

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA
PROGRAMA DE EXPERIENCIAS DOCENTES CON LA COMUNIDAD
SUBPROGRAMA EDC BIOLOGÍA

INFORME DE INVESTIGACIÓN
Análisis de la Riqueza, Composición y Abundancia de Macroinvertebrados
Acuáticos en los Ríos Pampumay y Pansalic-Panchiguajá
Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y el Lago de Amatitlán
(AMSA)
PERÍODO DE REALIZACIÓN
ENERO 2011- ENERO 2012

JUAN ANTONIO ZELADA
PROFESOR SUPERVISOR DEL EDC: Lic. Billy Alquijay
ASESOR DE INVESTIGACIÓN: Licda Ana Beatriz Suárez
Vo.Bo. ASESOR DE INVESTIGACIÓN:

ÍNDICE

1. RESUMEN	4
2. INTRODUCCIÓN:.....	5
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:	5
4. JUSTIFICACIÓN:.....	7
5. REFERENTE TEÓRICO:	8
5.1 MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS:.....	8
5.2 ECOLOGÍA Y DISTRIBUCIÓN	9
5.3 EFECTOS FÍSICOS Y QUÍMICOS SOBRE LA FAUNA BENTÓNICA	10
5.4 BIOINDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA	12
5.4.1 MÉTODOS DE COLECTA	13
5.5 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO Y GEOPOSICIONAMIENTO	14
5.6 AMENAZAS A LA DIVERSIDAD DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS.....	16
6. OBJETIVOS:.....	16
7. HIPÓTESIS:.....	16
8. METODOLOGÍA:	16
8.1 DISEÑO:.....	16
8.1.1 POBLACIÓN:	16
8.1.2 MUESTRA:	17
8.2 TÉCNICAS:	17
8.2.1 RECOLECCIÓN DE DATOS:.....	17
8.2.2 ANÁLISIS DE DATOS:.....	17

9. RESULTADOS	18
9.1 RÍQUEZA Y ABUNDANCIA	18
9.2 PARÁMETROS FISCOQUÍMICOS	20
9.3 ANÁLISIS DE AGRUPAMIENTO JERÁRQUICO.....	23
9.4 ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIA CANÓNICA (CCA).....	26
10.DISCUSIÓN	29
11. CONCLUSIONES:	33
12. RECOMENDACIONES:	34
13. BIBLIOGRAFÍA:.....	34
14.ANEXOS.....	37

Análisis de la Riqueza, Composición y Abundancia de Macroinvertebrados
Bentónicos en los Ríos Pampumay y Pansalic-Panchiguajá

1. RESUMEN

Se realizaron dos muestreos de macroinvertebrados (el primero en julio y el segundo en octubre) en dos ríos de la cuenca del lago de Amatitlán: Pampumay y Pansalic-Panchiguajá. En el primer muestreo se encontraron un total de 31 taxones en donde el más abundante en el río Pampumay fue Trichoptera: Hydropsychidae con 159 individuos, mientras que en el río Pansalic-Panchiguajá fue Oligochaeta: Haplotaxida con 428 individuos; en el segundo muestreo se encontraron 16 taxones en donde el más abundante fue Trichoptera: Hydropsychidae con 128 individuos. Se realizaron análisis de agrupamiento jerárquicos en donde se representaron las similitudes entre las unidades experimentales, encontrando que las unidades más cercanas presentaban mayor similitud en la mayoría de los casos, sin embargo en algunos casos diferencias en factores como el tipo de sustrato, la profundidad y la cobertura vegetal a los alrededores pudieron provocar una menor similitud entre las unidades aún estas estuvieran próximas. Se realizaron también análisis de correspondencia canónica con el fin de correlacionar variables físicas y químicas del agua con la diversidad de macroinvertebrados. En estos análisis se pudo observar una tendencia de los macroinvertebrados a distribuirse según la concentración de oxígeno disuelto y la cantidad de nutrientes (nitritos y ortofosfatos) en el medio, en donde las larvas de dípteros (familias: Psychodidae, Chironomidae, Tabanidae, Tipulidae) junto con los Oligoquetos eran los únicos grupos que se distribuían en donde habían concentraciones muy bajas de oxígeno (<5mg/l), mientras que otros grupos eran claramente susceptibles a esta deficiencia y solo se distribuyen en donde las concentraciones de oxígeno son mayores. Por lo que se puede concluir que existe una tendencia de los macroinvertebrados a distribuirse según los parámetros físicos y químicos del agua, existiendo organismos tolerantes a ciertas deficiencias como las concentraciones bajas de oxígeno mientras que otros son susceptibles a estas condiciones.

2. INTRODUCCIÓN:

El término “macroinvertebrado acuático” incluye a aquellos animales invertebrados que por su tamaño relativamente grande son retenidos por redes de luz de malla de entre 250-300µm. Estos organismos presentan adaptaciones evolutivas a determinadas condiciones ambientales, presentando distintos límites de tolerancia a alteraciones que puedan suceder en su entorno. De tal forma existen macroinvertebrados que presentan límites de tolerancia muy bajos es decir, son más sensibles a cambios en las condiciones ambientales, mientras que otros son tolerantes y se ven menos afectados que los anteriores. (Alba-Tercedor, 1996)

Bajo la explicación anterior es que se fundamenta el uso de macroinvertebrados como indicadores de la calidad del agua, considerando que la información que puede brindar este grupo de organismos es extrapolable a grupos de vertebrados como peces, aves e incluso mamíferos pudiéndonos brindar información acerca de no solo la calidad del agua como tal, sino la calidad del hábitat a los alrededores.

El presente estudio analiza la riqueza, composición y abundancia de Macroinvertebrados en dos ríos de la cuenca del lago de Amatitlán, con el fin particular de observar cierta influencia que pueden tener algunos parámetros fisicoquímicos en las variables biológicas ya mencionadas.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

El agua es un bien común esencial para la vida y la salud, y es por tanto un recurso ampliamente demandado. Aun cuando se considera de gran importancia, es también uno de los recursos naturales más degradados del país, principalmente por su uso como receptor de desechos, acción que ha reducido la posibilidad de que el recurso este disponible en el futuro. (URL & Instituto de Incidencia Ambiental, 2005)

La principal fuente de contaminación proviene del sistema de drenajes de aguas servidas de los centros poblados que en la mayoría de los casos se descargan directamente a los ríos y arroyos locales. (URL & Instituto de Incidencia Ambiental, 2006)

La contaminación ya sea por descargas domésticas, industriales o agrícolas es una de las principales amenazas para la biodiversidad en general, específicamente para los organismos que habitan estas fuentes de agua.

Los Macroinvertebrados son especialmente susceptibles a alteraciones en las condiciones de los cuerpos de agua por lo que son buenos indicadores de la calidad de la misma. Alba-Tercedor (1996) sostiene que de todas las metodologías para determinar la calidad del agua por medio de bioindicadores, las basadas en el estudio de macroinvertebrados acuáticos son las más utilizadas.

En general el conocimiento de los macroinvertebrados acuáticos en el neotrópico es aún bastante escaso. Cabe destacar algunos trabajos realizados en Suramérica, en Costa Rica y finalmente en Guatemala.

En Chile, Valdovinos (2008) realizó un estudio detallado de la diversidad de especies de invertebrados dulceacuícolas incluyendo datos relevantes sobre su distribución y evolución; además incluye un breve análisis de la importancia de los bosques ribereños para la conservación de la diversidad dulceacuícola. Otro estudio realizado por Figueroa, Araya, Parra & Valdovinos (2000) en la cuenca del río Damas en el mismo país, revelan que existe relación entre los parámetros fisicoquímicos y la diversidad de macroinvertebrados del lugar.

En Argentina Pavé y Marchese (2005), trabajaron con macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua de ríos urbanos concluyendo una relación entre los valores de demanda biológica de oxígeno (DBO₅) y diversidad de macroinvertebrados.

Los colombianos Pérez y Ramírez (2008) han incluido en sus escritos sobre Limnología información sobre los macroinvertebrados acuáticos y su importancia como bioindicadores.

En Costa Rica, Springer ha generado información sobre el tema, entre sus publicaciones destaca la clave taxonómica para larvas del orden Trichoptera de Costa Rica (2006); junto a Henández (2008) publicó un estudio sobre el efecto del beneficiado del café en los macroinvertebrados en tres ríos de Costa

Rica en donde concluyen que los residuos que genera esta actividad agrícola disminuyen la diversidad de la zona, aumentando la densidad de organismos tolerantes y desapareciendo los organismos sensibles a la contaminación.

Springer y Maue (2008) publicaron un artículo en donde comprueban cual es la metodología y el tiempo adecuado para muestrear macroinvertebrados en ríos tropicales, justificando que dado que la mayoría de metodologías se han desarrollado en Europa era necesario adaptarlas a las condiciones del neotrópico.

Finalmente esta misma autora publica en el 2009 una sinopsis sobre el estado de conocimiento de los insectos acuáticos en Costa Rica enumerando las principales familias que se encuentran en el lugar.

En Guatemala es importante destacar el trabajo de Tesis de García (2008) quien trabajó con distribución de macroinvertebrados acuáticos y su relación con variables fisicoquímicas en 3 ríos dentro la ecorregión Lachuá, mostrando correlaciones entre ambas variables. Este mismo autor en otro estudio, evaluó el efecto del cambio en el uso de la tierra sobre la calidad del agua y la diversidad de macroinvertebrados, concluyendo que si existe un efecto en ambas variables (calidad del agua y diversidad macroinvertebrados).

Finalmente Calderón (2008) concluyó en su tesis la influencia del tipo de sustrato sobre la diversidad de macroinvertebrados en el Río Calix en Izabal, demostrando que el sustrato que brinde una mayor cantidad de microhábitats es donde se encontrarán la mayor diversidad de organismos.

4. JUSTIFICACIÓN:

En Guatemala, el 90% de las fuentes superficiales de agua se encuentran contaminadas, por lo que la diversidad biológica se encuentra gravemente amenazada en estos sitios. En la cuenca del lago de Amatitlán, el efecto de la contaminación es principalmente importante debido a la gran carga de contaminantes que los ríos de la cuenca arrastran hacia el lago.

Aún en estas condiciones el uso del agua es imprescindible para diversos tipos de actividades por lo que la calidad del agua se convierte en un factor

limitante para su utilización. Esto hace necesario estimar el efecto de la contaminación sobre el volumen de agua disponible. (URL & Instituto de Incidencia Ambiental, 2005, p.20)

La evaluación de la calidad de agua se puede hacer por análisis fisicoquímicos de alto costo o con análisis biológicos como es el caso del uso de macroinvertebrados lo cual representa un costo menor al primero.

Sin embargo en Guatemala, aún existen grandes vacíos de información sobre este grupo de organismos. Por lo que se hace necesario investigar más acerca de la diversidad de los mismos y acerca de las relaciones que podría tener esta diversidad con características físicas y químicas del agua.

Así también, legalmente existen mandatos que exigen evaluar la calidad de agua, tal es el caso de la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente que en su artículo 15 subraya: “Evaluar la cantidad y calidad del agua y el potencial de uso, controlar el aprovechamiento, proteger las aguas de la contaminación, regular las aguas residuales y los vertidos, promover el uso integral y el manejo de cuencas” (URL & Instituto de Incidencia Ambiental, 2005, p.7)

Así también el acuerdo gubernativo 236-2006 (Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos) resalta la importancia de la evaluación de la calidad del agua para determinar su uso y regula la cantidad de carga contaminante que se puede descargar en una afluente.

5. REFERENTE TEÓRICO:

5.1 MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS:

El término macroinvertebrados acuáticos resulta ser una abstracción que incluye a organismos invertebrados, que por su tamaño relativamente grande, son retenidos en redes de entre 250 y 300µm. (Alba-Tercedor, 1996).

Dentro de esta categoría están los filos: Porifera, Cnidaria, Ctenofora, Platyhelminthes, Annelida (Polichaeta, Oligochaeta e Hirudinea), Mollusca y Arthropoda (Crustacea, Insecta principalmente)

Dentro la clase Insecta se incluyen: Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera, Neuroptera, Orthoptera, Hemiptera, Coleoptera, Trichoptera, Lepidoptera y Diptera principalmente.

