055.14285100000
	2	193935.33371400000	250049.72795700000	193836.46758700000	250047.05851200000
	3	193777.87458400000	250054.07795500000	193673.59955700000	250060.11999200000

Tabla B: Ubicación Física de las Estaciones Evaluadas

Localidades	Ubicación Física					
	Estaciones	Municipio	Barrio	Sector	Carretera	Río
San Lorenzo		Morovis	San Lorenzo	Comunidad San Lorenzo	PR-567 interior	Grande de Manatí
Naranja Dulce		Ciales	Jaguas	Naranja Dulce	PR-149 interior	Grande de Manatí
Dos Bocas		Ciales	Toro Negro	Comunidad Toro Negro	PR-615 interior	Toro Negro
La Línea		Morovis	Vaga	La Línea	PR-149 interior	Bauta
Vaga		Ciales	Pesas	Vaga 1	PR-149 interior	Toro Negro
Pozas		Ciales	Pesas	Pozas	PR-615 interior	Toro Negro
Mameyes		Río Grande	Mameyes 2	Puente Roto	PR- 988	Mameyes

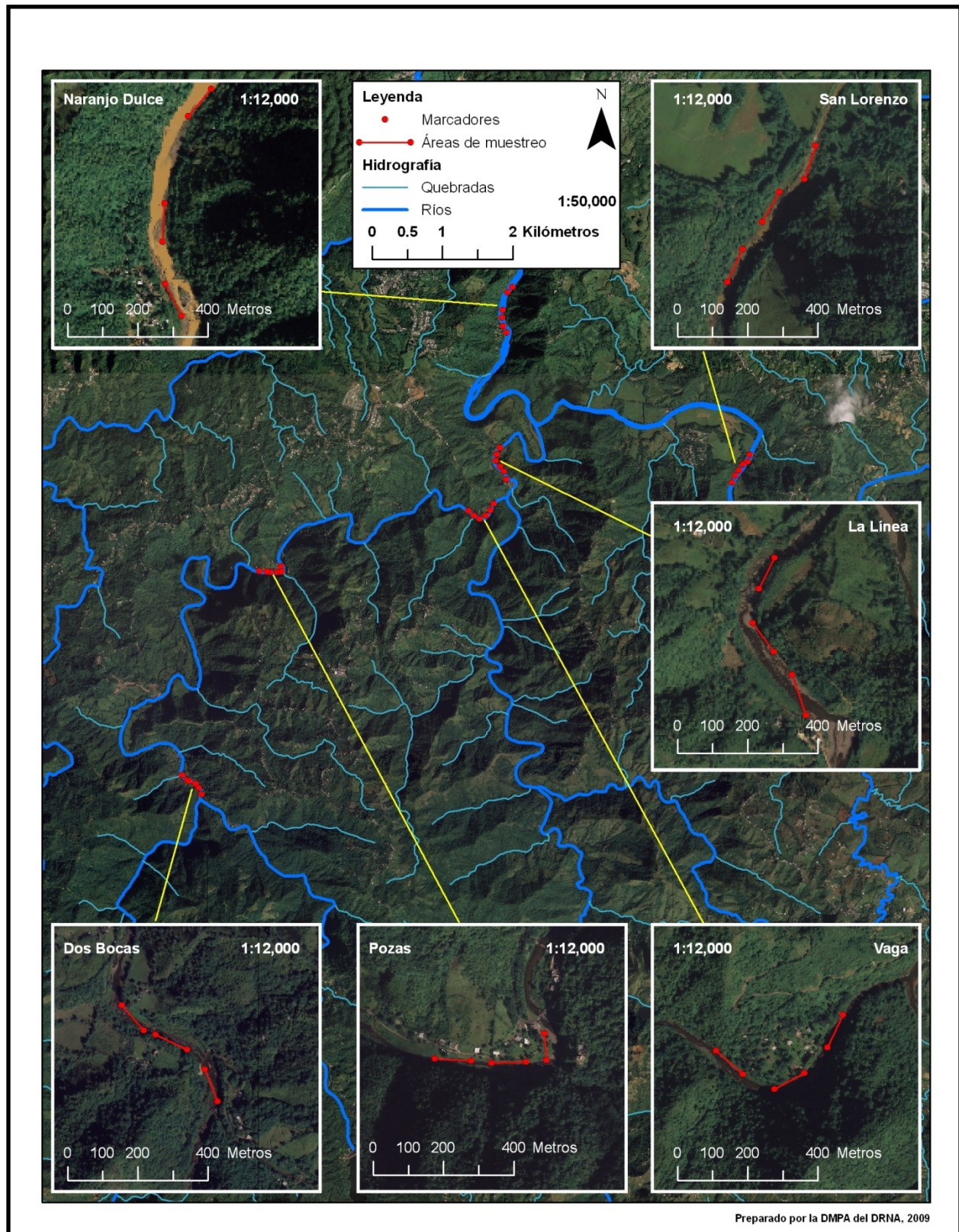


Ilustración A: Imagen Satelital de las Seis Estaciones estudiadas en el Río Grande de Manatí

Tabla C: Referencias Geográficas: Coordenadas "State Plane NAD83" de la Estación del Río Mameyes

Ilustración B: Imagen Satelital de la Estación en el Río Mameyes

Anejo II - Porcentaje de habitáculos de los segmentos estudiados

