

Pontificia Universidad Católica Del Ecuador
Sede Esmeraldas (PUCESE)



Escuela De Ingeniería En Gestión Ambiental

Tesis de Grado

Comunidad Zooplanctonica del Río Atacames (Esmeraldas – Ecuador)

Previo al Grado Académico de Título Profesional

Ingeniero en Gestión Ambiental

Autor:

LEONARDO DARIO PAZ CHANCAY

Docente Asesor:

Mgt. EDUARDO REBOLLEDO MONSALVE

Esmeraldas, Noviembre 2015

Trabajo de tesis aprobado luego de haber dado cumplimiento a los requisitos exigidos por el reglamento de Grado de la PUCESE previo a la obtención del título de INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL.

Presidente Tribunal de Graduación

Lector 1

Mgt. Betto Estupiñán Toro

Lector 2

PhD. Xavier Irurita Olivares

Director de la Escuela de Gestión Ambiental

Mgt. Carlos Torres Alvarado

Director de Tesis

Mgt. Eduardo Rebolledo Monsalve

Esmeraldas, de de 2015

AUTORÍA

Yo Leonardo Darío Paz Chancay, declaro que la presente investigación enmarcada en el trabajo de tesis es absolutamente original, auténtica y personal.

En virtud que el contenido de ésta investigación es de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor y de la PUCESE.

Leonardo Darío Paz Chancay

C.I. 080210528-8

AGRADECIMIENTO

Es para mí un placer utilizar este medio para de una manera ser justo y consecuente con las personas que han facilitado el desarrollo de esta investigación. El desarrollo no hubiese sido posible sin la participación de personas importantes que aportaron para que este trabajo llene las expectativas planteadas.

Mi más profundo agradecimiento a Dios quien me ha dado la fortaleza y humildad de poder aceptar las adversidades que se me han presentado en el camino hacia mi formación profesional. Agradezco a mi padre y mi madre quienes con una entrega desmedida pudieron darme no solo amor y valores morales sino también la oportunidad de estudiar en esta prestigiosa Universidad, ya que las oportunidades que se nos presentan en la vida hay que saberlas aprovechar.

Otro pilar fundamental en mi vida también fueron mis dos Abuelas quienes siempre apoyaron a mi familia con su amor y protección.

DEDICATORIA

Quiero dedicar este logro de forma muy especial e infinita a mi madre la señora Laura Chancay, a mi padre Darío Paz, mis dos hermanos Nelson y Karina por su infinito amor incondicional y con el más profundo sentimiento de gratitud, porque sin ellos no hubiese logrado el reto de alcanzar el objetivo que me propuse, ser un profesional.

CONTENIDO

AUTORÍA	i
AGRADECIMIENTO	iii
DEDICATORIA	iv
INDICE GENERAL	v
LISTA DE FOTOGRAFIAS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABLAS	viii
RESUMEN	x
ABSTRAC.....	xii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MARCO CONTEXTUAL	2
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.2 MARCO DE REFERENCIA	2
1.2.1 Caracterización del río Atacames y sus inmediaciones	2
1.3 DEFINICIONES CONCEPTUALES	6
1.3.1 Plancton y zooplancton	6
1.3.2 Importancia del Zooplancton	6
1.3.3 Zooplancton de Ecosistemas dulceacuícolas como indicadores de calidad	7
1.4 MARCO LEGAL	8
3. OBJETIVOS	12
3.1 GENERAL	12
3.2 ESPECIFICOS	12
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
4.1 Determinación de estaciones de análisis	12
4.2 Puntos de muestreos	13
4.3 Registro de variables y colecta de muestras	16
4.4 Análisis de las muestras	20
5. ANALISIS DE RESULTADOS.....	24
5.1 Concentración En El Medio	28

5.2 Composición Taxonómica, Composición de Fauna e Índice de Shannon Weaver	37
5.3 Índice De Margalef	38
5.4 Índice De Simpson	38
5.5 Comparación de Medias para determinar la Dinámica Zooplanctónica en la cuenca Alta, Media y Baja del Río Atacames	40
5.6 Correlaciones para determinar los Factores Físico- Químicos que pueden Influir en el Volumen del Zooplancton	42
6. DISCUSIÓN	43
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	45
7.1 Conclusiones	45
7.2 Recomendaciones	45
8. BIBLIOGRAFÍA	47
ANEXOS	53

LISTA DE FOTOGRAFIAS

- Fotografía # 1: Repartidero 13
- Fotografía # 2: Boca de Tazone 14
- Fotografía # 3: Las Vegas 14
- Fotografía # 4: La Lucha 14
- Fotografía # 5: Las Brisas 14
- Fotografía # 6: Camino a Repartidero 15
- Fotografía # 7: Entrada a Agua Fría 15
- Fotografía # 8: Red de arrastre de 53 μm 16
- Fotografía # 9: Red de arrastre de 60 μm 17
- Fotografía # 10: Turbidímetro (Hanna Instruments 93703) 17
- Fotografía # 11: Multiparámetros (Hanna Instruments 991001)..... 18
- Fotografía # 12: Toma de muestras con botellas de 500 ml 19
- Fotografía # 13: Toma de muestras con botellas de 500 ml 19
- Fotografía # 14: Toma de muestras con redes de arrastre de 53 μm y 60 μm 19
- Fotografía # 15: Toma de muestras con redes de arrastre de 53 μm y 60 μm 19
- Fotografía # 16: Toma de parámetros físico - químicos..... 20
- Fotografía # 17: Toma de parámetros físico - químicos..... 20
- Fotografía # 18: Toma de parámetros físico - químicos..... 20
- Fotografía # 19: Caja de Petri..... 21
- Fotografía # 20: Cámara Sedgewick Rafter 21
- Fotografía # 21: Pipeta Automática 100 – 1000 μl 21
- Fotografía # 22: Microscopio Óptico 22
- Fotografía # 23: Lupa Binocular 22
- Fotografía #24: Toma de 1 ml de la muestra de agua..... 22
- Fotografía #25: Aplicación en una caja de Petri para su observación en una lupa binocular 22
- Fotografía # 26: Observación de 1 ml de agua de muestra en una cámara de Sedgewick - Rafter bajo un microscopio óptico..... 23
- Fotografía # 27: Phylum: pseudocelomados, Clase: Rotaria..... 26

- Fotografía # 28: Phylum: pseudocelomados, Clase: Rotaria 26
- Fotografía # 25: Phylum: Arthropoda, Clase: Branchiopoda 27
- Fotografía # 30: Phylum: Arthropoda, Clase: Branchiopoda 27
- Fotografía # 31: Phylum: Arthropoda, Clase: Maxillopoda 27
- Fotografía # 32: Phylum: Arthropoda, Clase Maxillopoda 27

LISTA DE FIGURAS

- Figura # 1: Mapa del río Atacames 3
- Figura # 2: Mapa del uso del suelo Cantón Atacames 4
- Figura # 3: Mapa del río Atacames con los puntos de muestreo 15
- Figura # 4: Abundancia de la comunidad zooplanctónica 28
- Figura #5: Concentración Biológica de individuos en el medio, muestreo Nov-2013..... 30
- Figura #6: Concentración Biológica de individuos en el medio, muestreo Dic-2013..... 32
- Figura #7: Concentración Biológica de individuos en el medio, muestreo Nov-2014..... 34
- Figura #8: Concentración Biológica de individuos en el medio, muestreo Dic-2014..... 36