5.2 ECOLOGÍA Y DISTRIBUCIÓN

Los macroinvertebrados bentónicos son aquellos que se encuentran en el fondo de los ríos o lagos adheridos a sustratos como rocas, plantas acuáticas, residuos vegetales o enterrados en el sustrato. (Roldán & Ramírez, 2008)

Existen dos tipos de hábitat de agua dulce: los lenticos o de agua aparentemente estancada como es el caso de lagos y lagunas; y los hábitat loticos que se refieren a ríos y sistemas con flujo constante de agua. En el caso de los hábitats loticos, el sustrato puede ser muy cambiante en un área relativamente corta, dando lugar a un largo número de microhábitats. El tamaño de la partícula del sustrato puede verse influenciado por muchas cosas, incluso por la estructura geológica y la influencia de los procesos geológicos tanto del pasado como del presente. (Merritt & Cummins, 1996)

En ocasiones se considera a las características del sustrato como la mayor influencia en la distribución de macroinvertebrados, sin embargo algunos autores colocan este factor en segundo lugar siendo la principal influencia la velocidad del río y las características de la corriente. (Merritt & Cummins, 1996)

Con respecto a esta segunda aseveración hay que mencionar el flujo del agua resulta ser una variable fundamental en la distribución, ya que determina la dispersión, el uso de hábitat, la adquisición de recursos, la competencia y las interacciones presa depredador. La velocidad de la corriente afecta el tamaño de las partículas, además de distribuir el alimento y afectar las concentraciones de oxígeno disuelto. (García 2008)

5.3 EFECTOS FÍSICOS Y QUÍMICOS SOBRE LA FAUNA BENTÓNICA

Como ya se describió en el apartado anterior, las características del medio (sustrato y corriente) determinan la distribución de los macroinvertebrados acuáticos. Sin embargo existen otro tipo de influencias, específicamente sobre las características físicas y químicas del agua.

La radiación solar, por ejemplo, no solo determina la calidad y cantidad de luz que entre en el ecosistema, sino que afecta también la temperatura del agua. Es importante recalcar que la temperatura es un parámetro de especial importancia en los trópicos, ya que en general, esta permanece constante a lo largo de todo el año. Un pequeño cambio en dicha temperatura puede ser fatal para la supervivencia de los organismos acuáticos. (Roldán, 2003)

Otro parámetro que determina la salud de un ecosistema acuático es el oxígeno disuelto. La fuente principal de oxígeno es el aire, el cual se difunde rápidamente en el agua gracias a la turbulencia de los ríos. Los valores normales de oxígeno oscilan entre los 7.0 y 8.0 mg/L, sin embargo estos valores pueden variar dependiendo de la temperatura, la presión atmosférica, la materia orgánica disuelta o incluso la salinidad. (Roldan, 2003)

Con respecto a efecto de la temperatura sobre la solubilidad del oxígeno, cabe mencionar que se trata de una relación inversa en donde a menor temperatura mayor solubilidad y viceversa. Esto se debe a que en agua fría, las moléculas están más unidas, reteniendo mayor cantidad de oxígeno. El efecto de la presión atmosférica es un poco más evidente dado que dicha presión esta determinada por la presión de gases que la conforman entre los cuales esta el oxígeno. A mayor altura menor presión atmosférica y por ende mayor perdida de oxígeno. (Roldan, 2003)

Ya que los valores de oxígeno dependen de la temperatura y la presión es conveniente expresar los resultados en términos de porcentaje siendo el 100% la concentración ideal. Valores menores al 50% son letales en la mayoría de los casos y solo unos cuantos grupos con abundante hemoglobina (Diptera: *Tubiflex*; Oligochaeta: *Chironomus*) son capaces de soportar dicho déficit. Por el contrario grupos como efemerópteros, tricópteros y plecópteros son

indicadores de un alto porcentaje de saturación de oxígeno y por ende un buen estado de salud del ecosistema (Roldan, 2003; Roldán & Ramírez, 2008)

Hay que recordar que la solubilidad de los gases no se ve afectada por la presencia de otros gases, pero si por la presencia de solutos, (Campbell & Reece, 2007) por lo que la salinidad es un parámetro de importancia en los ecosistemas de agua dulce, siendo fatal un aumento de dicho parámetro. (Roldan, 2003)

Como ya se mencionó, otro parámetro que afecta la concentración de oxígeno en el agua es la materia orgánica disuelta. En ríos no contaminados el valor de materia orgánica disuelta es menor a 2mg/L sin embargo cuando este valor aumenta se puede agotar la cantidad de oxígeno disuelto en el agua ya que la materia orgánica lo requiere para su descomposición. La demanda Bioquímica de Oxígeno o DBO₅ es una medida de valoración de la cantidad de materia orgánica que se encuentra en un cuerpo de agua. Cuando la cantidad de oxígeno se ve agotada por la materia orgánica, el agua tiene una apariencia turbia de color grisáceo y olor característico a huevo podrido debido a la presencia de ácido sulfhídrico. En un ambiente con estas características solo se encuentran presentes los organismos adaptados a resistir condiciones extremas, tal es el caso de los oligoquetos tubificidos y los dipteros quironómidos que se encuentran en mayor abundancia en estas condiciones probablemente debida a la falta de depredadores. (Roldán, 2003; Roldán & Ramírez, 2008)

El pH es otra variable de importancia en la distribución de los macroinvertebrados. La contaminación de los ecosistemas con residuos orgánicos o industriales rompe el equilibrio ecológico, provocando cambios drásticos en el pH. En condiciones normales la fotosíntesis disminuye el nivel de CO₂ disuelto y por ende aumenta el pH, por el contrario la respiración disminuye el pH. Cuando este equilibrio es alterado por la presencia de residuos que agotan el oxígeno, el pH aumenta de manera drástica durante el día en donde hay un exceso en la producción de oxígeno por parte de la fotosíntesis, mientras que por la noche hay una disminución drástica de pH y un agotamiento de oxígeno provocado por la respiración. (Roldan, 2003)

El nivel de nitrógeno es otro parámetro de importancia en los ecosistemas acuáticos. El nitrógeno atmosférico llega al agua a través de descargas eléctricas y por la acción reductora de ciertas bacterias. Las plantas y algas lo toman como nitratos durante la síntesis de proteínas y lo incorporan en sus tejidos. Cuando mueren los organismos, las proteínas se descomponen primero en amonio, luego nitritos y finalmente nitratos. En un medio acuático natural se espera encontrar la mayoría del nitrógeno como nitratos, la presencia de nitritos y amonio es un indicio de reciente contaminación orgánica. (Roldán, 2003)

En el caso del fósforo, su abundancia es 10 veces menor a la del nitrógeno, sin embargo cantidades de milésimas de miligramos de este nutriente pueden activar crecimientos de fitoplancton que afectan la salud del ecosistema. El vertimiento de las aguas residuales domésticas y el uso excesivo de abonos en la agricultura son las fuentes principales de fósforo y nitrógeno. En general los efectos producidos por estos dos nutrientes son similares y crean condiciones adversas para la mayoría de organismos acuáticos. (Roldán, 2003; Roldán & Ramírez, 2008)

Otro parámetro importante es la conductividad eléctrica, esta mide la cantidad total de iones presentes en el agua por lo que se relaciona con la salinidad. Por su parte los sólidos disueltos totales (TDS) se refiere a la concentración total de minerales presentes en aguas naturales. En general los tres parámetros (Conductividad, salinidad y TDS) están estrechamente relacionados. Es importante mencionar que los mismos iones presentes en la tierra también se encuentran presentes en el agua, por lo que la composición química de un cuerpo de agua refleja la naturaleza geoquímica del terreno que lo contiene. (Roldán, 2003)

5.4 BIOINDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA

Los primeros esfuerzos por determinar el daño causado por los residuos domésticos e industriales a los cuerpos de agua fueron realizados en el siglo XIX quienes encontraron relaciones entre ciertas especies y el grado de contaminación del agua. En Alemania en el siglo XX se sentaron las bases del sistema saprobio por Kolwitz y Marsson (1908,1909). En 1952 Gaufin y Tarzwell proponen a los macroinvertebrados como indicadores de la

contaminación de los cuerpos de agua. Los trabajos con macroinvertebrados fueron surgiendo hasta que en 1995 Barbout et.al presentaron un total de 63 tipos de mediciones para a evaluación rápida de sistemas acuáticos, de estas, 12 se referían a los índices bióticos como el índice de saprobiedad y el BMWP (Biological Monitoring Working Party) (Roldán, 2003)

Los bioindicadores deben de cumplir ciertas características, teniendo en cuenta que antes de definir a un grupo como indicador se debe primero conocer la flora y fauna del lugar. En la Unión Europea, once países utilizan macroinvertebrados como indicadores de la calidad de agua señalando que estos organismos presentan las siguientes ventajas: son abundantes, fáciles de coleccionar, son sedentarios en su mayoría por lo que reflejan las condiciones locales, son fáciles de identificar, tienen efectos acumulativos, son apreciables a simple vista, responden rápidamente a cambios ambientales, varían poco genéticamente. (Roldán, 2003)

Es importante mencionar que una de las principales ventajas que presenta el uso de bioindicadores en sustitución a los análisis físicoquímicos es el hecho que los segundos no reflejan las posibles alteraciones existentes tiempo atrás, es decir califican la calidad del agua de manera instantánea, por lo que no se registran perturbaciones ocurridas días antes de la toma de la muestra. En cambio los indicadores biológicos no se recuperan rápidamente luego de un vertido o perturbación por lo que nos pueden dar una valoración tiempo después de sucedida la alteración. (Alba- Tercedor, 1996; García. 2008)

5.4.1 MÉTODOS DE COLECTA

Los métodos de colecta varían según el sitio donde se desea coleccionar y los intereses del investigador. Para sustratos pedregosos se puede utilizar la red de pantalla, la cual consiste en una red de malla plástica o metálica de aproximadamente 1m² sujeta a cada lado por dos palos de 1.3m. Para utilizar dicha red, se necesitan dos personas, una que sujete la malla sobre el fondo del río y otra que remueva el sustrato. Este método es cualitativo, solo se puede determinar la riqueza de especies pero no su abundancia. Un método cuantitativo en sustratos pedregosos es la red Surber, la cual consiste en un marco metálico de 900cm² al cual está unida una red cónica. El marco se

coloca en el fondo en contra de la corriente y se remueve con la mana el área demarcada, este método permite conocer el número de individuos por unidad de área o su biomasa si se desea. (Roldán & Ramírez, 2008)

Red tipo D es otra de las metodologías la cual se utiliza en las orillas o a lo largo de la corriente de un río. Se coloca la red en contra de la corriente mientras se remueve el material con los pies, la muestra se vacía en un cedazo o en una red para lavar e exceso de lodo o arena, luego se guarda en una bolsa plástica o un recipiente de plástico con alcohol al 70% para ser examinado posteriormente en el laboratorio (Roldan, 2003). Esta metodología es cualitativa, sin embargo puede realizarse una variante cuantitativa en la se demarca la zona de barrido en un área y tiempo determinado. (Roldán & Ramírez, 2008)

La draga Ekman es utilizada en fondos blandos, arenosos o fangosos. Esta compuesta por dos estructuras en forma de pala que cierran mediante el envío de un peso, en cada unidad recolecta una muestra correspondiente a 640cm². Es importante recalcar que todos estos procedimientos deben repetirse por lo menos tres veces en cada estación de muestreo. (Roldán, 2003)

5.5 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO Y GEOPOSICIONAMIENTO

Los ríos Pampumay y Pansalic-Panchiguajá son parte de la cuenca del lago de Amatitlán. Ambos ríos presentan condiciones ambientales distintas. El primero es un río de bajo caudal con poca perturbación antropogénica. La cuenca alta de este se accesa por el Km 34.5 de la carretera de Sta. Elena Barrillas hacia carretera al Salvador. El sustrato en esta zona es principalmente pedregoso, los alrededores están cubiertos de vegetación, encontrándose una gran diversidad de helechos y de briofitas en la orilla del cause mientras que un poco más lejos de la orilla se encuentran varios tipos de Liliopsidas, desde plantas de la familia Heliconiaceae hasta algunas de la familia Zingiberidae, también se encontraron plantas de la familia Rubiaceae; con respecto a la fauna es importante destacar con respecto a invertebrados la presencia de una gran cantidad de Odonatos y con respecto a vertebrados una gran diversidad de aves. En la cuenca media se pudo observar la influencia humana por el uso del río para lavado de ropa además de uso como área recreacional. El sustrato en esta zona es más lodoso además que presenta

zonas del río un poco más profundas. La vegetación es menos espesa predominando algunas gramíneas además de la presencia de algunas plantas ornamentales no nativas, es importante mencionar que en esta zona existe una carretera por lo que el río fue entubado debajo de esta para que continuara su cauce. En la cuenca baja el sustrato es pedregoso y la vegetación predominante son las gramíneas, con respecto a la fauna se observaron algunos Odonatos y Gerridos. Esta zona también presenta una carretera por donde el río fue entubado, además se encuentra a unos 5mts un área de cultivo inaugurada recientemente.

Los puntos descritos se localizan en las siguientes coordenadas:

- Cuenca Alta: 0488751 1597476 1327m.
- Cuenca Media: 0498540 1597455 1327m.
- Cuenca Baja: 0496852 1597245 1213m.

El río Pansalic-Panchiguajá inicia con la unión de estos dos ríos (Pansalic y Panchiguajá) el área de inicio se encuentra ubicado en Mixco. El sustrato en todo el río es similar encontrándose zonas con piedras de gran tamaño y otras con un sustrato más lodoso o de piedras de menor tamaño. Todo el río presenta un alto grado de contaminación por lo que se le puede considerar un río de aguas residuales además de las descargas domésticas, se encuentra una gran densidad de desechos desde llantas hasta basura corriente. La vegetación a los alrededores es mínima y si existe son plantas características de lugares perturbados; no se observó más fauna que perros domésticos. Este río (también llamado río Molino) es uno de los tres ríos tributarios del río Villalobos. La cuenca baja se ha modificado de tal forma de controlar el cauce del río, esto se debe a que esta parte del río atraviesa una zona urbana donde se encuentra un puente que en anteriores ocasiones se vio afectado por el fuerte cauce del río.