Tabla D: Porcentajes de Hábitat y Números de Punzadas Realizadas con la Red en cada una de las Seis Estaciones Evaluadas en la Cuenca de Río Grande de Manatí en época de lluvia

Localidades <i>Estaciones</i>	Transectos		Hábitat			
			<i>Empedrado</i>	<i>Tronco</i>	<i>Banco Vegetativo</i>	<i>Arenas</i>
San Lorenzo	1	% Hábitat	70	0	10	20
		# Punzadas	14	0	2	4
	2	% Hábitat	10	0	15	75
		# Punzadas	2	0	3	15
	3	% Hábitat	30	5	10	55
		# Punzadas	6	1	2	11
Naranja Dulce	1	% Hábitat	0	0	10	80
		# Punzadas	0	0	2	18
	2	% Hábitat	20	0	10	70
		# Punzadas	4	0	2	14
	3	% Hábitat	15	0	15	70
		# Punzadas	3	0	3	14
Dos Bocas	1	% Hábitat	30	0	20	50
		# Punzadas	6	0	4	10
	2	% Hábitat	50	0	20	30
		# Punzadas	10	0	4	6
	3	% Hábitat	0	0	20	80
		# Punzadas	0	0	4	16
La Línea	1	% Hábitat	60	0	10	30
		# Punzadas	12	0	2	6
	2	% Hábitat	70	0	10	20
		# Punzadas	14	0	2	4
	3	% Hábitat	50	0	10	40
		# Punzadas	10	0	2	8
Vaga	1	% Hábitat	50	0	10	40
		# Punzadas	10	0	2	8
	2	% Hábitat	20	0	10	70
		# Punzadas	4	0	2	14
	3	% Hábitat	60	0	20	20
		# Punzadas	12	0	4	4
Pozas	1	% Hábitat	20	0	5	75
		# Punzadas	4	0	1	15
	2	% Hábitat	50	0	20	30
		# Punzadas	10	0	4	6
	3	% Hábitat	10	0	40	50
		# Punzadas	2	0	8	10

Tabla E: Porcentajes de Hábitat y Números de Punzadas Realizadas con la Red en cada una de las Siete Estaciones evaluadas en época seca.