LISTA DE TABLAS

- Tabla # 1: Cobertura y uso del suelo del Cantón Atacames 5
- Tabla # 2: Puntos GPS..... 13
- Tabla # 3: Volúmenes del agua utilizada..... 20
- Tabla # 4: Características del curso de agua en cada estación 25
- Tabla #5: Análisis Cuantitativo y Concentración De Individuos por Especies en el Medio noviembre 2013..... 29
- Tabla #6: Análisis Cuantitativo y Concentración de Individuos por Especies en el Medio diciembre 2013 31

- Tabla #7: Análisis Cuantitativo Y Concentración de Individuos por Especies en el Medio noviembre 2014 33
- Tabla #8: Análisis Cuantitativo Y Concentración de Individuos por Especies en el Medio diciembre 2014 35
- Tabla # 9: Composición Taxonómica, Composición de Fauna e Índice de Shannon Weaver37
- Tabla #10: Índice de Margalef 38
- Tabla #11: Índice de Simpson 39
- Tabla #12: Análisis ANOVA entre puntos de muestreo para el factor abundancia de Zooplancton 40
- Tabla # 13: Análisis ANOVA entre puntos de muestreo para el factor abundancia de Zooplancton41
- Tabla #14: Correlaciones entre densidad de especies y parámetros físico – químicos 42

TEMA:

“Comunidad Zooplanctonica del Río Atacames (Esmeraldas – Ecuador)”.

RESUMEN

El presente estudio se lo realizó con el afán de generar información relevante sobre la calidad del agua y el estado biológico del río Atacames, se justifica esta investigación por la escasa y nula información que se posee sobre el estado de este recurso hídrico. Como objetivo de la investigación se planteó describir la comunidad zooplanctónica del río Atacames y observar su relación con la calidad del agua.

Para la realización del estudio se establecieron 5 puntos de muestreo o estaciones de muestreo dentro de las diferentes zonas de la cuenca del río Atacames; es así que se estableció para la cuenca alta: Repartidero, cuenca media: Boca de Tazone, Las Vegas, La Lucha y cuenca baja: Las brisas es aquí donde se realizaron los muestreos simultáneamente en estos puntos durante un mismo día para que no existan diferencia significativas dentro de los factores que pueden alterar la muestra de agua. Los puntos de muestreos están ubicados estratégicamente de acuerdo a la accesibilidad vial y contiguos a centros poblados que son lugares donde ocurren actividades antropogénicas y pueden influir en el estado actual del río.

La composición, distribución y abundancia de la comunidad zooplanctónica del río Atacames fue analizada durante los meses de Noviembre - Diciembre de los años 2013 y 2014. Durante estos meses se recolectaron muestras para el análisis cualitativo y cuantitativo de zooplancton.

Existió 2 tipos de muestreo: el cualitativo que sirvió para la identificación de los individuos que conforman los principales grupos de zooplancton de ecosistemas dulceacuícolas y el muestreo cuantitativo que consistió en obtención de las muestras tras la realización de arrastres con red zooplanctónica de 53 μm y 60 μm que sirvieron para establecer el número de individuos de punto de muestreo y por fecha de muestreo.

Junto con el muestreo se registraron las variables o factores físicos – químico, para el estudio se realizaron diferentes análisis: identificación de los individuos mediante la

utilización de claves taxonómicas, se calculó el grado de concentración del zooplancton en el medio.

Con los datos estadísticos se aplicaron los índices de Shannon Weaver, Margalef y de Simpson para determinar la diversidad biológica y el nivel de dominancia de las especies u orden, se comparó la densidad del zooplancton entre las zonas altas, media y bajas mediante el Análisis de la Varianza (ANOVA) y se determinó la relación que tiene el volumen del zooplancton con alguno de los factores físico – químico.

Se identificaron los 3 grupos principales de agua dulce a nivel mundial más representativos en este tipo de ecosistema. La densidad de zooplancton estuvo entre los 6 y 141 individuos por m³. Las especies identificadas fueron los Copépodos, Cladóceras y Rotíferas.

Entre los resultados se destacan que la mayor abundancia de organismos zooplanctónicos se registró en el punto de muestreo conocido como Repartidero cuenca alta del río Atacames en los meses de noviembre y diciembre del 2013 y noviembre del 2014; según los análisis aplicados el volumen de la comunidad está asociado a la temperatura para los rotíferos y copépodos, además de la conductividad para el orden copépodo.

Los resultados obtenidos en esta investigación mediante la aplicación de los aspectos o procesos expuestos anteriormente, fueron analizados e interpretados de manera lógica y matemática. La propuesta está orientada fundamentalmente a plantear posibles alternativas que permitan la solución de la problemática detectada.

Palabras claves: zooplancton, insecto, densidad, correlación, temperatura, conductividad.

TOPIC:

"Zooplankton community of Rio Atacames (Esmeraldas - Ecuador)".

ABSTRAC

The present study was made in an effort to generate relevant information on water quality and the biological state of Atacames River, this research is justified by the low and no information held on the status of this water resource. Aim of the investigation was raised describe the zooplankton community of Atacames River and observe its relationship with water quality.

For the study five sampling points or sampling stations within the different areas of the river basin Atacames settled; so that was set for the upper basin: Repartidero, middle basin: Boca de Tazone, Las Vegas, Fighting and lower basin: Las Brisas is where the samples were taken simultaneously at these points during a single day so that no difference Significant among the factors that can alter the water sample. Sampling points are located strategically according to road accessibility and adjacent population centers are places where human activities occur and may affect the current state of the river.

The composition, distribution and abundance of zooplankton community of Atacames River was analyzed during the months of November to December of the years 2013 and 2014. During these months samples for qualitative and quantitative analysis of zooplankton were collected.

There was 2 types of sampling qualitative served to identify individuals within the main groups of zooplankton in freshwater ecosystems and quantitative sampling was to obtain samples after performing drag with zooplankton network of 53 microns and 60 um which served to establish the number of individuals of the sampling point and sampling date.

Along with sampling variables they were recorded or physical factors - chemical, to study different analyzes were performed: identification of individuals using taxonomic keys, the degree of concentration of zooplankton in the middle was calculated.

With statistical data rates Shannon Weaver, Simpson and Margalef applied for biological diversity and the level of species dominance or order, the density of zooplankton between

high, medium and low areas was compared by analyzing Chemical - Variance (ANOVA) and the relationship of the volume of zooplankton with any of the physical factors are determined.

3 main groups of sweet to most representative in such water ecosystem identified worldwide. Zooplankton density was between 6 and 141 individuals per m³. The species identified were the Copépodos, Cladocera and Rotifera.

Among the results that stand the greatest abundance of zooplankton organisms recorded in the sampling point known as high Repartidero Atacames River basin in the months of November and December 2013 and November 2014; as applied analysis volume is associated community temperature for rotifers and copepods, as well as conductivity to the Copepoda order.