Las coordenadas de la cuenca alta, media y baja son las siguientes:

- Cuenca Alta: 0490550 1617181 1518m.
- Cuenca Media: 0492463 1614158 1366m.
- Cuenca Baja: 0506470 1624141 1320m.

5.6 AMENAZAS A LA DIVERSIDAD DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS.

Entre las amenazas que enfrenta la diversidad de Macroinvertebrados en todo el mundo cabe destacar la alteración del hábitat dulceacuícola por construcción de presas, por descargas residuales tanto domésticas como industriales, la deforestación del bosque nativo que rodea el cauce también influye grandemente ya que este bosque funciona como un ecotono entre el hábitat acuático y el terrestre constituyendo así un importante corredor biológico. La introducción de especies exóticas es otra causa de desaparición de la flora y fauna nativa, la sobreexplotación que se le pueda dar a la zona e incluso el cambio climático global son factores que afectan de una u otra manera la distribución de los macroinvertebrados. (Valdovinos, 2008)

6. OBJETIVOS:

Conocer la composición, riqueza y abundancia de macroinvertebrados acuáticos de los ríos Pampumay y Pansalic-Panchiguajá.

Determinar que características físicas y químicas del agua influyen en la composición, riqueza y abundancia de macroinvertebrados en los ríos Pampumay y Pansalic-Panchiguajá

7. HIPÓTESIS:

La composición, riqueza y abundancia de Macroinvertebrados en los ríos Pampumay y Pansalic-Panchiguajá se ven influenciados por el pH, la temperatura, el oxígeno disuelto, la concentración de nutrientes y materia orgánica y la salinidad.

8. METODOLOGÍA:

8.1 DISEÑO:

8.1.1 POBLACIÓN:

Macroinvertebrados que habitan los ríos Pampumay y Pansalic-Panchiguajá,

8.1.2 MUESTRA:

Macroinvertebrados colectados en 12 puntos (6 en cada río) en 2 muestreos (Julio y Septiembre) haciendo un total de 24 muestras

8.2 TÉCNICAS:

8.2.1 RECOLECCIÓN DE DATOS:

Para la colecta de Macroinvertebrados se utilizó una red en D de un haz de malla de 5 micras. Para recolectar las muestras se colocó la red en contra corriente mientras se removió el fondo (sustrato pedregoso) del río en un área de 1m² durante un minuto. (De acuerdo a la metodología propuesta por a Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos US-EPA)

En cada río se establecieron 6 unidades experimentales (2 en la parte alta, 2 en la media, 2 en la baja) en dos muestreos, el primero en julio y el segundo en septiembre. Obteniendo así 12 muestras por río, con un total de 24 muestras. Cada unidad experimental constó de 5 puntos en un área de 100m².

Para la medición de los parámetros fisicoquímicos se tomó una muestra de agua en cada unidad experimental de la cual se determinaron los parámetros *in situ*: temperatura, salinidad, sólidos disueltos totales (TDS), oxígeno disuelto, porcentaje de saturación de oxígeno, potencial óxido reducción pH y caudal. Posteriormente en el laboratorio se determinó la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), presencia de ortofosfatos y de nitritos.

8.2.2 ANÁLISIS DE DATOS:

Se determinaron los organismos colectados hasta el nivel taxonómico posible con ayuda de las claves taxonómicas especializadas como la de Merritt R. & Cummins K. y otras.

Los datos fisicoquímicos fueron tomados en una matriz de 7 columnas para los parámetros *in situ* y una de 3 para los resultados de laboratorio, ambas

diseñadas por la división de Control Ambiental de la unidad de práctica (AMSA).

De obtuvo el coeficiente de similitud de Horn. En base al coeficiente anterior se realizó el análisis de agrupamiento jerárquico por medio del programa PAST considerando que este índice relaciona abundancias entre las unidades. Finalmente por medio del Análisis de Correspondencia Canónica se determinó si existe correlación entre las variables fisicoquímicas y la riqueza de macroinvertebrados.

Descripción de Boletas:

Las boletas que se utilizaron corresponden a formatos diseñados por la división de Control Ambiental de AMSA. En estas se anotaron los parámetros *in situ*: temperatura, salinidad, sólidos disueltos totales (TDS), oxígeno disuelto, porcentaje de saturación de oxígeno, potencial óxido reducción pH. En el caso de los resultados obtenidos en el laboratorio se utilizó la boleta diseñada especialmente para estos datos.

9. RESULTADOS

9.1 RÍQUEZA Y ABUNDANCIA

En el primer muestreo se encontró una riqueza con un total de 31 taxones (ver tabla No. 1), de los cuales 25 fueron identificados hasta familia, incluyendo tres familias del orden Hemiptera, una del orden Trichoptera, dos del orden Ephemeroptera, nueve del orden Diptera, cinco del orden Odonata, dos del orden Coleoptera, una del orden Lepidoptera, dos de la clase Gasteropoda. Los seis taxones que no fueron identificados hasta familia fueron dos morfotipos, uno de la subclase oligochaeta orden Haplotaxida, uno del Subfilo Crustacea orden Decapoda, uno del filo Platyhelminthes orden Tricladida y un taxón del orden Araneae superfamilia Araneomorphae. El taxón más abundante del río Pampumay fue Trichoptera: Hydropsychidae con 159 individuos, mientras que en el río Pansalic-Panchiguajá el más abundante fue Oligochaeta; Haplotaxida con 428 individuos.

En el segundo muestreo se encontraron 16 taxones (tabla No. 2), de los cuales solamente uno no había sido muestreado en la primera ocasión (Collembola entomobryidae). El taxón más abundante fue Trichoptera: Hydropsychidae con 128 individuos. Se observa una clara disminución en la riqueza y en la abundancia en la época lluviosa.

Cada unidad fue representada por dos letras y un número, la cuenca alta se representó con las letras CA, la cuenca media CM y la cuenca baja CB. El río Pampumay se representa con la letra P y el río Pansalic Panchiguajá con las letras PP.

Tabla No 1: Taxones de Macroinvertebrados encontrados en el mes de junio en los ríos Pampumay y Pansalic Panchiguajá

Taxon	Abundancias: Río Pampumay (P)						Abundancias Río Pansalic (PP)					
	CB1	CB2	CM1	CM2	CA1	CA2	CB1	CB2	CM1	CM2	CA1	CA2P
Hemiptera: Belostomatidae	3	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Trichoptera: Hydropsychidae	13	24	31	12	66	13	0	0	1	0	0	0
Ephemeroptera: Baetidae	8	10	19	1	17	3	0	0	0	0	0	1
Oligochaeta: Haplotaxida	12	5	3	0	36	8	0	7	107	89	138	87
Diptera: Chironomidae	1	3	0	0	1	1	0	6	8	12	3	2
Plathyhelminthes: Tricladida	1	1	53	1	11	4	0	0	0	0	0	0
Hemiptera: Veliidae	2	3	2	14	1	3	0	0	0	0	0	0
Odonata: Calopterygidae	3	3	15	2	1	3	0	0	0	0	0	0
Odonta: Coenagrionidae	5	4	6	1	0	6	0	0	0	0	0	0
Coleoptera: Elmidae	1	3	5	0	18	5	0	0	0	0	0	1
Odonata: Gomphidae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diptera: Simuliidae	0	4	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Arachnida: Araneae	0	2	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0
Diptera: Ceratopogonidae	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	1
Odonata: Lestidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Crustacea: Decapoda	0	0	1	0	6	2	0	0	0	0	0	0
Lepidoptera: Pyralidae	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Diptera: Syrphidae	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Ephemeroptera: Leptohyphidae	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Hemiptera: Naucoridae	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Odonata: libellulidae	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Diptera: Tabanidae	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
Gasteropoda: Ampullaridae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gasteropoda: physidae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diptera: Psychodidae	0	0	0	0	0	0	2	4	10	45	44	30
Diptera: Tipulidae	0	0	0	0	0	0	0	1	1	8	18	16
Morfotipo 1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Diptera: Phoridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Diptera: Musidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Coleoptera Staphylinidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Morfotipo 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Fuente: Datos experimentales

Tabla No 2: Taxones de Macroinvertebrados encontrados en el mes de Octubre en los ríos Pampumay y Pansalic Panchiguajá

Taxon	Abundancias: Río Pampumay					
	CB1	CB2	CM1	CM2	CA1	CA2
Hemiptera: Belostomatidae	0	1	0	0	0	0
Trichoptera: Hydropsychidae	30	3	15	28	25	27
Ephemeroptera: Baetidae	6	1	3	10	1	6
Oligochaeta: Haplotaxida	1	1	2	7	2	15
Diptera: Chironomidae	0	1	0	0	3	9
Hemiptera: Veliidae	0	3	0	4	0	0
Odonata: Calopterygidae	0	0	1	0	0	0
Odonta: Coenagrionidae	1	0	0	0	0	0
Coleoptera Hydrophilidae	0	1	0	0	3	0
Odonata: Gomphidae	1	0	0	0	0	0
Diptera: Simuliidae	2	0	0	2	3	15
Crustacea: Decapoda	0	0	0	1	1	0
Lepidoptera: Pyralidae	0	0	0	1	0	0
Ephemeroptera: Leptohyphidae	2	4	3	11	1	2
Collembola: entomobryidae	0	0	0	0	0	1
Diptera: Tipulidae	0	0	0	0	1	3

Fuente: Datos Experimentales

9.2 PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

En ambos muestreos se tomaron parámetros fisicoquímicos *in-situ* de las unidades experimentales, estos parámetros fueron: temperatura expresada en grados ceentrigrados (°C), conductividad expresada en μ mos/cm, la salinidad expresada en porcentaje, Sólidos disueltos totales (TDS) expresados en miligramo sobre litro (mg/l), oxígeno disuelto expresado en miligramos sobre litros (mg/l), y pH (concentración del ión hidrógeno) en escala absoluta. Así también se tomaron muestras de agua para realizar análisis de laboratorio para determinar concentración de ortofosfatos (PO_4^{2-}), nitritos (NO_2^-) y la demanda biológica de oxígeno a cinco días (DBO_5), los tres parámetros expresados en miligramo sobre litro (mg/l)

En la tabla No 3 y No. 5 se presentan los datos de primer muestreo realizado en el mes de junio; en la tabla No. 4 y No.6 se presentan los datos del segundo muestreo realizado en octubre.

Tabla No. 3: Datos de parámetros *in situ* en los ríos Pampumay y Pansalic-Panchiguajá de Junio del 2011

Sitio	Unidad experimental	Temperatura	Conductividad	Salinidad	TDS	O2 disuelto	%saturación oxígeno	pH
Pampumay	Cuenca baja 1	25	191.7	0	96	5.53	78.6	8
	Cuenca baja 2	25.2	187.5	0	94	5.51	80.4	8.05
	Cuenca media 1	22	178.5	0	89	6.61	85.7	8.34
	Cuenca media 2	22.6	178.5	0	89	6.04	82.2	7.99
	Cuenca alta 1	21.1	167.7	0	84	7.49	101.9	7.9
	Cuenca alta 2	21.6	168.3	0	84	7.29	97.5	8.03
Pansalic-Panchiguajá	Cuenca baja 1	23.7	714	0.1	357	0.56	7.1	7
	Cuenca baja 2	23.1	723	0.1	362	0.39	5.3	7.92
	Cuenca media 1	23.5	495	0	248	5.2	73	7.45
	Cuenca media 2	23.2	447	0	224	4.76	65.7	7.58
	Cuenca alta 1	21.5	261	0	130	6.4	87.7	8.12
	Cuenca alta 2	22.3	339	0	170	5.72	80.1	8.25

Fuente: Datos Experimentales

Tabla No. 4: Datos de parámetros *in situ* en los ríos Pampumay y Pansalic-Panchiguajá de Octubre del 2011

Sitio	Unidad experimental	Temperatura	Conductividad	Salinidad	TDS	O2 disuelto	%saturación Oxígeno	pH
Pampumay	Cuenca baja 1	21.2	43.9	0	22	6.09	79.9	8.29
	Cuenca baja 2	21.7	203	0	102	7.77	100.7	8.06
	Cuenca media 1	21	174	0	87	6.16	81.4	8.31
	Cuenca media 2	21.3	127	0	21	5.84	77.8	8.19
	Cuenca alta 1	20.7	42.2	0	21	5.57	71.8	8.16
	Cuenca alta 2	21	167	0	83	5.78	76.4	7.94
Pansalic-Panchiguajá	Cuenca baja 1	23	178.9	0	89	6.13	85.0	7.55
	Cuenca baja 2	24.1	192.1	0	96	6.22	86.8	7.72

Cuenca media 1	20.9	229	0	114	6.59	84.7	7.88
Cuenca media 2	22.6	231	0	115	6.60	92.6	7.86
Cuenca alta 1	20.2	190.1	0	94	6.41	84.3	7.44
Cuenca alta 2	22.1	196.4	0	98	6.04	83.5	7.66