Localidades Estaciones	Transectos		Hábitat			
			Empedrado	Tronco	Banco Vegetativo	Arenas
San Lorenzo	1	% de Hábitat	80	0	20	0
		# de Punzadas	16	0	4	0
	2	% de Hábitat	60	0	40	0
		# de Punzadas	12	0	8	0
	3	% de Hábitat	80	0	20	0
		# de Punzadas	16	0	4	0
Naranja Dulce	1	% de Hábitat	0	0	10	90
		# de Punzadas	0	0	2	18
	2	% de Hábitat	20	0	10	70
		# de Punzadas	4	0	2	14
	3	% de Hábitat	70	0	15	15
		# de Punzadas	14	0	3	3
Dos Bocas	1	% de Hábitat	70	0	20	10
		# de Punzadas	14	0	4	2
	2	% de Hábitat	90	0	10	0
		# de Punzadas	18	0	2	0
	3	% de Hábitat	70	0	30	0
		# de Punzadas	14	0	6	0
La Línea	1	% de Hábitat	80	0	0	20
		# de Punzadas	16	0	0	4
	2	% de Hábitat	80	0	0	20
		# de Punzadas	16	0	0	4
	3	% de Hábitat	90	0	0	10
		# de Punzadas	18	0	0	2
Vaga	1	% de Hábitat	90	0	10	0
		# de Punzadas	18	0	2	0
	2	% de Hábitat	90	0	10	0
		# de Punzadas	18	0	2	0
	3	% de Hábitat	90	0	10	0
		# de Punzadas	18	0	2	0
Pozas	1	% de Hábitat	80	0	20	0
		# de Punzadas	16	0	4	0
	2	% de Hábitat	80	0	20	0
		# de Punzadas	16	0	4	0
	3	% de Hábitat	70	0	30	0
		# de Punzadas	14	0	6	0
Mameyes	1	% de Hábitat	100	0	0	0
		# de Punzadas	20	0	0	0
	2	% de Hábitat	100	0	0	0
		# de Punzadas	20	0	0	0
	3	% de Hábitat	100	0	0	0
		# de Punzadas	20	0	0	0

Anejo III – Entomofauna acuática en segmentos estudiados

Entomofauna Acuática Asociada a las Estaciones Evaluadas

Para facilitar la descripción de los órdenes de insectos acuáticos encontrados durante nuestro estudio en la cuenca del Río Grande de Manatí, se han dividido los órdenes de acuerdo a su metamorfosis (completa o incompleta) en hemimetábolos y holometábolos. Para los insectos que llevan a cabo el proceso de metamorfosis incompleta (ausencia de pupa) la larva es llamada ninfa o náyades, donde las ninfas son muy parecidas al adulto o imago, aunque éstas no presentan la madurez sexual. En cambio, aquellos en que los individuos pasan por la etapa pupal (metamorfosis completa) para alcanzar su adultez, la larva está sujeta a pasar por el proceso de cuatro (4) a cinco (5) mudas.

➤ Hemimetábolos¹

○ Orden *Ephemeroptera* (efímeros)

Este Orden es caracterizado por que tanto las ninfas como los adultos poseen tres colas al final del abdomen. El mismo presenta estadios de náyades de mediana a larga duración y presentan un estadio intermedio llamado sub-imago (morfológicamente similar al adulto) entre la etapa ninfal y el imago o adulto (Ramírez y Rosas, 2006). Las ninfas para el intercambio de gases utilizan branquias laterales (traqueobraquias) en varios segmentos de su abdomen y los tarsos de las patas medias y posteriores tienen sólo una uña. Los individuos efímeros antes de alcanzar su madurez reproductiva deben mudar nuevamente convirtiéndose en adultos, ya que su aparato reproductivo no está totalmente desarrollado. En cambio, el adulto efímero no se alimenta y vive solo pocos días con el propósito de aparearse y así perpetuar su especie. El estadio adulto de los efímeros posee alas con venación densa. Como ninfa juegan un papel importante en el ecosistema acuático, alimentándose particularmente de roca, otros materiales y algas (Rodríguez, 2000). Sirven de alimento a peces y otros animales acuáticos (Viterbo, 2000; Flowers, 1992). Otros grupos obtienen su alimento de la microbiota asociada al cuerpo de agua donde habitan y son colectores de partículas finas del fondo del mismo.