The results obtained in this research by applying aspects or processes discussed above were analyzed and interpreted logically and mathematically. The proposal is designed primarily to propose possible alternatives to solve the problems detected.

Keywords: zooplankton, insect, density, correlation, temperature, conductivity.

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo al Decenio Internacional para la Acción “El agua fuente de vida” 2005 – 2015 la calidad de cualquier cuerpo de agua, superficial o subterránea depende a la vez de factores naturales como de la acción humana. (ONU-Agua, 2011)

Al expresar el termino calidad del agua se refiere a las condiciones en que se encuentra el agua respecto a características físicas, químicas y biológicas, en su estado natural o después de ser alteradas por el accionar humano (Lenntech, 2006). El índice de calidad del agua (ICA), es un término ampliamente usado ya que indica el grado de calidad del agua, él está expresado en porcentaje del agua pura ya que el agua altamente contaminada tendrá un ICA ≈ 0 %, en tanto que el agua en excelentes condiciones el valor del ICA ≈ 100 %.

Existen criterios predefinidos para determinar la calidad del agua en función de los usos que esta tendría, siendo probablemente el agua para consumo humano la que más criterios y regulaciones asociadas presenta; como por ejemplo en el Ecuador se cuenta con las Normas INEN¹ para agua potable NTE INEN 1108 y para Agua purificada envasada NTE INEN 2200.

El agua para uso humano posee límites permisibles de acuerdo a cada uno de los componentes que persisten en ella, en la actualidad se emplea a comunidades biológicas para la evaluación de la calidad del agua, las razones principales para la utilización de seres vivos es el bajo costo y lo relativamente fácil de implementar programas de monitoreo; los índices biológicos informan de situaciones acontecidas algún tiempo atrás, desvelando factores no presentes en el momento de la toma de muestras (Iannacone et al. 2001, Silva et al. 2006)

El estado ecológico del agua viene a ser el término adecuado para hablar de comunidades biológicas y se refiere a la estructura y funcionamiento de los ecosistemas y por lo tanto su medida integra una visión del estado de salud del sistema acuático. (Agencia Andaluza del Ambiente, 2008). Siendo que el rol clave que cumple el zooplancton dentro de estos ecosistemas acuáticos es el de realizar la transferencia energética de los productores primarios fotosintéticos hacia los niveles tróficos superiores (Grosspietsch 1999, Suthers & Rissik 2009). El análisis de esta comunidad cobra cada día más importancia.

¹ Instituto Ecuatoriano de Normalización

2. MARCO CONTEXTUAL

2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Estudios realizados en el 2003 por el PMRC² sobre la Calidad de aguas costeras del estuario del río Atacames, reporta que este recibe descargas directas de aguas servidas, basuras entre otros desperdicios advirtiéndose bajos niveles de oxígeno disuelto (4.3 – 4.5 mg/l) que podrían estar relacionados con procesos de degradación incompleta de materia orgánica, siendo probablemente una de las causa vinculadas a este proceso el crecimiento poblacional descontrolado que habría aumentado los niveles de contaminación.

En la demarcación hidrográfica establecida por el Consejo Nacional de Recursos Hídricos (actualmente SENAGUA³) se ubican a diferentes comunidades en zonas cercanas a la cuenca del río Atacames desde su parte alta hasta la parte baja. Donde presumiblemente existirían vertidos de aguas negras y el desalojo de desechos sólidos a su cauce, situación que estaría provocando la degradación de la calidad del agua de esta cuenca.

Entre las investigaciones realizadas en esta cuenca hídrica se puede mencionar: “El Inventario de los Recursos Hídricos de la Cuenca del río Atacames” realizada por la GIZ y el GAD de la Provincia de Esmeraldas con la ayuda de participantes del INAMHI, PUCESE, UTLVT en marzo del 2012.

En esta investigación se pudo determinar el estado de la calidad del agua y como este se encontró presente en el río Atacames, los resultados de este estudio se basaron en el potencial para el manejo integro de la cuenca analizada, donde se demostraron las fortalezas GAD de la Provincia de Esmeraldas en cuanto al manejo del sistema de Gestión de la cuenca del río Atacames; pero que a su vez por limitantes como es el acopio de la información y los análisis no siempre se dispone de detalles ni de series de datos históricos, para determinar proyección y tendencia sobre el comportamiento de un fenómeno social, natural o productivo (GIZ, 2012).

² Programa de Manejo de Recursos Costeros

³ Secretaria Nacional del Agua www.senagua.gob.ec

Esta cuenca limita al norte con el Océano Pacífico, al sur con la parroquia San Gregorio del Canton Muisne, al este con las parroquias Tonsupa, Atacames del canton Atacames y las parroquias, Tabiazo y General Carlos Concha del Canton Esmeraldas, y al oeste con la parroquia Súa y parroquia Muisne. Cuenta con 442 tributarios y 10 afluentes conocidos (Ecocostas, 2006).

La cuenca del río Atacames cubre una superficie de 22.608,3 hectáreas e incluye parte del cantón Atacames (GADPE, 2010).

De acuerdo al mapa de cobertura y uso del Gobierno Provincial de Esmeraldas del 2010 (Figura# 2), la unidad hidrográfica del río Atacames está conformada mayoritariamente por pastos con el 53% seguido de áreas boscosas intervenidas con el 27%, siendo la actividad pecuaria la principal fuente de intervención.