Fuente: Datos Experimentales

Tabla no. 5: Datos de los parámetros fisicoquímicos en los ríos Pampumay y Pansalic Panchiguajá de Junio del 2011

Río	Unidad Experimental	Parámetros Fisicoquímicos			
		DBO ₅ (mg/Lt)	NO ₂ ⁻ (mg/Lt)	PO ₄ ³⁻ (mg/Lt)	
Pampumay	Cuenca Alta No.1	<6(1)	0.0407	0.2024	
	Cuenca Alta No.2	<6(1)	0.0407	0.2021	
	Cuenca Media No.1	-----	0.0423	0.2345	
	Cuenca Media No.2	<6(3)	0.0455	0.2431	
	Cuenca Baja No. 1	-----	0.0478	0.2471	
	Cuenca Baja No.2	<6	0.05	0.3091	
	Pansalic-Panchiguajá	Cuenca Alta No.1	3	0.1207	1.19
		Cuenca Alta No.2	2	0.1268	1.82
Cuenca Media No.1		44	0.1350	1.49	
Cuenca Media No.2		27	0.4509	2.05	
Cuenca Baja No. 1		19	0.1030	1.94	
Cuenca Baja No.2		24	0.1238	1.62	

Fuente: Datos Experimentales

Tabla no. 6: Datos de los parámetros fisicoquímicos en los ríos Pampumay y Pansalic Panchiguajá de Octubre del 2011

Río	Unidad Experimental	Parámetros Fisicoquímicos			
		DBO ₅ (mg/Lt)	NO ₂ ⁻ (mg/Lt)	PO ₄ ³⁻ (mg/Lt)	
Pampumay	Cuenca Alta No.1	<6(2)	0.021	0.123	
	Cuenca Alta No.2	<6(1)	0.0203	0.150	
	Cuenca Media No.1	<6(2)	0.0219	0.1129	
	Cuenca Media No.2	<6(2)	0.0209	0.109	
	Cuenca Baja No. 1	<6(1)	0.0223	0.198	
	Cuenca Baja No.2	<6	0.05	0.121	
	Pansalic-Panchiguajá	Cuenca Alta No.1	35	0.0381	2.901
		Cuenca Alta No.2	0	0.0390	2.801
Cuenca Media No.1		44	0.1350	1.49	
Cuenca Media No.2		5	0.0390	2.061	
Cuenca Baja No. 1		90	0.0319	1.89	
Cuenca Baja No.2		50	0.039	1.905	

Fuente: Datos Experimentales

9.3 ANÁLISIS DE AGRUPAMIENTO JERÁRQUICO

Los análisis de agrupamiento jerárquico se realizaron con el fin de observar de qué manera se relacionan las unidades experimentales, de tal forma que se evidencien las similitudes entre las mismas en base a sus abundancias (de organismos colectados). Se utilizó el índice de similitud de Horn para los tres análisis de agrupamiento jerárquico realizados.

En la figura No. 1 se representan las similitudes de las unidades experimentales del primer muestreo en el río Pampumay, en la figura No. 2 las correspondientes al mismo muestreo del río Pansalic-Panchiguajá y en la figura No.3 las correspondientes al segundo muestreo.

Se observa cierta tendencia en los análisis de agrupamiento jerárquico en donde las unidades experimentales más próximas presentan una mayor semejanza. Sin embargo se observan excepciones a esta tendencia tanto en la figura No. 1 como en la figura No. 3 en donde en el primer caso las unidades experimentales correspondientes a la cuenca baja (CB1P y CB2P) presentan mayor semejanza con las unidades que representan a la cuenca alta (CA1P y CA2P) que con las que están más próximas en la cuenca media (CM1P y CM2P).

En el caso de la figura No. 3 se observa una mayor semejanza entre la CB1P y las unidades experimentales que corresponden a la cuenca media, mientras que la cuenca alta presenta cierta relación con CB2P,

Fig No. 1: Análisis de Agrupamiento Jerárquico del Río Pampumay del mes de Junio del 2011 utilizando índice de similitud de Horn.

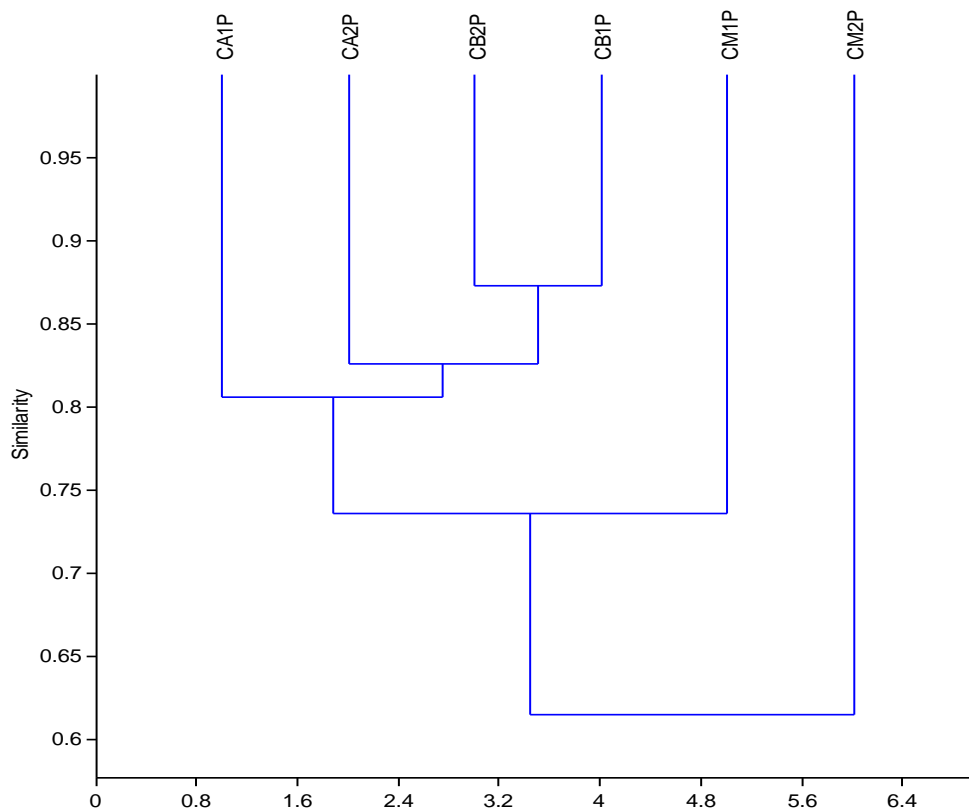


Fig No. 2: Análisis de Agrupamiento Jerárquico del Río Pansalic- Panchiguajá del mes de Junio del 2011 utilizando índice de similitud de Horn.

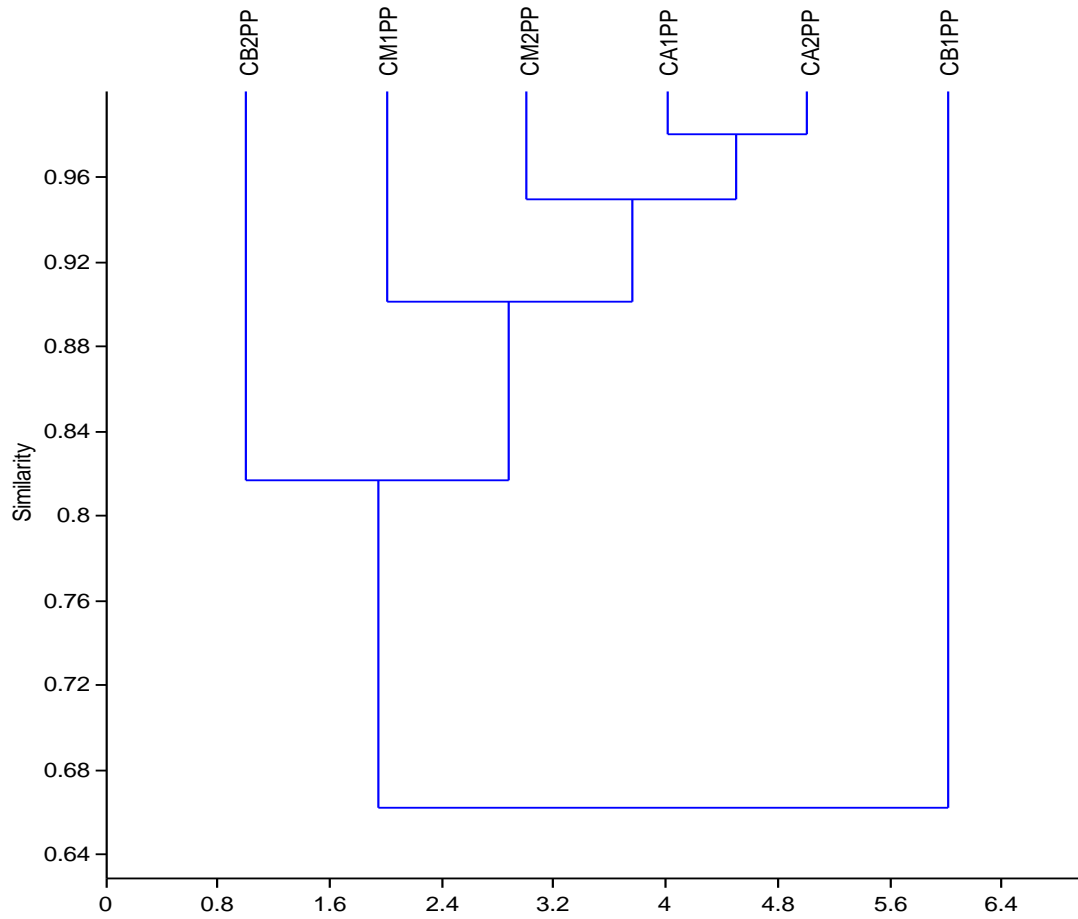
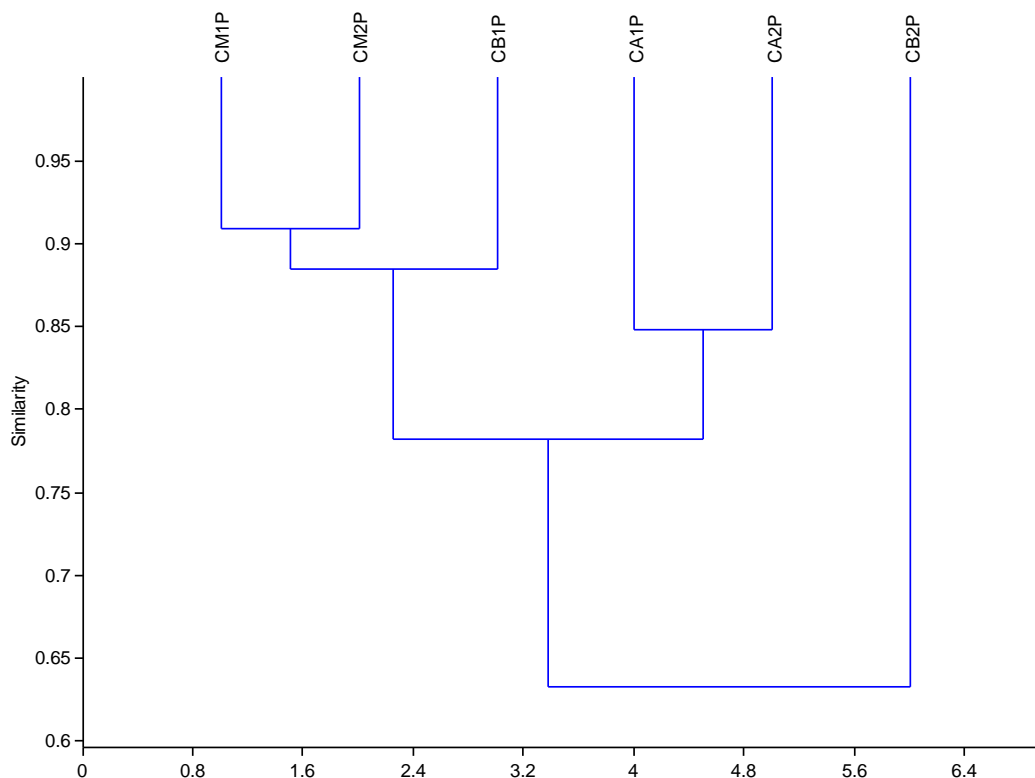


Fig No. 3: Análisis de Agrupamiento Jerárquico del Río Pampumay del mes de Octubre del 2011 utilizando índice de similitud de Horn.



9.4 ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIA CANÓNICA (CCA)

Este análisis se realizó con el fin de correlacionar las abundancias de macroinvertebrados con los parámetros fisicoquímicos. Aunque en un principio se planificó realizar los análisis con todos los parámetros tomados en el campo y en laboratorio, esto se modificó para mejorar la comprensión de las gráficas. Se utilizaron los parámetros que se consideraron más relevantes: oxígeno disuelto, nitritos, ortofosfatos, Demanda biológica de oxígeno y conductividad. Se obviaron aquellos parámetros que presentaban correlaciones altas con los ya mencionados como lo es el porcentaje de saturación de oxígeno (con oxígeno disuelto), los sólidos disueltos totales (con la conductividad), así también no se incluyeron los parámetros que se mantuvieron relativamente constantes en ambos muestreos en la mayoría de unidades experimentales como la salinidad, la temperatura y el pH.