▪ Familia *Baetidae*

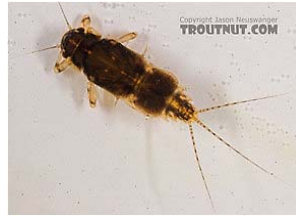
Sus ninfas presentan un cuerpo cilíndrico, cabeza con ocelos laterales bien desarrollados localizados posterior a (sobre) las ramificaciones basales laterales de la sutura epicraneal en una cabeza



¹ Insectos que completan tres etapas (huevo, ninfa y adulto), desarrollo nombrado metamorfosis incompleta. Estos presentan cambios graduales de desarrollo y no pasan por el estadio de pupa. Sus larvas o ninfas usualmente son parecidas al adulto, ya que presentan morfologías similares (patas desarrolladas, ojos compuestos y esbozos alares). Durante su desarrollo los esbozos de alas constituyen brotes externos del tórax.

verticalmente orientada; ápices femorales con lóbulo dorsal curvado o dirigido ventralmente y con tendencia a cubrir o solapar la punta de lóbulo ventral (Viterbo, 2000; Novelo y Gutiérrez, 1997); branquias abdominales ovaladas acorazonadas con márgenes interiores usualmente enteros, raramente divididos; lamelas simples, dobles o triples, nunca terminando en filamentos; (Viterbo, 2000; Roldán, 1988).

- *Familia Caenidae*



Las ninfas de los caénidos son pequeñas y robustas con patas delgadas con cuerpos comprimidos dorso-ventralmente. Se caracterizan por que su primer par de branquias son agrandadas y cuadradas con márgenes que se juntan sobre la parte dorsal del segundo segmento del abdomen. Esta característica les permite su existencia en ríos donde existe algún grado de sedimentación, ya que protege del sedimento al restante de las branquias.

- *Familia Leptophlebiidae*



Las ninfas de esta familia se caracterizan por poseer branquias alargadas y filamentosas, por lo general bifurcadas. La cabeza es generalmente cuadrada y su cuerpo comprimido dorso-ventralmente. Por lo general, permanecen sobre rocas limpias de sedimentos. Son raspadores o recolectores y probablemente se alimentan de algas y sedimentos finos.

- *Orden Odonata (libélulas y caballitos del diablo)*

Los odonatos presentan estadíos de larga duración entre la ninfa y el adulto. Las ninfas son diferentes en apariencia a los adultos (Viterbo, 2000; Westfall, 1984). Los labios modificados y largos de las ninfas es utilizado para capturar presa sin moverse (Rodríguez, 2000). Esta modificación de labio en las ninfas es una de las características principales de este Orden. El adulto posee mandíbulas fuertes y alas con densa venación. Para el intercambio de gases, las ninfas utilizan branquias abdominales. Estos insectos juegan un papel importante en cadenas alimentarias y zonas ribereñas, ya que son depredadores voraces. Consisten en dos subórdenes:

- *Sub-Orden Anisoptera (libélulas)*

Las ninfas presentan cabezas usualmente más estrechas que el tórax y antenas reducidas (Viterbo, 2000; Roldan, 1998), cuerpo robusto, con cinco estructuras con punta al final del abdomen (Viterbo, 2000; Novelo y Gutierrez, 1997).

- *Familia Libellulidae*

El cuerpo de la ninfa es cilíndrico, el abdomen es más ancho que el tórax y la cabeza (Ramírez y Rosas, 2006). Presenta prementón y lóbulos palpales del labio formando una estructura en forma de cuchara, usualmente con setas mentonianas y siempre con setas palpales. Los palpos labiales son grandes, con un diente terminal pequeño (Ramírez y Rosas, 2006). Habitan en una diversidad de hábitats, algunas sobre el fondo, algunas se entierran en el sedimento y otras suben a la vegetación acuática.



© Keysa Rosas

- *Sub-Orden Zygoptera (caballitos del diablo)*

Las ninfas presentan cuerpos esbeltos, tres branquias laminares bien desarrolladas al final del abdomen (Viterbo, 2000; Novelo y Gutierrez, 1997).