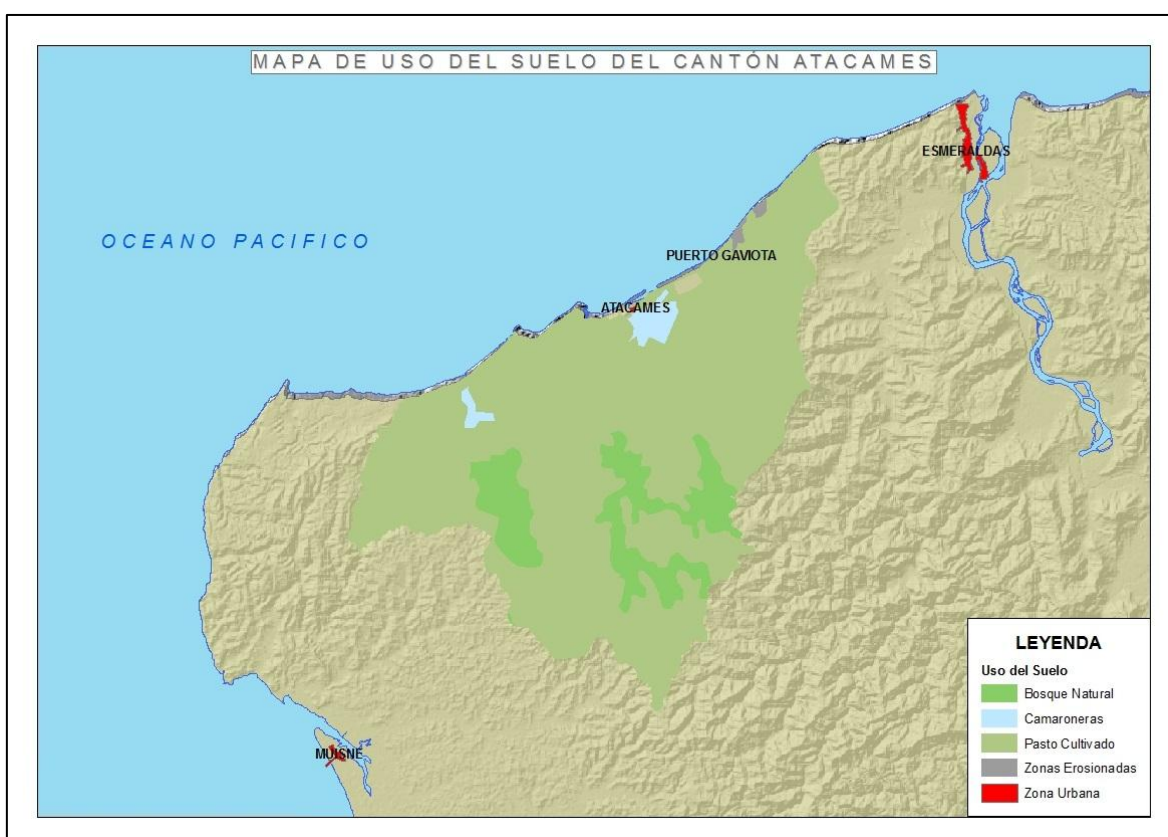


Figura # 2: Mapa uso del suelo Cantón Atacames
Fuente: GADPE

De la tabla 1, se desprende que el 88% de la zona correspondiente a la cuenca del río Atacames está dedicada a actividades agropecuarias seguido de actividades agroforestales

en un 9,5%, camaroneras con 2,4%, y con un porcentaje muy reducido las actividades agroindustriales con apenas un 0,07%. En cuanto a la protección de la cuenca del río Atacames, el 13% de su área se encuentra dentro de la Reserva Ecológica Mache Chindul, con un área igual a 30km².

En la parte del estuario del río Atacames se encuentra el ecosistema de Manglar, esta zona ha sido deteriorada y ocupada principalmente para la construcción de piscinas camaroneras y asentamientos urbanos (GIZ, 2012).

Tabla # 1: Cobertura y uso del suelo del Cantón Atacames

Cobertura	Área ha	Porcentaje
Bosque de Balsa	59	0,3
Bosque de Eucalipto	202	0,9
Bosques medianamente intervenidos	397	1,8
Bosques muy intervenidos	6085	26,9
Bosques secundarios de bosques secos	1736	7,7
Camaroneras	330	1,5
Cultivos agro industriales	9	0,0
Cursos de agua	27	0,1
Herbazales naturales de zonas bajas	132	0,6
Pastos plantados con árboles dispersos	2687	11,9
Pastos plantados degradados	5720	25,3
Pastos plantados puros	3807	16,8
Sistemas agroforestales	1111	4,9
Zonas Urbanas	201	0,9
Zonas de expansión urbana	116	0,5

Fuente: GAD provincial Esmeraldas, 2010 (Escala de estudio 1: 50000)

Con respecto a investigaciones del río Atacames se encuentra la elaborada por el Blgo. Pedro Jiménez Prado (2012), se propuso como objetivo evaluar los efectos de la contaminación del río Atacames sobre la comunidad de peces, empleándolos como indicadores de calidad del agua. Entre las conclusiones resultantes de la investigación destacan: La condiciones presentes en la cuenca alta son mejores que en las otras partes de la cuenca por ejemplo el nivel de oxígeno disuelto se incrementa y la turbidez disminuye mientras se asciende en la cuenca.

Otra de las conclusiones que sobresale habla sobre límites máximos permisibles para coliformes fecales los cuales son sobrepasados en la cuenca media y baja donde se evidencia una clara presencia de excrementos mixtos (hombres – animales) donde los asentamientos humanos y la producción ganadera es permanente

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

2.3.1. Plancton y zooplancton

El plancton es el conjunto de organismos de pequeño tamaño (típicamente <3 cm) que tienen como característica principal habitar la columna de agua con una limitada capacidad de contrarrestar la corriente del agua. De esta manera cualquier organismo que cumpla con esta característica formará parte de esta comunidad acuática (Cifuentes et al, 1997).

El término “plancton” proviene del término griego que significa errante el cual fue acuñado en 1887 por el alemán Victor Hensen para describir a los organismos que derivan con las corrientes marinas y dulceacuícolas. Los organismos del plancton pueden ser útiles como indicadores de los cambios ocurridos en los ecosistemas acuáticos por su rápida respuesta a las condiciones ambientales dictada por sus relativamente cortos ciclos de vida, su sensibilidad a la contaminación y su nula capacidad de escape ante eventos puntuales de contaminación (Duarte, 2010).

Se denomina zooplancton al conjunto de microorganismos acuáticos que no poseen capacidad fotosintética (heterótrofos) y que viven suspendidos en la columna de agua. (Conde-Porcuna, 2004)

El zooplancton de sistemas dulceacuícolas incluye a organismos de distintos taxones, con tamaños que van desde 30 µm hasta 4 o 5 mm. Desempeñan roles tróficos de filtradores herbívoros así como depredadores activos (consumidores primarios y secundarios). Este grupo incluye Rotíferos, microcrustáceos de los órdenes Cladóceras, Copépoda (subórdenes calanoida y cyclopoida), además de la clase Ostrácoda y estadios larvales de insectos y moluscos entre otros. (Marcus *et al.*, 1994). Para los sistemas dulceacuícolas se distinguen mayoritariamente 3 grupos principales de zooplancton (Iglesias, 2007). Rotíferos, Cladóceros y Copépodos.

Dentro de las investigaciones realizadas sobre la comunidad de zooplancton en aguas costeras en la provincia de Esmeraldas se cuenta con el trabajo publicado por Cristhina Naranjo en el año 2004 “Comunidades del zooplancton en los ríos Teaone, Esmeraldas, terminal petrolero, y el Balneario de las Palmas”. En este estudio se describió la abundancia y composición de esta comunidad y su dinámica espacio temporal en 2 diferentes épocas del año; la época seca y la época lluviosa.

Cabe mencionar que no existen estudios realizados para la comunidad zooplanctónica del río Atacames.

2.3.2. Importancia del zooplancton

En la red alimenticia de los sistemas acuáticos, el zooplancton es el principal eslabón de flujo de energía entre los productores primarios y los niveles superiores de la red trófica (Horne y Goldman, 1994), peces e invertebrados. Además esta comunidad actúa reciclando nutrientes y por tanto aporta nitrógeno y fósforo al medio acuático a través de su excreción. Constituyen el principal grupo de herbívoros de estos ecosistemas (Goyenola, 2007).