En la figura No 4 se observa una diferenciación en los taxones debido a la concentración de oxígeno disuelto, a la conductividad, a la demanda biológica de oxígeno, a la concentración de ortofosfatos y de nitritos. Se observa que los taxones que se encuentran en donde las concentraciones de oxígeno son bajas corresponden principalmente a grupos de dípteros.

En la figura No 5 se representan únicamente la distribución de las familias de macroinvertebrados según el oxígeno disuelto, la concentración de nitritos y de ortofosfatos. La figura no. 6 muestra la distribución basado en la el oxígeno disuelto y la demanda biológica de oxígeno y finalmente la figura no. 7 muestra la distribución en época lluviosa considerando el oxígeno disuelto, nitritos y ortofosfatos.

Fig. No. 4. Análisis de Correspondencia Canónica (CCA) de Junio del 2011 en relación al oxígeno disuelto (O2dis), fosfatos (PO4), nitritos (NO2), conductividad (Cond.) y demanda biológica de oxígeno (DBO)

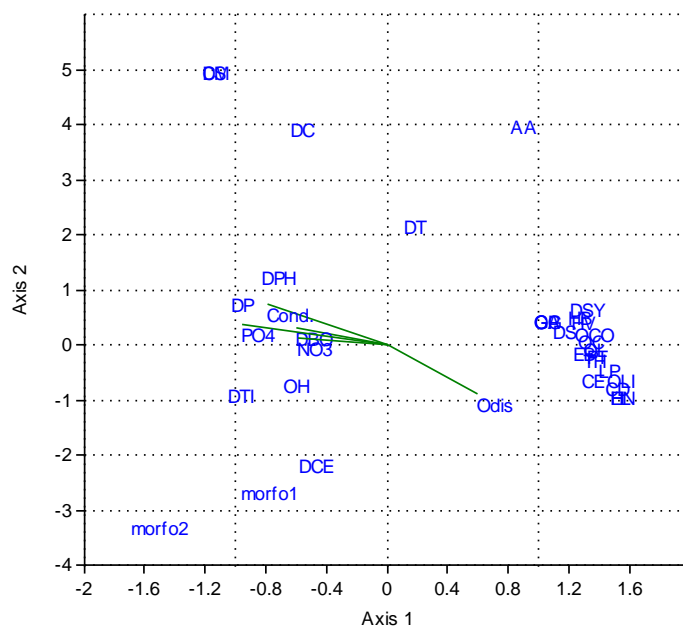


Fig. No. 5. Análisis de Correspondencia Canónica (CCA) de Junio del 2011 en relación al oxígeno disuelto (O_2 dis), fosfatos (PO_4) y nitritos (NO_2).

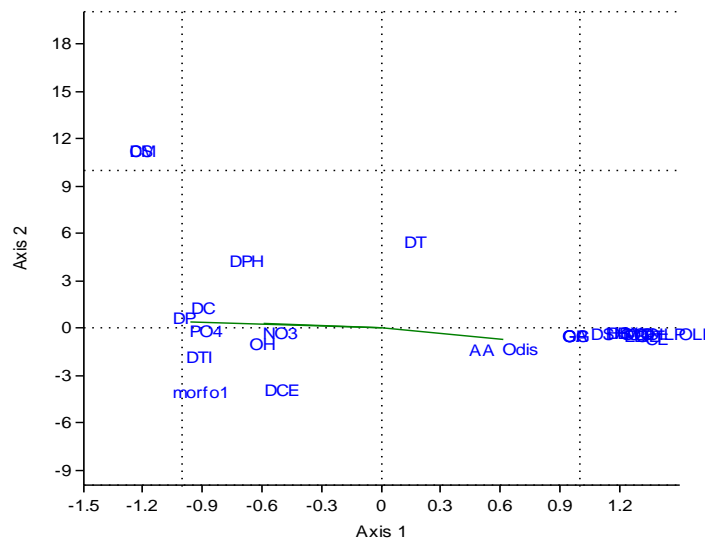


Fig. No. 6. Análisis de Correspondencia Canónica (CCA) de Junio del 2011 en relación al oxígeno disuelto (O_2 dis), y demanda biológica de oxígeno (DBO).

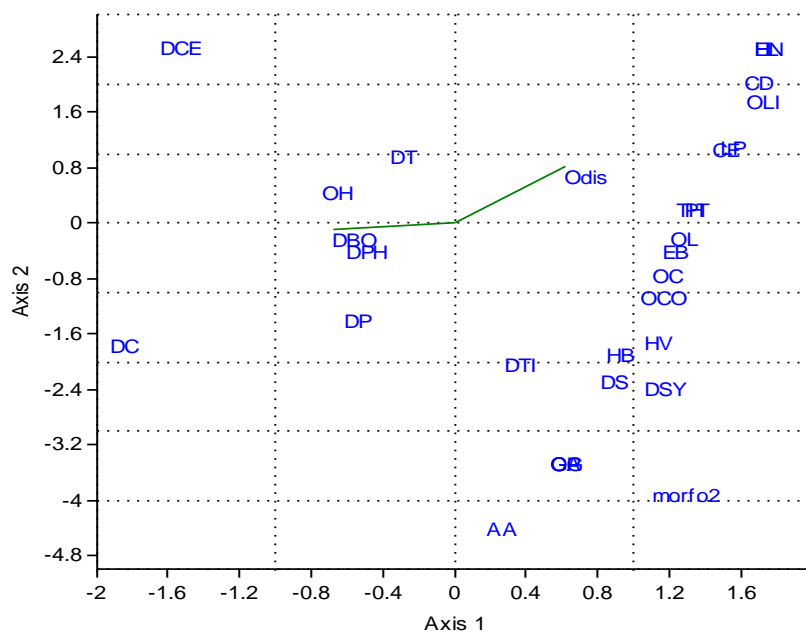
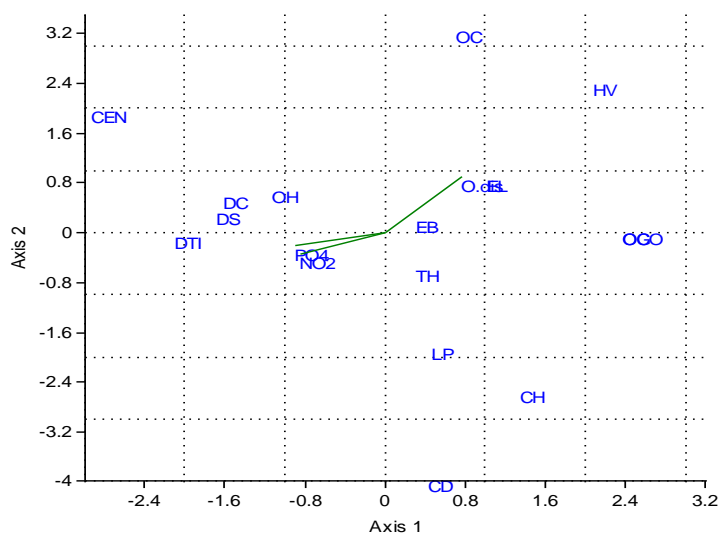


Fig. No. 7. Análisis de Correspondencia Canónica (CCA) de Octubre del 2011 en relación al oxígeno disuelto (O₂dis), fosfatos (PO₄) y nitritos (NO₃).



10.DISCUSIÓN

El uso de Macroinvertebrados como indicadores de la calidad del agua se ha extendido en el mundo, esto se debe a la facilidad con que los taxa de macroinvertebrados se pueden categorizar según su nivel de tolerancia o susceptibilidad a la contaminación, sin embargo la mayoría de índices derivados de el enunciado anterior, han sido generados en países Europeos por lo que su aplicabilidad se reduce en gran medida en países tropicales. (Tercedor, 1996)

El presente estudio busca ser una base para el uso de los macroinvertebrados de la cuenca del lago de Amatlán como indicadores de calidad del agua, observando que grupos presentan mayor o menor tolerancia a cambios antropogénicos de las características físicas y químicas del agua, de igual manera se resalta que los análisis estadísticos realizados corresponden a técnicas exploratorias por lo que se hace necesario realizar estudios posteriores en donde se utilicen técnicas más concluyentes.

El primer análisis realizado fue el análisis de agrupamiento jerárquico (ver fig. No.1) el cual es una técnica jerárquica aglomerativa que analiza las muestras

en forma individual para unir las sucesivamente en grupos de tamaño creciente, hasta que todas las muestras se encuentran en un solo grupo. (García, 2008). Este análisis se realizó utilizando las abundancias de las distintas familias de macroinvertebrados encontradas en las unidades experimentales. El índice empleado para realizar el análisis fue índice de Horn el cual presenta la ventaja de poseer un menor sesgo en su estimación (Acuña, Vila, Pardo & Comte, 2005), además debido a que emplea logaritmos, realiza la transformación para eliminar los ceros o ausencias, razón por la cual todas las familias se tornan comunes en las unidades comparadas y permite realizar los análisis de agrupamiento sin ser tan sensibles a el efecto de la dominancia. (Ramírez, 1999, p.173)

Se observa cierta tendencia en los análisis de agrupamiento jerárquico en donde las unidades experimentales más próximas presentan una mayor semejanza. Sin embargo se observan excepciones a esta tendencia tanto en la figura No. 1 como en la figura No. 3 en donde en el primer caso las unidades experimentales correspondientes a la cuenca baja (CB1P y CB2P) presentan mayor semejanza con las unidades que representan a la cuenca alta (CA1P y CA2P) que con las que están más próximas en la cuenca media (CM1P y CM2P). Esto podría indicar cierta tendencia a que las unidades experimentales se agrupen según el uso del suelo y el tipo de vegetación que hay a los alrededores y que estas características son elementos que determinan las características físicoquímicas que tendría el agua (Roldan & Ramírez, 2008); dado que la cuenca media corresponde al área de una finca, presenta mayor perturbación de la vegetación a los alrededores del cauce del río, esto reduce en gran medida la cantidad de materia orgánica presente en el río, así también causa otras perturbaciones evidentes como la erosión en la zona.

En el caso de la figura No. 3 se observa una mayor semejanza entre la CB1P y las unidades experimentales que corresponden a la cuenca media, mientras que la cuenca alta presenta cierta relación con CB2P, esto puede deberse a variables como la profundidad y el tipo de sustrato, considerando que estos son factores determinantes en la distribución de los taxa de macroinvertebrados, dado que la mayor parte de los mismos viven en el fondo asociados al sustrato (García, 2008, p.9) En este caso CB2P presentaba una mayor profundidad y un sustrato más lodoso, similar a lo encontrado en la

cuenca alta; mientras que CB1P presentaba un sustrato arenoso similar a lo encontrado en la cuenca media.

Para representar que características físicas y químicas del agua determinan la distribución de macroinvertebrados se utilizó un análisis de correlación canónica. Este análisis nos muestra la relación entre variables ambientales con abundancias de grupos, es una técnica de ordenación directa y representa un caso de regresión múltiple. (García, 2008)

En la figura No 4 se observa una diferenciación en los taxones debido a la concentración de oxígeno disuelto, a la conductividad, a la demanda biológica de oxígeno, a la concentración de ortofosfatos y de nitratos. Se observa que los taxones que se encuentran en donde las concentraciones de oxígeno son bajas corresponden principalmente a grupos de dípteros que en algunos casos poseen adaptaciones fisiológicas importantes (como tipos especiales de hemoglobina) que les permiten sobrevivir ante bajos niveles de oxígeno. (Merritt y Cummins, 1996)

En la figura No 5 se representan únicamente la distribución de las familias de macroinvertebrados según el oxígeno disuelto, la concentración de nitritos y de ortofosfatos. La figura no. 6 muestra la distribución basado en la el oxígeno disuelto y la demanda biológica de oxígeno y finalmente la figura no. 7 muestra la distribución en época lluviosa considerando el oxígeno disuelto, nitritos y ortofosfatos.