- *Familia Coenagrionidae (Pipilachas, Gallitos)*



© Keysa Rosas

Se caracteriza por tener un primer segmento antenal no tan alargado, apéndices caudales (agallas) laminares o ligeramente triédricas; generalmente con 3-5 setas dorsales en el prementón, con 0-6 setas en el palpo (Viterbo, 2000). El prementón con una pequeña hendidura media o ninguna (Viterbo, 2000; Novelo-Gurtiérrez, 1997), es más o menos triangular (Ramírez y Rosas, 2006). Las ninfas de esta familia poseen cuerpos cilíndricos, con tres branquias con forma de hoja al final del abdomen. Generalmente, las ninfas se encuentran sobre la vegetación asociada a las orillas de los cuerpos de agua.

○ *Orden Hemiptera (hemípteros, chinches de agua)*

Las náyades y los imagos de este Orden son morfológicamente similares, ambos habitan lugares similares en los cuerpos de agua donde habitan. Los individuos son reconocidos por tener un aparato bucal en forma de pico y alas semi-membranosas. En su mayoría, utilizando su aparato bucal (pico), inyectan dentro de su presa los jugos digestivos. Los ojos son prominentes y desarrollados en ambos, tórax trisegmentado y abdomen y genitalia con espiráculos (Viterbo, 2000; Polhemus, 1984). El primer par de alas está dividido siendo la base gruesa y la parte distal membranosa (Rodríguez, 2000). Estas alas delanteras están bien desarrolladas y son semi-membranosas (son gruesas en la parte basal y membranosas en la parte distal) llamadas hemielitros.

▪ *Familia Veliidae*

Se caracterizan por poseer uñas pre-apicales en las patas delanteras, fémures posteriores cortos que no se extienden más allá del ápice del abdomen (la articulación del fémur con la tibia está en o antes de la punta del abdomen) y patas traseras son cortas (Ramírez y Rosas, 2006; Viterbo, 2000; Roldán, 1988). Las patas medias más o menos equidistantes de los otros dos pares de patas (excepto en *Rhagovelia*), dorso de la cabeza generalmente con un pequeño canal longitudinal (Viterbo, 2000; Roldán, 1988). Habitan sobre la superficie del agua en áreas de poca o ninguna corriente.



© Keysa Rosas

▪ *Familia Guerridae*



Los guerridos se caracterizan por poseer un cuerpo delgado y patas largas, por lo cual podrían parecer arañas a simple vista. La articulación entre el fémur y la tibia ocurre posterior al extremo final del abdomen. También solo en sus patas delanteras tienen uñas sub-apicales (Ramírez y Rosas, 2006).

- *Familia Mesoveliidae*

Se caracterizan por poseer espinas negras que cubren todas sus patas. Los tarsos tienen tres segmentos y todas sus unguis son apicales. Además, las antenas son notablemente más largas que la cabeza (Ramírez y Rosas, 2006).



- *Familia Belostomatidae*



Los belostomátidos poseen un cuerpo aplanado y ovalado. Sus patas delanteras se caracterizan por estar morfológicamente adaptadas para atrapar a las potenciales presas. En los especímenes preservados los apéndices respiratorios se encuentran retraídos. La parte membranosa de las alas delanteras se encuentra venada. (Ramírez y Rosas, 2006).

➤ Holometábolos²

- *Orden Coleóptera (escarabajos)*

Morfológicamente sus larvas son variadas y en su etapa adulta poseen cuerpos duros y esclerotizados. Presentan un primer par de alas coráceas, las cuales cubren un segundo par que es membranoso en los adultos. (War, 1992). Las larvas tienen seis pares de patas desarrolladas y espinas al final del abdomen y son de vida libre (Rodríguez, 2000). Para el intercambio de gases la larva utiliza branquias y los adultos atrapan burbujas de aire bajo los elitros o usan un plastrón. Estas larvas son diversas, con una cabeza bien desarrollada, partes bucales masticadoras, ojos poco desarrollados, y patas torácicas; su abdomen tiene de ocho a diez segmentos, y pueden poseer filamentos laterales o terminales, agallas, o cuatro ganchos terminales (Ramírez y Rosas, 2006). En su mayoría, se alimentan de algas y partículas finas, otros son depredadores voraces de otros invertebrados. Las pupas de éste orden generalmente no son acuáticas, y los adultos se caracterizan por tener cuerpos duros y ovalados, cabeza con partes bucales masticadoras, ojos bien desarrollados, antenas muy variadas, alas delanteras modificadas con coberturas duras (élitros) que usualmente cubren la mayoría del abdomen y las alas posteriores (Ramírez y Rosas, 2006).