2.3.3. Zooplancton de ecosistemas dulceacuícolas como indicador de calidad.

La importancia del zooplancton radica por características propias de estos microorganismos: son organismos que discriminan sus respuestas al medio ambiente, que integran factores físicos, químicos y biológicos en el tiempo (Duggan et al 2002). Por tener un papel importante en el ciclo de nutrientes y la transferencia de energía donde sus representantes están dentro de los niveles tróficos superiores y los productores primarios (Pedrozo & Rocha 2005). Y poseer cortos periodos en los cuales se generan cambios en su composición específica, por ejemplo la comunidad de rotíferos que son sensibles a las alteraciones de sus hábitats poseen una amplia distribución geográfica que solo está asociada a las características ambientales de los ecosistemas acuícolas, son relativamente fáciles de ser identificados y son abundantes a diferencia de otros organismos indicadores en sistemas acuáticos. (García, 2001)

Mediante la caracterización de la comunidad zooplanctónica el observar la presencia o ausencia de estos organismos y su posible relación de alguno de los factores físico – químico, con respecto a la abundancia de esta comunidad sería posible inferir el estado actual en el que se encuentra la calidad de agua del río Atacames y su evaluación periódica

podría servir para observar tendencias.

En el presente estudio se utilizara a la comunidad de zooplancton como indicador de calidad de agua o buen estado ecológico debido a su sensibilidad o tolerancia a residuos orgánicos y químicos.

2.4. MARCO LEGAL

La normativa vigente en la Constitución Política de la República del Ecuador con respecto al recurso hídrico se centra en que *"El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua.*

La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua." (Ecuador, 2008), concluyendo que es una cuestión prioritaria en los sistemas de Gestión.

Dentro de la misma, sirven como sustento legal de la presente investigación los siguientes artículos:

En la ley de prevención y control de la contaminación ambiental, CAPITULO II De la prevención y control de la contaminación de las aguas se menciona:

Art. 6.- Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, a las redes de alcantarillado, o en las quebradas, acequias, ríos, lagos naturales o artificiales, o en las aguas marítimas, así como infiltrar en terrenos, las aguas residuales que contengan contaminantes que sean nocivos a la salud humana, a la fauna, a la flora y a las propiedades.

Art. 12. Reconoce que el recurso agua es un derecho humano fundamental e irrenunciable y es patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.

Art. 14. Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, sumak kawsay.

Art. 411. Se garantiza por parte del Estado la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua. La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.

Texto Unificado de Legislación Secundario del Ministerio del Ambiental–TULSMA Libro VI Anexo 1 Sección 4

4.1.20 Criterios de calidad para aguas de consumo humano y uso doméstico

4.1.1.1 Se entiende por agua para consumo humano y uso doméstico aquella que se emplea en actividades como:

- a) Bebida y preparación de alimentos para consumo,*
- b) Satisfacción de necesidades domésticas, individuales o colectivas, tales como higiene personal y limpieza de elementos, materiales o utensilios,*
- c) Fabricación o procesamiento de alimentos en general.*

4.1.1.2 Esta Norma se aplica durante la captación de la misma y se refiere a las aguas para consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieran de tratamiento convencional, deberán cumplir con los siguientes criterios.

Art. 209 De la calidad del agua.- Son las características físicas, químicas y biológicas que establecen la composición del agua y la hacen apta para satisfacer la salud, el bienestar de la población y el equilibrio ecológico. La evaluación y control de la calidad de agua, se la realizará con procedimientos analíticos, muestreos y monitoreos de descargas, vertidos y cuerpos receptores; dichos lineamientos se encuentran detallados en el Anexo I.

En cualquier caso, la Autoridad Ambiental Competente, podrá disponer al Sujeto de Control responsable de las descargas y vertidos, que realice muestreos de sus descargas así como del cuerpo de agua receptor.

Toda actividad antrópica deberá realizar las acciones preventivas necesarias para no alterar y asegurar la calidad y cantidad de agua de las cuencas hídricas, la alteración de la composición físico-química y biológica de fuentes de agua por efecto de descargas y

vertidos líquidos o disposición de desechos en general u otras acciones negativas sobre sus componentes, conllevará las sanciones que correspondan a cada caso

Sabiendo que la Ley Ecuatoriana es la única que da derecho a la naturaleza, se ha tomado para reforzar esta investigación solo los artículos que van desde la protección, que parte desde la leyes generales concernientes al recurso agua, siguiendo con los compromisos de conservación a las cuencas hídricas y por ultimo las sanciones, en caso de causar alguna afectación al recurso hídrico y con ello a los organismos que en él habitan.

El Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio Ambiental (MAE, 2015), establece los límites máximos permisibles de contaminación de cuerpos hídricos. En este reglamento en el Libro VI anexo1 no se disponen de normativas específicas referentes a comunidades biológicas para ser relacionadas con calidad del agua, sin existir parámetros referenciales para la comunidad zooplanctonica que pudieran aplicarse.

Art. 253 Del objeto.- *Dar seguimiento sistemático y permanente, continuo o periódico, mediante reportes cuyo contenido está establecido en la normativa y en el permiso ambiental, que contiene las observaciones visuales, los registros de recolección, los análisis y la evaluación de los resultados de los muestreos para 97medición de parámetros de la calidad y/o de alteraciones en los medios físico, biótico, socio-cultural; permitiendo evaluar el desempeño de un proyecto, actividad u obra en el cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental y de la normativa ambiental vigente.*

Los monitoreos de los recursos naturales deberán evaluar la calidad ambiental por medio del análisis de indicadores cualitativos y cuantitativos del área de influencia de la actividad controlada y deberán ser contrastados con datos de resultados de línea base y con resultados de muestreos anteriores, de ser el caso.

Art. 257 Muestreo.- *Es la actividad de toma de muestras con fines de evaluación de la calidad ambiental. Además de las disposiciones establecidas en el Plan de Monitoreo Ambiental, la toma de muestras puede requerir de disposiciones puntuales sobre el sitio de muestreo, la temporalidad de los muestreos, el tipo y frecuencia de muestreo, los procedimientos o métodos de muestreo, los tipos de envases y procedimientos de preservación para la muestra de acuerdo a los parámetros a analizar. Estos deben hacerse en base a las normas técnicas ecuatorianas o en su defecto a normas o estándares*

aceptados en el ámbito internacional; se debe además, mantener un protocolo de custodia de las muestras.

Los muestreos deberán realizarse cumpliendo con las normas técnicas establecidas para el efecto. Los análisis deben ser realizados por laboratorios cuyos parámetros se encuentren acreditados ante el organismo competente. Para la toma de muestras de las descargas, emisiones y vertidos, el Sujeto de Control deberá disponer de sitios adecuados para muestreo y aforo de los mismos y proporcionará todas las facilidades para el efecto, así como los datos de la materia prima, y los productos químicos utilizados, entre otros, para que el personal técnico encargado del control, pueda efectuar su trabajo conforme a lo establecido en las normas técnicas ambientales.