Se observa que la distribución de estos organismos se ve influenciado principalmente por la concentración de oxígeno disuelto en el agua, en donde tanto en época seca como en época lluviosa solamente ciertos grupos se encuentran en donde las concentraciones de oxígeno son muy bajas, como se mencionaba anteriormente estos grupos corresponden a organismos que poseen adaptaciones especiales para poder sobrevivir bajo estas condiciones. En su mayoría estos consisten en larvas y estados inmaduros del orden Diptera, este es uno de los grupos más importantes de insectos acuáticos que poseen una serie de adaptaciones que les permiten sobrevivir en sitios muy perturbados. Algunas de las larvas respiran a través de los tegumentos o en el caso de la familia Syrphidae poseen sifones respiratorios alargados que

también funcionan como reguladores iónicos. (Calderón, 2009, p.12 & Menjivar, 2010, p. 28). Por otro lado la familia Chironomidae probablemente corresponda al grupo más ampliamente adaptado de todos los insectos acuáticos. Pueden llegar a poseer un tipo especial de hemoglobina que almacena oxígeno y les permite sobrevivir en ambiente con deficiencia de este compuesto, así también la gran diversidad de mecanismos de alimentación y de sustratos ingeridos les dan cierta plasticidad ecológica única. (Calderón, 2009, p.12 & Menjivar, 2010, p. 19). Otro familia de larvas de Diptera que presentó una abundancia relativamente grande en sitios con baja concentración de oxígeno fue Psychodidae; este grupo no ha sido muy estudiado sin embargo se sabe que pueden llegar a tolerar condiciones de alta temperatura en el agua, presencia de detergentes y químicos e incluso de sustancias como la orina humana, se cree que las larvas se alimentan de materia orgánica por lo que viven en sitios en donde la cantidad de la misma es alta como es el caso de las aguas residuales. (Menjivar, 2010, p. 20)

Existe una diferencia notable entre muestreos (época seca y época lluviosa) en cuanto a riqueza y abundancia en donde en el muestreo de época seca se encontraron 31 familias siendo el grupo más abundante Oligochaeta: Haplotaxida en el caso del Río Pansalic-Panchiguajá con 421 individuos y en el caso del Pampumay el grupo más abundante fue Trichoptera: Hydropsychidae con 159 individuos. En la época lluviosa se reportaron únicamente 16 familias en donde el grupo Trichoptera: Hydropsychidae vuelve a ser el más abundante con 128 individuos (Ver tabla No.1 y No.2) Estas diferencias en las abundancias se deben a que el aumento de las lluvias durante la época lluviosa provoca un aumento en el caudal de los ríos por lo que la mayoría de organismos que no posean las adaptaciones adecuadas serán arrastrados. (Calderón, 2009, p.33)

Entre los grupos encontrados que presentan adaptaciones especiales para no ser arrastrados por la corriente esta Trichoptera: Hydropsychidae. Estos tienen la capacidad de construir refugios fijos, ubicados en piedras y con redes para filtrar agua y capturar detritus, sus propatas con garras para sujetarse y esta singular capacidad de construir refugios les permite incluso vivir en sitios de grandes corrientes como cascadas. Es importante mencionar que este

grupo fue encontrado únicamente en sitios poco perturbados por lo que pueden ser un grupo importante para la determinación de la calidad del agua durante todo el año dado que se pueden encontrar tanto en época seca como lluviosa con una abundancia bastante similar. Los tricópteros son además de gran importancia en las cadenas alimenticias y en el reciclaje de nutrientes por lo que son indicadores de buena calidad de agua. (Springer, Serrano & Zepeda, 2010, p.20)

Otro grupo encontrado que presenta adaptaciones para sobrevivir a fuertes corrientes es el orden Ephemeroptera (familias: Baetidae y Leptohiphydae). Este orden esta restringido a sitios con concentraciones de oxígeno altas y moderada carga de materia orgánica. (Calderón, 2009, p.10) Dado que también se encuentran en abundancias similares tanto para época seca como para lluviosa, se recomiendan también para determinar la calidad de agua de los ríos durante todo el año.

11. CONCLUSIONES:

Los sitios muestreados que se encuentran más cercanos presentan mayor semejanza en cuanto a abundancias de familias, sin embargo se infiere que factores como la profundidad, tipo de sustrato y tipo de cobertura vegetal de los alrededores pueden modificar esta semejanza.

Los macroinvertebrados pueden distribuirse según los parámetros físico-químicos del agua, especialmente por las concentraciones de oxígeno disuelto y cargas de nutrientes.

La mayoría de familias pertenecientes al orden Diptera (ej: Chironomidae, Psychodidae, Tabanidae, Tipulidae) son grupos tolerantes a bajas concentraciones de oxígeno y alta carga de nutrientes y materia orgánica.

Las familias de los ordenes Ephemeroptera y Trichoptera se distribuyen únicamente en sitios en donde las concentraciones de oxígeno son relativamente altas.

Las familias Baetidae, Leptohiphyidae, Hydropsychidae, Psychodidae, Chironomidae, Tipulidae y Simuliidae se encuentran presentes tanto en época seca como en época lluviosa mostrando ciertas adaptaciones que les permiten sobrevivir a fuertes caudales.

La riqueza y abundancia de familias de macroinvertebrados disminuye considerablemente en época lluviosa debido a que no todas poseen las adaptaciones para sobrevivir al aumento en la velocidad de la corriente y el caudal.

12. RECOMENDACIONES:

Incluir entre las variables a medir el tipo de sustrato, la profundidad, la velocidad de la corriente, el caudal y la cobertura vegetal a los alrededores.

Realizar análisis paramétricos que permitan concluir con mayor precisión, incluyendo para esto un mayor número de unidades experimentales y de muestreos.

Realizar muestreos a lo largo de todo el año y no únicamente uno en cada época, para así identificar los puntos temporales en donde ocurren cambios en la abundancia y riqueza de familias.

En la medida de lo posible realizar análisis taxonómicos hasta el nivel de especie.

13. BIBLIOGRAFÍA:

Alba Tercedor J. 1996 Macroinvertebrados Acuáticos y Calidad de Agua de los Ríos. Simposio de Agua en Andalucía. PDF

Calderón T. 2009. Efecto del Microhábitat generado por el sustrato sobre la abundancia y distribución de Macroinvertebrados en el Río Cáliz, Biótoto Chocón Machacas, Livingston, Izabal. Informe de Tesis para optar por el título de Licenciado en Biología. Universidad de San Carlos de Guatemala. P.55

Camarero. P. Comunicación Personal. Marzo de 2011, Oficinas Centrales AMSA Ruta al Pacífico Km. 22, Bárcenas, Villa Nueva.

Campbell N. & J. Reece, 2007. Biología. Editorial Medica Panamericana, 7ma edición. Madrid España

Fuentes. S. Comunicación Personal. Marzo de 2011, Oficinas Centrales AMSA Ruta al Pacífico Km. 22, Bárcenas, Villa Nueva.

García P. 2008 Análisis de la Distribución de Macroinvertebrados Acuáticos a Escala Detallada en a Ecorregión Lachuá, Coban, Alta Verapaz. Tesis Licenciatura Biología. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Pp.61

Menjivar R. 2010. Guía ilustrada para el estudio ecológico y taxonómico de los insectos acuáticos inmaduros del Orden Diptera en el Salvador. Universidad del Salvador. Organización de Estados Americanos. P. 51

Merritt R. & K. Cummins, 1996. An introduction to te Aquatic Insects of North America. 3era edición. Kendall/Hunt. EEUU. Pp 862.

Pavé. P & M. Marchese. Invertebrados Bentónicos como Indicadores de Calidad de Agua en Ríos Urbanos. (Parana- entre Ríos, Argentina) Asociación Argentina de Ecología. PDF

Roldán G. & J. Ramírez. 2008 Fundamentos de Limnología neotropical. Universidad de Antioquia 2da edición. Colombia Pp.440

Roldán G. 2003 Bioindicación de a Calidad de Agua en Colombia. Editorial Universidad de Antioquia. 1ed. Colombia. Pp170

Sacahui. O, Comunicación Personal. abril de 2011. Oficinas Centrales AMSA Ruta al Pacífico Km. 22, Bárcenas, Villa Nueva

Springer M., Serrano L. & Zepeda A. 2010. Guía ilustrada para el estudio ecológico y taxonómico de los insectos acuáticos inmaduros del Orden

Trichoptera en el Salvador. Universidad del Salvador. Organización de Estados Americanos. P. 48

Suárez. A. Comunicación Personal. Marzo-abril de 2011, Oficinas Centrales AMSA Ruta al Pacífico Km. 22, Bárcenas, Villa Nueva.

Valdovinos C. 2008 Diversidad de Especies Invertebrados Acuáticos. Chile. PDF

14.ANEXOS

Anexo No. 1

Análisis de la Riqueza, Composición y Abundancia de Macroinvertebrados Bentónicos en los Ríos Pampumay y Pansalic-Panchiguajá

Se realizaron dos muestreos de macroinvertebrados (el primero en julio y el segundo en octubre) en dos ríos de la cuenca del lago de Amatitlán: Pampumay y Pansalic-Panchiguajá. En el primer muestreo se encontraron un total de 31 taxones en donde el más abundante en el río Pampumay fue Trichoptera: Hydropsychidae con 159 individuos, mientras que en el río Pansalic-Panchiguajá fue Oligochaeta: Haplotaxida con 428 individuos; en el segundo muestreo se encontraron 16 taxones en donde el más abundante fue Trichoptera: Hydropsychidae con 128 individuos. Se realizaron análisis de agrupamiento jerárquicos en donde se representaron las similitudes entre las unidades experimentales, encontrando que las unidades más cercanas presentaban mayor similitud en la mayoría de los casos, sin embargo en algunos casos diferencias en factores como el tipo de sustrato, la profundidad y la cobertura vegetal a los alrededores pudieron provocar una menor similitud entre las unidades aún estas estuvieran próximas. Se realizaron también análisis de correspondencia canónica con el fin de correlacionar variables físicas y químicas del agua con la diversidad de macroinvertebrados. En estos análisis se pudo observar una tendencia de los macroinvertebrados a distribuirse según la concentración de oxígeno disuelto y la cantidad de nutrientes (nitritos y ortofosfatos) en el medio, en donde las larvas de dípteros (familias: Psychodidae, Chironomidae, Tabanidae, Tipulidae) junto con los Oligoquetos eran los únicos grupos que se distribuían en donde habían concentraciones muy bajas de oxígeno (<5mg/l), mientras que otros grupos eran claramente susceptibles a esta deficiencia y solo se distribuyen en donde las concentraciones de oxígeno son mayores. Por lo que se puede concluir que existe una tendencia de los macroinvertebrados a distribuirse según los parámetros físicos y químicos del agua, existiendo organismos tolerantes a ciertas deficiencias como las concentraciones bajas de oxígeno mientras que otros son susceptibles a estas condiciones.

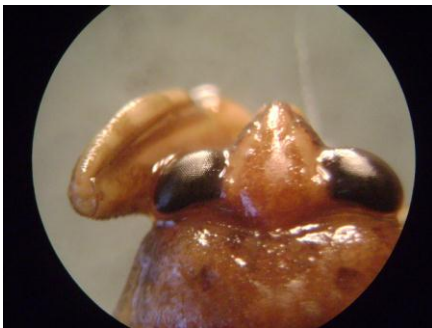
Anexo No. 2. Fotografias Macroinvertebrados.



Orden Odonata- Familia Calopterygidae



Orden Hemiptera- Familia Veliidae



Orden Hemiptera- Familia Belostomatidae



Oligochaeta Haplotaxida



Orden Trichoptera- Familia Hydropsychidae



Ephemeroptera-Baetidae



Orden Diptera- Familia Musidae



Orden Decapoda.



Orden Diptera- Familia Chironomidae



Orden Diptera- Familia Simuliidae



Orden Diptera- Familia Tipulidae

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA
PROGRAMA EXPERIENCIAS DOCENTES CON LA COMUNIDAD
SUPROGRAMA BIOLOGÍA

INFORME FINAL DE DOCENCIA Y SERVICIO
AUTORIDAD PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE LA CUENCA Y LAGO DE
AMATITLÁN (AMSA)
PERIODO DE REALIZACION
ENERO-MAYO 2011

JUAN ANTONIO ZELADA
PROFESOR SUPERVISOR DE EDC: LIC. BILLY ALQUIJJAY
ASESOR INSTITUCIONAL: LICDA. ELSA JÁUREGUI JIMÉNEZ
Vo.Bo. ASESOR INSTITUCIONAL:

INTRODUCCIÓN

La práctica de Experiencias Docentes con la Comunidad (EDC) fue creada con el fin de que el estudiante cumpla con la obligación mencionada, a través de un programa estructurado que aporte por medio de actividades de docencia, servicio e investigación. Dicha práctica esta planificada para iniciarse el 19 de enero del 2011, con una charla introductoria y finalizando el 19 de enero del 2012, con la presentación del informe final integrado. (Alquijay et.al, 2011)

Las actividades de docencia, servicio e investigación se realizan en unidades de práctica específicas de acuerdo al interés del estudiante. La unidad seleccionada fue la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán –AMSA–. El presente documento es un diagnóstico de la unidad mencionada donde se describe el potencial de la institución para la ejecución del programa de EDC, incluyéndose una breve descripción de la práctica y el papel del estudiante, también se describe la unidad de práctica, sus funciones, objetivos y proyectos; finalmente se mencionan posibles actividades a realizar tanto en docencia y servicio como en investigación dentro dicha unidad.

A continuación se presentan todas las actividades de docencia y servicio realizadas dentro de AMSA y otras instituciones desde el inicio de las prácticas, obviando únicamente las actividades de servicio preestablecido realizadas en el Museo de Historia Natural y en el herbario BIGU.