² Insectos que consuman cuatro etapas de desarrollo (embrión, larva, pupa y adulto), proceso conocido como metamorfosis completa. El embrión de estos insectos yace dentro del huevo, las etapas larvales y pupales son inmaduros, distintas al individuo adulto. Los esbozos alares de estos organismos se encuentran dentro de su cuerpo durante su desarrollo. En las especies con alas, las mismas están presentes solo en el adulto.

▪ *Familia Chrysomelidae*



Los adultos de esta familia son alargados, con antenas más largas que la cabeza y el tórax juntos, tarsos con cinco segmentos, aunque aparentan tener cuatro (el segmento cuatro está escondido dentro del segmento tres); en cambio, las larvas son robustas con cabezas y patas pequeñas, partes bucales dirigidas hacia abajo y abdomen con ocho o nueve segmentos; si tiene ocho, tiene unas espuelas terminales (Ramírez y

Rosas, 2006).

▪ *Familia Elmidae*



En los adultos, algunas veces cubierta por el protórax al verlos desde arriba, las antenas son delgadas y filiformes y sus ojos carecen de pelos. Sus patas son relativamente largas, poseen uñas tarsales grandes (Solís, A.) y el quinto segmento de tarso es del mismo tamaño que los primeros cuatro segmentos juntos (Ramírez y Rosas, 2006). Las larvas de esta familia poseen el cuerpo endurecido y el último segmento abdominal tiene un opérculo

con garras que cubre la agallas (Ramírez y Rosas, 2006). Los adultos son completamente acuáticos ya que tienden a permanecer en el lugar donde se desarrollan. Algunos se encuentran en lugares con bastante corriente o rápidos, otros habitan pozas o se encuentran entre la vegetación sumergida al borde de los cuerpos de agua.

▪ *Familia Psephenidae*



El cuerpo de los psephenidos es aplanado ovalado o circular y suave, los segmentos del tórax y abdomen tienen unos platos aplanados que se extienden fuera del cuerpo haciendo que la cabeza y las patas no sean visibles dorsalmente (Ramírez y Rosas, 2006). Las larvas viven pegadas a

rocas en ríos o lagos con mucho movimiento de agua, y ocasionalmente en pozas bien oxigenadas.

- Familia Staphylinidae

En los adultos, esta familia se caracteriza por tener cuerpos alargados, los élitros son cortos, el abdomen mayormente expuesto y las antenas filiformes con once segmentos insertadas cerca de los ojos (Ramírez y Rosas, 2006). Se encuentran asociados a la vegetación sumergida en los bordes de los cuerpos de agua y algunos se pueden mover fácilmente en la superficie del agua.



- Orden Trichoptera (*Tricópteros*)

Este orden es reconocido por sus patas fuertes, bien desarrolladas y articuladas. Ciertos grupos tienen branquias abdominales y ganchos al final del abdomen. Sus larvas poseen la habilidad de producir seda, la cual junto a granos de arena, rocas o materia orgánica son utilizadas para forjar casas o redes. Los tricópteros adultos poseen pelos en las alas. Algunas larvas son depredadoras, pero en su mayoría se alimentan de algas, pueden raspar o filtrar las partículas del fondo o de la columna de agua.

- Familia Calamoceratidae

Esta familia de tricópteros presenta labrum con una fila de aproximadamente 16 cerdas. Tienen una joroba dorsal y dos laterales en el primer segmento del abdomen (Ramírez y Rosas, 2006). Hacen refugios en forma de tubo con hojas o ramitas.