En toda caracterización de descargas, emisiones o vertidos deberán constar las respectivas condiciones y circunstancias bajo las cuales fueron tomadas las muestras. Para la toma de muestras en cuerpos receptores se contemplará el área de influencia de la emisión o vertido y la temporalidad de los sucesos

Art. 210 Prohibición.- De conformidad con la normativa legal vigente:

- a) Se prohíbe la utilización de agua de cualquier fuente, incluida las subterráneas, con el propósito de diluir los efluentes líquidos no tratados;*
- b) Se prohíbe la descarga y vertido que sobrepase los límites permisibles o criterios de calidad correspondientes establecidos en este Libro, en las normas técnicas o anexos de aplicación;*
- c) Se prohíbe la descarga y vertidos de aguas servidas o industriales, en quebradas secas o nacimientos de cuerpos hídricos u ojos de agua; y, d) Se prohíbe la descarga y vertidos de aguas servidas o industriales, sobre cuerpos hídricos, cuyo caudal mínimo anual no esté en capacidad de soportar la descarga; es decir que, sobrepase la capacidad de carga del cuerpo hídrico.*

La Autoridad Ambiental Nacional, en coordinación con las autoridades del Agua y agencias de regulación competentes, son quienes establecerán los criterios bajo los cuales se definirá la capacidad de carga de los cuerpos hídricos mencionados.

Art. 211 Tratamiento de aguas residuales urbanas y rurales.- La Autoridad Ambiental Competente en coordinación con la Agencia de Regulación y Control del Agua, verificará el cumplimiento de las normas técnicas en las descargas provenientes de los sistemas de tratamiento implementados por los Gobiernos Autónomos Descentralizados.

Las actividades productivas, se sujetarán a lo dispuesto en el presente Libro y a la normativa técnica que para el efecto emita la Autoridad Ambiental Nacional. La gestión y el mantenimiento de sistemas de tratamiento de agua deberán ser monitoreados y evaluados por medio de los mecanismos de control y seguimiento establecidos en este Libro.

La normativa técnica a seguir para realizar estudios de análisis de aguas es la Normativa Técnica Ecuatoriana INEN que establece los parámetros e indicaciones a tomar en cuenta cuando se realicen muestreos de agua (INEN 2 176:1998) y como se debe manejar y conservar muestras antes de los análisis (INEN 2 169:98).

3. OBJETIVOS

El presente trabajo se ha planteado los siguientes objetivos:

3.1 OBJETIVO GENERAL

Describir la comunidad zooplanctonica en el río Atacames y observar su relación con la calidad del agua.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los principales grupos y especies que componen la comunidad zooplanctonica del río Atacames
- Describir diferencias de abundancia y composición de especies en distintos tramos del río Atacames.
- Observar las variables físico- químicas que influirían en la distribución y abundancia de zooplanctones del río Atacames.

La hipótesis planteada para el presente trabajo es: La estructura y la abundancia del zooplancton del río Atacames deberían exhibir diferencias en las diferentes partes de este cauce.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se desarrolló en el río Atacames y en el laboratorio de la Escuela de Gestión Ambiental de la PUCESE desde noviembre del 2013 hasta enero del 2015 donde se realizaron las siguientes actividades principales:

4.1. Determinación de estaciones de análisis

Mediante una visita de campo realizada el 26 de octubre del 2013 se recorrió la cuenca del río Atacames, ubicándose las estaciones de análisis; se utilizó como límite superior hasta donde puede acceder un vehículo 4X4. Desde este punto se subió 10 minutos caminando considerándose a este sector como parte alta de la cuenca (Estación 1, parte alta); desde allí se descendió y en función de los accesos carrózales al curso del río se determinaron 4 estaciones más, las que fueron georreferenciadas en coordenadas UTM Datum WGS 84

Zona 17S, para posteriormente ubicarlas en un mapa diseñado con el software Arc Map de esta forma se tuvieron 5 estaciones de análisis.

4.2. Puntos de Muestreo (Estaciones de Análisis)

Los 5 puntos de muestreo se dividen dentro de las diferentes zonas de la cuenca:

Cuenca alta: Repartidero

Cuenca media: Boca de Tazone, Las Vegas, La Lucha

Cuenca baja: Las Brisas

La identificación de las zonas de muestreo y toma de los puntos con GPS se realizó entre el 28 y 31 de octubre del 2013; la información de sus coordenadas se muestra en la tabla #2:

Tabla 2: Puntos GPS

ZONAS	PUNTOS DE GPS		Estación de análisis	Numero de Fotografía
	X	Y		
• Repartidero	627597	10077953	1	1
• Boca de Tazone	628024	10082222	2	2
• La Lucha	626948	10086012	3	3
• Las Vegas	627964	10083891	4	4
• Las Brisas	626246	10093072	5	5



Fotografía # 1: Repartidero



Fotografía # 2: Boca de Tazone



Fotografía # 3: Las vegas



Fotografía # 4: La Lucha



Fotografía # 5: Las Brisas



Fotografía # 6 y # 7: Izq. Camino a Repartidero y Entrada a Agua Fría

En las fotografías 6 y 7 se muestran las características de la zona: mucha vegetación, poco caudal en el río y zonas pobladas; la ubicación de las estaciones de análisis se observa en la Figura#3 Mapa de los puntos de muestreo

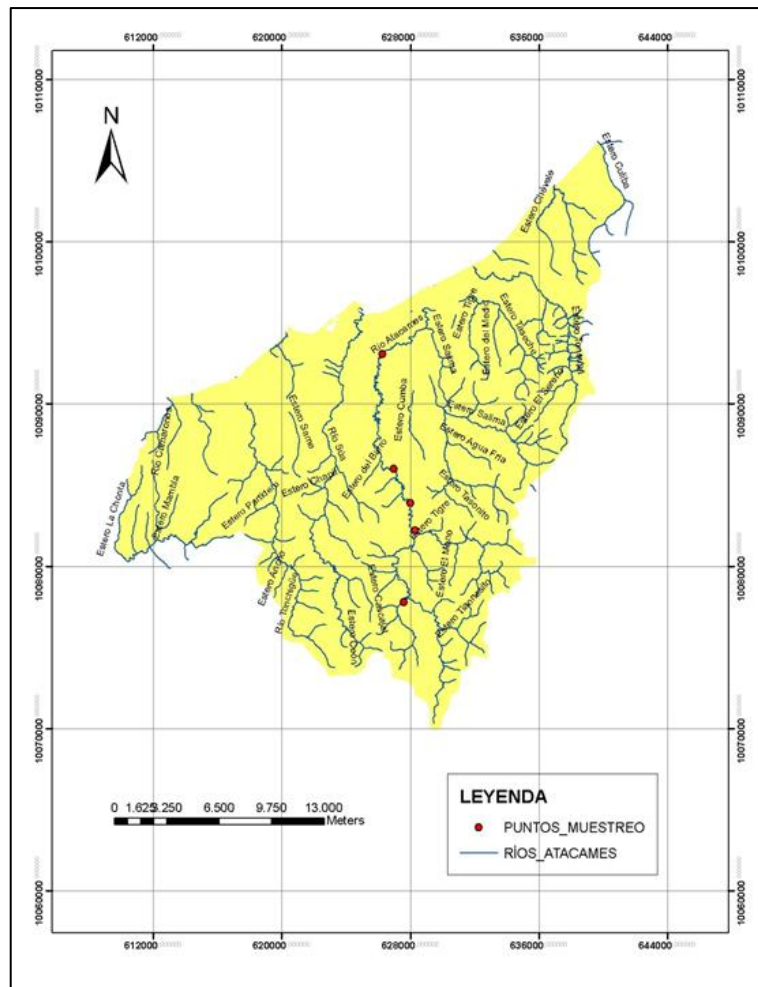


Figura #3: Mapa del río Atacames con la ubicación de los puntos de muestreo

4.3. Registro de variables y colecta de muestras

En cada punto de muestreo se analizaron las siguientes variables:

- Caracterización de la comunidad zooplanctónica:
 - Muestreo cuantitativo
 - Muestreo cualitativo
- Variables físico - químicas:
 - Ph.
 - Turbidez
 - Temperatura

Las salidas a muestrear se realizaron los días 14 de noviembre y 12 de diciembre del 2013 y 21 de noviembre, 12 de diciembre del 2014, se realizaron 4 muestreos en los cuales a su vez existieron 2 tipos de recolección de muestras según la metodología. La colecta de las muestras de agua en el río Atacames se realizó en los 5 puntos de muestreo posteriormente fueron analizadas en el laboratorio EGA PUCESE.

Para la caracterización se utilizaron técnicas de muestreos, variantes de arrastre con red (muestreo cuantitativo), el cual sirve para determinar el número de individuos de cada una de las especies previamente identificadas (abundancia de individuos de la especie X por litro de muestra). Y de colección de muestras con botellas de 500 ml (muestreo cualitativo) el cual se lo emplea para identificar organismos presentes en la comunidad zooplanctónica.

Para el muestreo cualitativo se usaron las mallas de captura de zooplancton las cuales fueron redes cónicas simples de 53 μm y 60 μm (fotografías #10 y #11); para el muestreo cuantitativo se realizaron arrastres horizontales con una duración de 5 minutos y cuyas muestras fueron concentradas en un volumen total de 500ml, para el muestreo cualitativo se adquirieron muestras de agua que fueron alojadas en botellas de 500 ml de plástico, a cada una de las muestra obtenidas en los 2 tipos de muestreos realizados se le agrego 10 ml de alcohol al 7% y 10 ml de formol al 4%.



Fotografía # 8: Red de arrastre de 53 µm.



Fotografía # 9: Red de arrastre de 60 µm.

Para el registro de parámetros físico – químico se utilizó un turbidímetro (Hanna Instruments HI 93703)



Fotografía # 10: Turbidímetro. (Hanna Instruments 93703)

El multiparametro (Hanna Instruments HI 991001) sirvió para tomar el Ph y la temperatura del agua (fotografías #12 y #13) y se llevó registro fotográfico de imágenes del trabajo de campo.



Fotografía # 11: Multiparametros. (Hanna Instrument 991001)

Las 5 estaciones de muestreo fueron adquiridas durante el transcurso del mismo día y siguiendo las fechas previamente establecidas, en cada muestreo se registraron las variables físico – químicas de la columna de agua: pH, temperatura (C°), turbidez (NTU⁴-FAU⁵), conductividad eléctrica (μS/cm)⁶ y velocidad del caudal; estas variables sirven para poder establecer la posible existencia de una correlación de características físico – químicas del agua versus la abundancia y composición de especies zooplanctónicas. (Fotografía 18, 19 y 20). La velocidad del caudal se midió realizando una prueba simple que consistió en medir una distancia de 5 metros en línea recta y utilizando un objeto (pelota de ping pong) que se trasladaba del punto A (inicio) al punto B (final) se tomó el tiempo empleado en el traslado entre estos 2 puntos y como resultado se obtenía una medida en magnitud de m/s⁷ y cuyo valor fue el mismo en los 4 muestreo realizados.

⁴ Unidades nefelométricas de turbidez

⁵ Unidades de atenuación de formazina

⁶ Microsiemens por centímetro

⁷ Unidades de medida de velocidad



Fotografía #12 y #13: Toma de muestras con botellas de 500 ml.



Fotografía # 14 y #15: Toma de muestras con redes de arrastre de 53 μm y 60 μm .

Para determinar el volumen de agua filtrada se empleo la siguiente formula:

Volumen de agua filtrada = superficie del circulo o boca de la red*velocidad de filtrado* tiempo de filtrado.

$$V_f = (\pi * r^2) * \text{Velocidad de filtrado (m/seg.)} * \text{seg.}$$

En la tabla 3 se muestran los volúmenes de agua que se utilizaron en cada uno de los procesos que formaron parte de este estudio. El volumen de agua filtrada (m^3) es la que se utilizó en el muestreo cuantitativo con red de arrastre.

Tabla 3 Volúmenes del agua utilizada

Puntos de muestreo	Volumen de agua filtrada (m ³) en cada muestreo	Volumen de agua filtrada (Litro) en cada muestreo	Volumen al que se llevaron las muestras (Litro) análisis de muestras muestreo cuantitativo	Volumen total de 10 alícuotas (Litro) conteo cuantitativo
Repartidero	423,9	423900	0,001	0,01
Boca de Tazone	4874,85	4874850		
Las Vegas	1907,55	1907550		
La Lucha	4027,05	4027050		
Las Brisas	635,85	635850		



Fotografía # 16, #17 y #18: Toma de parámetros físico – químico.

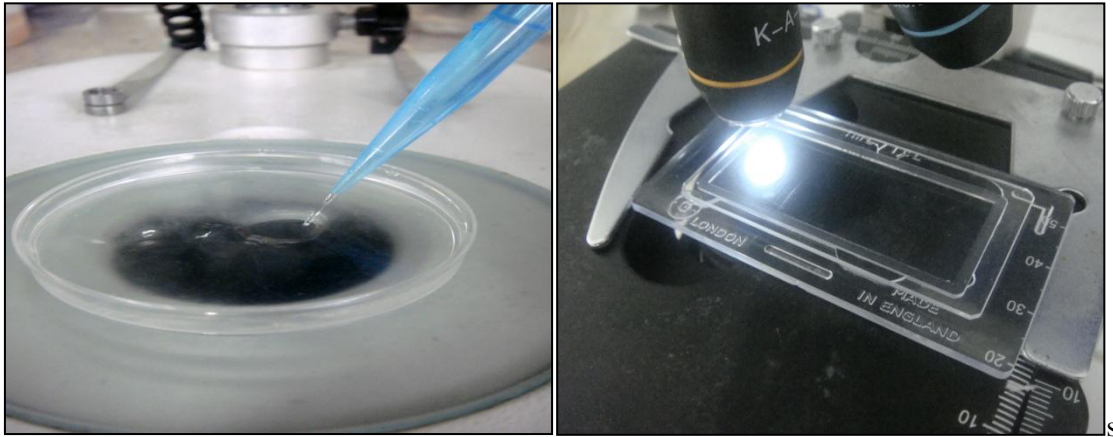
4.4. Análisis de las muestras

Las muestras fueron fijadas, etiquetada y transportadas, posteriormente se conservaron bajo refrigeración; los análisis de las muestras se realizaron en los laboratorios de la Escuela de Gestión Ambiental de la PUCESE donde se procedió de la siguiente manera:

Las muestras cualitativas (de red de arrastre) se colocaron en cajas de petri (fotografía #19) y cámaras de Sedgewick - Rafter (fotografía #20) para la observación bajo microscopio óptico (fotografía#22) y/o lupa binocular (fotografía #23). Los distintos grupos zooplánctonicos, se identificaron basándose en los siguientes materiales bibliográficos:

- Zooplankton methodology, Collection & Identification a field manual. (National Institute of Oceanography, 2004).