RESUMEN DE ACTIVIDADES:

Programa/ Actividades	Fecha Actividad	Horas EDC Ejecutadas
A. Servicio		
Limpieza , Separación e identificación de Macroinvertebrados	Marzo-Junio	60hrs
Plantas Acuáticas	Marzo-Junio	18hrs
Colecta Macroinvertebrados	Marzo-Junio	40hrs
Monitoreo de Aguas superficiales, plantas de tratamiento, lixiviados, industrias, sedimentos y parámetros del lago	Marzo-Junio	30hrs
Conteo Fitoplancton	Marzo-Junio	8hrs
Disección de Peces	Abril	3hrs
Medición de Peces	Marzo	2hrs
Sendero interpretativo	Mayo	5hrs
Análisis laboratorio	Marzo-Octubre	48hrs
Análisis resultados	Octubre-Noviembre	5hrs
Diagnóstico Unidad de Practica	Enero	3hrs
Plan de Trabajo	Febrero	5hrs
Informes	Marzo-Octubre	10hrs
B. Docencia		

Charlas y capacitaciones Macroinvertebrados (recibida)	Marzo-Junio	20hrs
Charla Macroinvertebrados (impartidas)	Marzo-Junio	2hr
Diversidad y conteo Fitoplancton (Impartida y brindada)	Marzo-Junio	8hrs
Análisis Laboratorio (incluye charla microondas)	Marzo-Junio	9hrs
Equipo (incluye parte teórica charla microondas)	Marzo-Junio	11hrs
Capacitación SIG	Marzo-Junio	20hrs
Inmunoensayos microcistinas (Teórico y practico)	Febrero	20hrs
Charla Biodiesel	Agosto	2hrs
Charla CONCYT	Septiembre	2hrs
Morfología de conchas	Febrero	4hrs

ACTIVIDADES DE SERVICIO:

1. Limpieza y separación de Macroinvertebrados

Objetivos: separar los macroinvertebrados presentes en las muestras del resto del material colectado en los ríos Pampumay, Villalobos, Platanitos, Frutal-Zacatal, Pinula Guadrón y Pansalic-Panchiguajá del año 2010 y 2011

Descripción: las muestras (almacenadas en recipientes de polietileno) se van revisando de bandejas de fondo claro, los macroinvertebrados encontrados se conservan en alcohol al 70%, almacenados en frascos de vidrio debidamente rotulados. Los especímenes se guardan para su posterior determinación

Resultados: se logró limpiar las muestras de los ríos Pampumay, Platanitos, Pinula Guadrón y Pansalic Panchiguajá del año 2010 y Pampumay, Villalobos, Platanitos y Pansalic Panchiguaja del año 2011 separando todos los especímenes encontrados en estas.

Objetivos Alcanzados: Limpieza y separación de muestras de los ríos mencionados

Limitaciones y Dificultades: Falta de Tiempo

2. Colecta de Macroinvertebrados

Objetivos: Colecta de Macroinvertebrados en los ríos Pampumay, Pansalic/-Panchigujá, Pinula-Guadrón, Frutal-Zacatal, Platanitos y Villalobos

Descripción: La colecta se realizó por medio de la metodología de red en D. En esta metodología el sustrato se remueve durante un minuto mientras que la red, colocada en contra de la corriente, recibe todo este sustrato levantado. Esto se realiza en un punto, con 5 réplicas en un área de 100m en cada río.

Resultados: Se realizaron tres colectas por río en los ríos ya mencionados

Objetivos Alcanzados: Realizar las tres colectas de Macroinvertebrados planificadas

Limitaciones y Dificultades: Falta de Tiempo

3. **Determinación de Macroinvertebrados.**

Objetivos: Determinar los macroinvertebrados colectados por control ambiental hasta el nivel de familia

Descripción: la determinación se realizó por las medio de la clave de Merrit & Cummins (An introduction to aquatic insects of North América), encontrándose alrededor de 40 familias en todos los ríos de la Cuenca del Lago de Amatitlán

Resultados: Se determinaron hasta familia organismos de varias muestras de diferentes ríos de la cuenca.

Objetivos alcanzados: Determinar hasta nivel de familia los macroinvertebrados colectados

4. **Monitoreo en Plantas de Tratamiento San Cristóbal, Mezquital, Villa Canales, Santa Isabel y San Agustín las Minas**

Objetivos: Monitorear las plantas de tratamiento con el fin de evaluar su eficiencia.

Descripción: Los monitoreos se realizan tanto en la sección donde el río entra a la planta como en la sección donde sale, en ambos puntos se miden los parámetros *in situ* (Oxígeno disuelto, % saturación de oxígeno, Potencial óxido reducción, Sólidos disueltos totales, pH, Salinidad, Conductividad y Temperatura), y el caudal; así también se toman dos muestras de agua en cada punto para posteriormente realizar análisis de laboratorio específicos.

Resultados: se realizaron monitoreos simples de las plantas de tratamiento mencionadas

Objetivos Alcanzados: monitorear las plantas de tratamiento con el fin de evaluar su eficiencia

Limitaciones y Dificultades: Falta de tiempo.

5. **Conteo de Fitoplancton**

Objetivos: determinar la cantidad de células por mililitro de cada grupo de fitoplancton (Cianofitas, diatomeas. Clorofitas y zooplancton) y la cantidad de célula por mililitro totales.

Determinar el % de organismos contados de cada especie y de cada grupo.

Descripción: El conteo se realiza en cámaras de Sedgewick Rafter; se coloca en ella 1ml de muestra. Se coloca en el microscopio y se cuenta la primera, decima y vigésima fila de la cuadrícula. Todo el procedimiento se realiza dos veces por cada muestra, luego se realizan los cálculos de cantidad de células por ml y % de células contadas

Resultados: se realizó el conteo de aproximadamente 15 muestras de 4 puntos distintos en el lago de Amatitlán.

Objetivos Alcanzados: obtener la cantidad de cel/ml tanto de cada grupo como totales y el % de células contados de cada especie y cada grupo.

Limitaciones y Dificultades: Falta de tiempo

6. **Monitoreo de 12 horas en el lago de Amatitlán**

Objetivos: obtener los parámetros *in situ* (Oxígeno disuelto, % saturación de oxígeno, Potencial óxido reducción, Sólidos disueltos totales, pH, Salinidad, Conductividad, Temperatura), y la transparencia a lo largo de día en 2 puntos del lago de Amatitlán.

Descripción: se midieron los parámetros *in situ* y la transparencia (esto último por medio del disco Secchi) cada hora, durante 12 horas iniciando a las 8:00am y terminando a las 7:00pm. Estos parámetros fueron medidos a cada metro de profundidad en la columna de agua.

Resultados: se tomaron los parámetros y las mediciones de transparencia a lo largo de día.

Objetivos Alcanzados: se obtuvieron los parámetros y la transparencia mencionada

Limitaciones y Dificultades: ninguna

7. Toma de muestras para análisis de Metales pesados

Objetivos: obtener muestras de agua de los ríos Pampumay, Pansalic-Panchiguajá, Pinula Guadrón, Platanitos, Villa Lobos y Frutal –Zacatal

Descripción: se tomaron muestras de agua las cuales fueron almacenadas en recipientes especiales para el caso. Estas fueron almacenadas en una hielera hasta su traslado al laboratorio para realizar análisis fisicoquímicos

Resultados: se tomaron las muestras en los ríos mencionados

Objetivos Alcanzados: obtener las muestras en los ríos mencionados

Limitaciones y Dificultades: falta de tiempo

8. Disección de Peces para Análisis de Metales

Objetivos: obtener muestras del músculo y viseras (hígado, intestino y riñones) de Tilapia (*Oreochromis niloticus*) y Guapote (*Parachromis managuensis*)

Descripción: para obtener las muestras fue necesario diseccionar a los mismos primero de forma longitudinal para luego separar y aislar los órganos a utilizar.

Resultados: se obtuvieron muestras de músculo de los peces mencionados para medición de metales pesados

Objetivos Alcanzados: se obtuvieron muestras de músculo de tilapia y guapote

Limitaciones y Dificultades: Falta de tiempo

9. Muestreo de Lixiviados del Relleno Sanitario

Objetivos: obtener muestras de lixiviados del Relleno Sanitario

Descripción: se procedió a ir a la zona de lixiviados en el relleno sanitario, sin embargo en ninguna de las dos ocasiones que se visitó el lugar se encontraron muestras,

Resultados: ninguno

Objetivos Alcanzados: ninguno

Limitaciones y Dificultades: no hay lixiviados

10. Planificación Sendero Interpretativo de AMSA:

Objetivos: apoyar en la planificación del sendero interpretativo en las instalaciones de AMSA.

Descripción: se empezó con la planificación de dicho sendero interpretativo, siendo este un tipo de jardín botánico. Se tienen cinco bloques los cuales se jardinizaran con diferentes temáticas entre las que se tienen pensadas un cactario, un área de plantas acuáticas, un área de

bosque nuboso, un área de pinos, un área de plantas comestibles entre otras. Se realizó una visita al Jardín Botánico del Centro de Estudios Conservacionistas de la Universidad de San Carlos de Guatemala para solicitar asesoría, en dicha visita se concluyó que lo más importante es reforestar con plantas de la región y que se debe realizar un estudio del suelo previo a sembrar cualquier tipo de planta, entre otras cosas. También se colaboró con la obtención de muestras del suelo con el fin de evaluar parámetros de los mismos.

Resultados: iniciar con la planificación de dicho proyecto, solicitar asesoría al Jardín Botánico/ CECON/USAC y toma de muestras de suelo.

Objetivo alcanzados: iniciar la planificación del sendero interpretativo.

11. Descripción de la Vegetación acuática del Lago de Amatitlán

Objetivos: Generar información acerca de la vegetación acuática en las zonas poco perturbadas a los alrededores del lago de Amatitlán.

Descripción: se colectaron las plantas en las zonas del lago de Amatitlán que aún presentan en la orilla zonas no perturbadas de vegetación nativa, se determinaron hasta el nivel posible.

Resultados: colecta y determinación de macrofitas (principalmente flotantes y emergentes) dentro del lago de Amatitlán

Objetivos alcanzados: colectar y determinar las plantas mencionadas

12. Monitoreo de la Calidad de aguas superficiales en los ríos: Pinula, Guadrón, Pansalic, Panchiguajá, Pampumay, Villalobos, Frutal, Zacatal y Platanitos

Objetivo: Monitorear y controlar constantemente los niveles de contaminantes en los ríos dentro de la cuenca.

Descripción: muestreos en los puntos mencionados y por medio de métodos analíticos y fisicoquímicos determinar presencia u ausencia de contaminantes y en caso de presencia cuantificarlos. Además se analiza por medio de los parámetros de campo.

Resultados: cuantificar de manera precisa y exacta los contaminantes presentes en las muestras de agua, aprender a utilizar la metodología específica para la actividad.

Objetivos alcanzados: participar en monitoreos de los ríos mencionados

Problemas y Limitaciones: Falta de tiempo

13. Análisis de Descargas Residuales de las industrias en los cuerpos receptores dentro de la Cuenca del Lago de Amatitlán

Objetivo: determinar si las descargas industriales no excedan lo mencionado en el reglamento 236-2006 de regulación de vertidos

Procedimiento: toma de muestras de agua en los cuerpos receptores, por medio de métodos analíticos y fisicoquímicos determinar presencia o ausencia de contaminantes y cuantificarlos

Resultados: acompañamiento en los monitoreos a descargas de cuatro industrias dentro de la cuenca. Aprendizaje las metodologías específicas para realizar la actividad, así como la legislación pertinente a los vertidos en los cuerpos receptores.

Objetivos alcanzados: monitorear la cantidad de industrias anteriormente mencionadas

Problemas y Limitaciones: Falta de tiempo

14. Análisis Fisicoquímico en laboratorio

Objetivos: realizar análisis fisicoquímicos de las muestras obtenidas en ríos, plantas de tratamiento y lago de Amatitlán

Descripción: realización de los siguientes análisis: Demanda química de oxígeno, demanda biológica de oxígeno, Nitrógeno total, ortofosfatos, sólidos disueltos, turbidez, color, sólidos sedimentables, cianuro, Cromo hexavalente, amoníaco, tensioactivos, nitritos, nitratos.

Resultados: realización de los análisis antes mencionados en muestras obtenidas en el lago de Amatitlán, ríos y plantas de tratamiento dentro de la cuenca.

Objetivos alcanzados: realizar análisis fisicoquímicos en los sitios mencionados en diversas ocasiones.

Limitaciones: Falta de tiempo.

15. Monitoreo simple del Lago de Amatitlán y medición de parámetros:

Objetivos: obtener muestras y medir parámetros *in situ* en cuatro puntos a distintas profundidades dentro del lago de Amatitlán.

Descripción: toma de muestras para análisis de agua, plancton, clorofila y microbiológico en los puntos Oeste centro, Este centro, Bahía Playa de Oro y Michatoya, además de obtener muestras de agua en la desembocadura del río Villalobos. Los parámetros *in situ* que se miden en los puntos dentro del lago son: oxígeno disuelto, porcentaje de saturación de oxígeno, temperatura, salinidad, pH, conductividad, potencial óxido reducción y sólidos disueltos totales.