- Familia Glossosomatidae

Esta familia construye casas portátiles parecidas al caparazón de una tortuga, compuestas de rocas pequeñas que cubren completamente a la larva al verla dorsalmente; los segmentos 2 y 3 del tórax son mayormente suaves y pueden tener platos no continuos; la parte dorsal del segmento 9 del abdomen tiene un plato endurecido; y las pro-patas están fusionadas al abdomen (Ramírez y Rosas, 2006).



▪ *Familia Hydropsychidae*



© Keysa Rosas

Los Hydropsychidos tienen platos endurecidos en la parte dorsal de los tres segmentos del tórax, agallas filamentosas ramificadas en la parte ventral de la mayoría de los segmentos del abdomen y pelos en forma de cepillo en la base de sus garras anales (Ramírez y Rosas, 2006). Construyen redes a base de seda en rocas ubicadas en lugares con abundante corriente y son colectados independientemente a su guarida ya que la misma se destruye al colectarse.

▪ *Familia Hydroptilidae*



© Keysa Rosas

Las larvas de los hidróptílicos son únicas dentro de los Trichoptera, ya que sufren hipermetamorfosis; los primeros cuatro estadios larvales no construyen un estuche y son de vida libre; poseen abdomen mucho más pequeño y setas mucho más largas que el estadio final y poseen placas esclerotizadas en todos los notos del tórax. El último o quinto estadio, tiene el abdomen muy agrandado, solo tiene platos endurecidos sobre los tres segmentos del tórax y construyen estuches en una gran variedad de estilos y materiales, tanto móviles como fijos al sustrato. Los estuches móviles, conocidos comúnmente como "estuches bolsillo" semejan la concha de una almeja y generalmente consisten de dos valvas alargadas de seda, cosidas una con otra con seda. (Holzenthal, 1980). Los primeros cuatro estadios larvales son de corta duración y la mayor parte de la alimentación y el desarrollo ocurren en el estadio final.



© Keysa Rosas

▪ *Familia Philopotamidae*



© Keysa Rosas

La cabeza de los philopotamidos es alargada, solamente el primer segmento del tórax tiene la placa dorsal endurecida, su labrum es suave, carnoso y en forma de "T" y no poseen branquias abdominales. Viven en un refugio de seda alargado en forma de red, construido entre rocas ubicadas en áreas de mucha corriente o rápidos que se rompe al colectarlos (Ramírez y Rosas, 2006) y

utilizan su labro para recoger el detritus fino atrapado por esa red (Holzenthal,1980).

- *Familia Polycentropodidae*

Estos son muy parecidos a los philopotámidos, pero no poseen el labrum en forma de “T” característico de los miembros de dicha familia. Otra característica que los distinguen es que no tienen agallas en el abdomen ni platos endurecidos en los segmentos 2 y 3 del tórax (Ramírez y Rosas, 2006)



- *Orden Díptera (Moscas y mosquitos)*

Morfológicamente las larvas (en forma de gusano) son variadas, pero el adulto solo tiene un par de alas. Las larvas no tienen patas verdaderas y su cabeza puede ser una estructura dura en forma de cápsula, separada del tórax o puede ser muy reducida aparentando ser continua con el tórax. Las larvas para el intercambio de gases, tienen mecanismos variados los cuales incluyen, la obtención de aire fuera del agua e intercambio usando la piel. Las algas, el detrito y el tejido animal son la principal fuente de alimento de las larvas. Éstas en su mayoría fragmentan la hojarasca del fondo, raspan rocas y filtran la columna de agua, pero otras son depredadores.

- *Familia Blephariceridae*

Esta familia se distingue por poseer un cuerpo aplastado y dividido en siete segmentos, el primero contiene la cabeza y el tórax; las primeras seis divisiones tiene un chupete en la parte ventral de el centro de la división (Ramírez y Rosas, 2006). Se encuentran bien adheridos a rocas ubicadas en aguas con flujo rápido, incluyendo cascadas, y sólo se colectan raspándolas.



- *Familia Chironomidae*



Las larvas son generalmente acuáticas, de cuerpo alargado y tubular, con 12 segmentos abdominales bien definidos, cabeza bien desarrollada y pequeña, y sin patas. Dos pares de patas falsas o pseudopodos (uno en el protorax y el otro al final del abdomen) las

ayudan en sus movimientos, aunque uno o ambos pares pueden estar ausentes. Las larvas son de color rojo, morado, azul, verde o blanco. Los especímenes larvales pierden su color al ser introducidos en alcohol (de la Rosa, 1997).

- *Familia Dixidae*

Esta familia tiene la cabeza expuesta y esclerotizada, antenas simples, propatas en la parte ventral de los segmentos uno y dos del abdomen y segmentos del tórax diferentes de los del abdomen, el cual termina en un segmento con una punta aguda (Ramírez y Rosas, 2006).



- *Familia Empididae*



Esta familia se caracteriza por que todos los segmentos abdominales tienen un par de propatas, la cabeza está retraída dentro del tórax, la parte posterior del cuerpo es puntiaguda y al final del abdomen tienen de uno a cuatro procesos terminales con setas apicales (más cortos que las propatas terminales, las cuales son más largas que las que se encuentran en los otros segmentos. (Ramírez, y Rosas, 2006).

- *Familia Psychodidae*



Cada uno de sus segmentos (tórax y abdomen) están subdivididos en dos a tres partes, algunos de los cuales pueden tener platos dorsales; tienen una cabeza completa, no tienen propatas y poseen un tubo para respirar con dos espiráculos al final del abdomen (Ramírez y Rosas, 2006). Se pueden encontrar en hábitats asociados con el tratamiento de desechos humanos, incluso, se pueden encontrar en los fregaderos de la cocina.

- *Familia Simuliidae*



Tienen dos cepillos en forma de abanico en las partes bucales, su cabeza es esclerotizada, el abdomen está ensanchado en la parte posterior, y el último segmento tiene un anillo de ganchos (Ramírez y

Rosas, 2006) especializados para sujetarse a las piedras o vegetación sumergida.

- *Familia Thaumaleidae*



Los thaumaleidos tienen una abertura respiratoria transversal entremedia de un par de procesos en forma de dedo en el octavo segmento abdominal. Otra característica de esta familia es que en el protórax tienen una propata y un par de espiráculos o tubos respiratorios cortos (Ramírez y Rosas, 2006).

- *Familia Tipulidae*

La característica más llamativa de los tipúlidos es que estos poseen al final de su abdomen un disco en forma de espiráculo rodeado de 1-3 o de 5-7 lóbulos, los cuales pueden tener pelos. Su cabeza es reducida con un cuerpo cilíndrico (Ramírez y Rosas, 2006).



- *Orden Lepidoptera (Mariposas y alevillas)*

Los lepidópteros se caracterizan porque los adultos tienen dos pares de alas membranosas cubiertas de escamas (de ahí su nombre *lepidó* = escama; *pteron* = ala) y un aparato bucal chupador con una larga trompa que se enrolla en espiral la cual permanece enrollada en estado de reposo, que les sirve para chupar el néctar de flores (Ramírez, y Rosas, 2006). Las larvas se caracterizan porque tienen una serie de propatas en la parte ventral de los segmentos 3 al 7 del abdomen, tres pares de patas torácicas segmentadas, patas cortas, propatas abdominales y algunas especies tienen agallas filamentosas en su cuerpo (Ramírez, y Rosas, 2006). La mayoría de las especies acuáticas pertenecen a la familia Pyralidae.

- *Familia Pyralidae*



Los pyralidos se distinguen por tener cabezas esclerotizadas, tres pares de patas segmentadas y propatas en la parte ventral de los segmentos 3 al 7 del abdomen, algunos son de vida libre, otros forman casas portátiles y ciertas especies tienen agallas filamentosas (Ramírez y Rosas, 2006).