Resultados: obtención de las muestras en los puntos mencionados en diversas ocasiones.

Objetivos alcanzados: realizar monitoreos dentro del lago y medición de parámetros.

Limitaciones: Falta de tiempo.

16. Análisis de resultados de laboratorio y parámetros del lago de Amatitlán.

Objetivos: participar en el análisis de los resultados obtenidos en el laboratorio y parámetros del lago de Amatitlán.

Descripción: análisis de resultados por medio de discusiones y revisión bibliográfica con el fin de aportar ideas y conocimiento sobre el comportamiento del lago.

Resultados: aporte de ideas y conocimiento para la redacción del informe mensual de la División de Control Ambiental y Manejo de Lagos.

Objetivos alcanzados: participar en el análisis de los resultados ya mencionados

Limitaciones: Falta de tiempo.

ACTIVIDADES DE DOCENCIA:

1. Morfología de conchas y caracoles. (Actividad de Docencia en el Museo de Historia Natural)

Objetivo: aprender a identificar las distintas partes de interés taxonómico en conchas y los caracoles

Descripción: charla descriptiva y demostrativa de las partes de los organismos mencionados.

Resultados parciales: comprensión de varias partes de estos organismos.

Objetivos alcanzados: identificación de partes de interés taxonómico en conchas y caracoles

Limitaciones y dificultades: ninguna

2. Utilización del equipo para muestreo de agua y conteo de plancton

Objetivo: aprender la manera correcta de utilizar y calibrar el equipo de campo para muestreo de agua y el equipo de laboratorio para conteo de plancton.

Descripción: charla descriptiva y demostrativa sobre como se calibra y utilizan los distintos equipos para obtener parámetros in situ en el campo, específicamente el potenciómetro, el conductímetro y el oxímetro. Y de la manera que se cuenta el plancton por medio de las cámaras de Rafter

Resultados parciales: comprensión de la manera de calibrar y utilizar el equipo ya mencionado

Limitaciones y dificultades: Ninguno

3. Curso taller Inmunoensayos con microcistinas por medio de la Técnica Elisa

Objetivo: Comprensión teórica de la importancia ecológica de las cianotóxicas y de algunos métodos para identificar su presencia.

Descripción: curso teórico sobre bioquímica e inmunología de cianotoxinas y metodologías para identificar su presencia.

Resultados: comprensión de la importancia ecológica de las cianotoxinas y de algunos métodos para determinar su presencia

Limitaciones: tiempo y lejanía del sitio (Universidad Rafael Landívar)

4. Charla sobre Macroinvertebrados como indicadores de la calidad del agua, métodos de colecta y taxonomía.

Objetivos: conocer la importancia de los macroinvertebrados como indicadores de la calidad de agua, así como los métodos estandarizados para su colecta tanto en afluentes dulceacuícolas como en estuarios, aprender generalidades acerca de la taxonomía de los macroinvertebrados acuáticos de Guatemala.

Descripción: la actividad tuvo lugar en las instalaciones del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura, fue impartida por Óscar Sacahui abordando los temas ya mencionados.

Objetivos Alcanzados: se alcanzaron todos los objetivos planteados

Limitaciones y Dificultades: ninguna

5. Capacitación sobre diversidad de fitoplancton en lago de Amatitlán y conteo del mismo (capacitación recibida y brindada a personal del Ministerio de Ambiente y del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación)

Objetivos: conocer la diversidad de fitoplancton del Lago de Amatitlán y la metodología utilizada por la institución para el conteo del mismo.

Descripción: se observaron muestras al microscopio en la cámara Sedgewick Rafter y bajo la asesoría de Lic. Susan Jiménez se identificaron las distintas microalgas del lago de Amatitlán, luego se procedió a contar dichas algas y obtener así las Cel/ml y % de organismos contados.

Objetivos Alcanzados: se logro identificar la diversidad de fitoplancton del Lago y se aprendió el método de conteo en la cámara Sedgewick

Rafter; así también se apoyo en las capacitaciones al personal del MARN y el MAGA.

Limitaciones y Dificultades: ninguna

6. Capacitación Análisis de laboratorio

Objetivos: ser capaz de realizar los análisis de laboratorio ejecutados en el Laboratorio de Agua y Sólidos en la División de Control Ambiental de AMSA

Descripción: las capacitaciones recibidas corresponden al uso del destilador de agua, del espectrofotómetro, análisis de nitrógeno total y fosfatos por el Lic. Oliver Caja, determinación de sólidos en suspensión. Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO₅ y clorofila por Ing. Pamela Camarero y determinación de sólidos sedimentables, color, prueba de cromo y de cianuro por Lic. Susan Jiménez.

Resultados Parciales: conocer el correcto uso del espectrofotómetro y la destiladora, así como saber realizar los análisis de nitrogenito total, fosfatos, sólidos en suspensión, sólidos sedimentables, DBO₅, color, determinación de clorofila, análisis de cromo y cianuro. .

Objetivos Alcanzados: ser capacitado en el uso del equipo y en los análisis ya especificados

Limitaciones y Dificultades: Falta de tiempo

7. Capacitación sobre uso de Disco Secchi y Botella de Van Dor

Objetivos: aprender a utilizar el Disco Secchi para medición de transparencia y la Botella de Van Dor para toma de muestras de agua a distintas profundidades

Descripción: charla demostrativa sobre el uso del Disco Secchi y la Botella de Van Dor impartido por Lic. Ana Beatriz Suárez.

Objetivos Alcanzados: se aprendió a utilizar el disco Secchi para medir la transparencia de un cuerpo de agua y la Botella de Van Dor para tomar muestras de agua a distintas profundidades.

Limitaciones y Dificultades: ninguna

8. Charlas sobre Macroinvertebrados a distintos visitantes del Laboratorio de la División de Control Ambiental

Objetivos: Que los visitantes conocieran la importancia de los macroinvertebrados como indicadores de la calidad del agua y el método de colecta utilizado por la institución.

Descripción: se brindaron charlas demostrativas a estudiantes de Ingeniería Ambiental de la Universidad Rafael Landívar, visitantes del Centro del Mar y Acuicultura de la Universidad de San Carlos de Guatemala y a docentes de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia acerca de macroinvertebrados como indicadores de la calidad del agua, se les mostraron muestras de algunos ríos dentro de la cuenca para que observaran las diferencias en la composición, riqueza y abundancia de estos organismos. Además se les mostró la red en D (metodología de colecta utilizada por AMSA) y se explicó el procedimiento para colectar macroinvertebrados.

Objetivos Alcanzados: brindar dicha plática y cubrir los temas mencionados

Limitaciones y Dificultades: Ninguna

9. Capacitación sobre la digestión ácida asistida por microondas.

Objetivos: Aprender la correcta utilización del microondas.

Descripción: capacitación teórico/práctica brindada por MSc. Ricardo Véliz, en la parte teórica se aprendió acerca de la digestión química de sistemas abiertos como de sistemas cerrados, el procedimiento para el tratamiento de muestras además de los fundamentos y aplicaciones específicas del microondas. En la parte práctica se llevo a cabo un digestión ácida de músculo de pescado.

Objetivos alcanzados: comprender los fundamentos teóricos del microondas y el procedimiento para su correcta utilización.

Limitaciones: ninguna

10. Análisis de cianotoxinas por medio del método Elisa.

Objetivos: aplicar la metodología para la cuantificación de microcistinas en muestras de agua del Lago de Amatitlán

Descripción: se conoció el procedimiento para cuantificar microcistinas por medio de un inmunoensayo utilizando la técnica Elisa de muestras de dos puntos del lago de Amatitlán.

Resultados: aprender el procedimiento específico para la realización de esta técnica y conocer los reactivos y materiales que se utilizan en la misma.

Objetivos Alcanzados: realizar el procedimiento mencionado.

Limitaciones: ninguna.

11. Charla acerca de avances en la investigación sobre la obtención de biodiesel por medio de fitoplancton del lago de Amatitlán (Universidad Galileo).

Objetivos: conocer los resultados obtenidos hasta el momento en la investigación sobre la obtención de biodiesel de fitoplancton del lado de Amatitlán de la Universidad Galileo.

Descripción; por medio de una charla se conocieron los avances de dicha investigación, así como los métodos utilizados para el aislamiento, cultivo y extracción de aceite de diversos taxones de fitoplancton del lago de Amatitlán.

Resultados: se conocieron los avances en la investigación mencionada

Objetivos Alcanzados: conocer los resultados y aprender sobre métodos de aislamiento y cultivo de fitoplancton así como métodos de extracción de biodiesel.

Limitaciones: ninguna.

12. Charla sobre Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Objetivos: conocer la secretaria nacional de ciencia y tecnología, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, los distintos fondos que poseen, la forma de solicitar financiamiento y la manera correcta de presentar una propuesta.

Descripción: se recibió una charla donde se conocieron los diversos temas mencionados anteriormente.

Resultados: se conoció la forma en la que se organiza el CONCYT, los distintos fondos que poseen y la manera correcta de presentar una propuesta

Objetivos Alcanzados: se cumplió la totalidad de los objetivos mencionados

Limitaciones: ninguna

ACTIVIDADES NO PLANIFICADAS

1. Capacitación Sistema de Información Geográfico

Objetivos: Desarrollar y fortalecer habilidades para el análisis y expresión geográfica, para la toma de decisiones en la planificación y gestión de proyectos de investigación, conservación del medio ambiente.

Descripción: curso de duración de 20 horas impartido por Ing. Agr. Daunno Chew Dávila. En este curso se ha aprendido acerca de las generalidades de la cartografía, resumen de la historia de la cartografía, escalas de un mapa, sistemas de coordenadas y proyecciones cartográficas

Resultados: se ha recibido el 100% del curso

Objetivos Alcanzados: se han adquirido los conocimientos de la totalidad del curso.

Limitaciones y Dificultades: ninguno

2. Medición y Pesado de Peces: Mojarra Negra (*Anphilopus macracanthus*)

Objetivos: Medir y pesar alevines de la especie mencionada con el fin de monitorear su crecimiento.

Descripción: se tomo una muestra de 20 alevines de Mojarra Negra y se pesaron con ayuda de una probeta, además se midió la longitud total de cada uno.

Objetivos Alcanzados: se midieron y pesaron los alevines de la muestra ya mencionada

Limitaciones y Dificultades: ninguna.

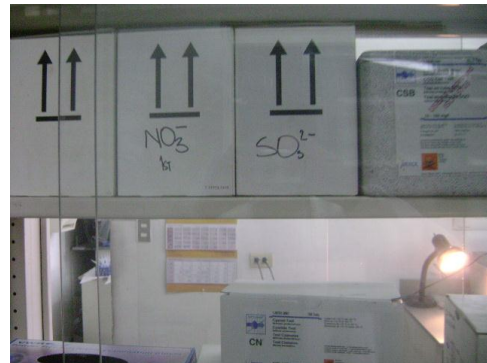
REFERENCIAS

- CAJAS O. Comunicación Personal. Abril de 2011, Oficinas Centrales AMSA Ruta al Pacífico Km. 22, Bárcenas, Villa Nueva.
- CAMARERO. P. Comunicación Personal. Abril de 2011, Oficinas Centrales AMSA Ruta al Pacífico Km. 22, Bárcenas, Villa Nueva.
- CHEW D. Comunicación Personal. Marzo de 2011, Centro de Estudios Conservacionistas. Final Ave. Reforma Z. 10
- FUENTES. S. Comunicación Personal. Abril de 2011, Oficinas Centrales AMSA Ruta al Pacífico Km. 22, Bárcenas, Villa Nueva.
- JIMÉNEZ. S. Comunicación Personal. Abril de 2011, Oficinas Centrales AMSA Ruta al Pacífico Km. 22, Bárcenas, Villa Nueva.
- ROSALES C. Comunicación Personal. Mayo de 2011, Jardín Botánico Centro de Estudios Conservacionistas. Final Ave. Reforma Z10
- SACAHUI. O, Comunicación Personal. abril de 2011. Oficinas Centrales AMSA Ruta al Pacífico Km. 22, Bárcenas, Villa Nueva
- SUÁREZ. A. Comunicación Personal. abril de 2011, Oficinas Centrales AMSA Ruta al Pacífico Km. 22, Bárcenas, Villa Nueva.

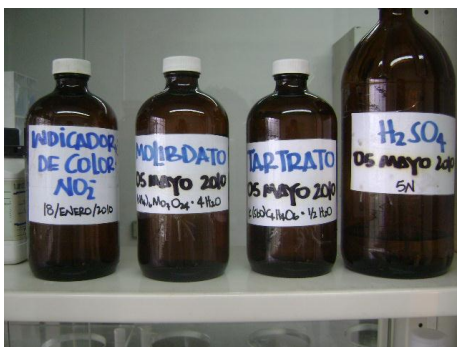
Anexos:



Limpieza y separación de macroinvertebrados



Reactivos para análisis fisicoquímicos



Reactivos para análisis fisicoquímicos



Muestras de grasas y Aceites



Botella para análisis de DBO



Muestreo en el lago de Amatitlán