- Practical Guide to Identifying Freshwater Crustacean Zooplankton (Cooperative Freshwater Ecology Unit, 2004).



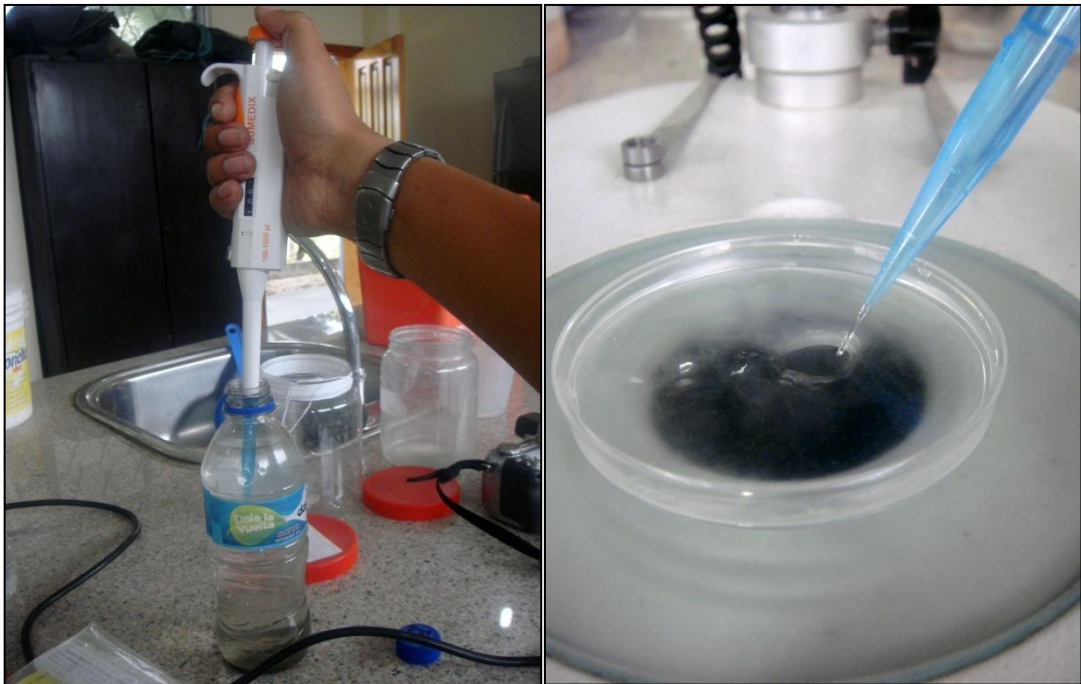
Fotografía #19 y #20: (Der.) Caja de Petri y (Izq.) Cámara Sedgwick - Rafter



Fotografía # 21: Pipeta Automática 100 – 1000 μ l



Fotografía #22 y #23: (Der.) Microscopio Óptico y (Izq.) Lupa Binocular



Fotografía #24 y #25: Toma de 1000 μ l de la muestra de agua y aplicación en una caja de petri para su observación en una lupa binocular.



Fotografía #26: Observación de 1 ml de agua de muestra en una cámara de Sedgewick - Rafter bajo un microscopio óptico.

El análisis de las muestras cuantitativas consistió:

Llevar las muestras a un matraz graduado de 50 ml para luego homogenizar las muestras evitando los movimientos giratorios que concentran el material en el centro para esto se realizó el burbujeo con la pipeta (fotografía #21) que es la forma más práctica y efectiva.

Posterior se llevó a cabo el análisis en la cámara de conteo Sedgewick – Rafter (fotografía #26) para esto se retiraron 10 sub-muestras o alícuotas con un volumen individual de 1000 μ l esto se lo realiza rápidamente para minimizar la decantación de los organismos.

El número de sub-muestras o alícuotas depende de la precisión buscada. Se obtiene mayor precisión contando varias sub-muestras pequeñas que su equivalente en una muestra mayor. Para esto al menos en cada muestra un total de 200 organismos se deben observar.

Para calcular la concentración en el medio se utilizó esta fórmula:

$$C = \frac{(a_1 + a_2 + a_N) * V_M}{(V_1 + V_2 + V_M) V_f}$$

Donde a_1, a_2, a_N es el número de organismos contados en cada alícuota (en caso de tomar más de una), V_M el volumen al que se llevó la muestra, V_1, V_2, V_N el volumen de las alícuotas y V_f el volumen de agua filtrada del medio.

Se aplicaron los índices de:

- **Índice de Shannon – Weaver (índice de diversidad)**

El cual siempre se expresa con un número positivo, que varía entre 0,5 y 5 en ecosistemas naturales, el valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos (Shannon – Weaver, 1949).

La fórmula a aplicarse es la siguiente:

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

P_i =Proporción de individuos de cada especie en la comunidad, esta proporción se estima a partir de n/N , que es la relación entre el número de individuos de la especie $i(n_i)$ y el número total de individuos de todas las especies (N) Esta fórmula se utiliza Log en base 2, pero usualmente se utiliza Log10 o en ln para una mayor facilidad de cálculo, los resultados serán comparables si los datos fueron realizados con los misma base. El índice de Shannon – Wiener esta descrito para comunidades indefinidamente grandes que no se pueden estudiar en su totalidad, resultados es un valor estimado.

- **Índice de Margalef (índice de diversidad)**

Es una medida utilizada en ecología para estimar la biodiversidad de una comunidad con base a la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada (Goswami, 2004).

El índice se Margalef, se interpreta como el valor que arroja la siguiente formula:

$$D = (S - 1) / \ln N$$

Siendo S la riqueza o número de especies y N el número total de individuos de la muestra.

- **Índice de Simpson (índice de dominancia)**

Es uno de los parámetros que nos permiten medir la riqueza de organismos en ecología sirve para cuantificar la biodiversidad de un hábitat (Bouza, 2005).

La fórmula aplicable es la siguiente:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^S n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

Si él n_i es el número de individuos de especies i en la muestra, y N es el número total de todos los individuos contado, entonces es un estimado para el índice de Simpson por probar sin el reemplazo.

$$0 \leq D \leq 1$$

Note que, con los valores cerca de cero que corresponde casi a los ecosistemas muy diversos o heterogéneos y valores uno correspondiendo a los ecosistemas más homogéneos. Biólogos que encuentran esto a veces confundiendo usan $1 / D$ en cambio; confusamente, esta cantidad recíproca

Además se pudo determinar la composición taxonómica y la composición de fauna presente en este ecosistema.

Se comparó la abundancia del zooplancton entre las zonas altas, media y bajas mediante el Análisis de Varianza (ANOVA) (Margarita, 1998) de una vía. Para esto se empleó el software SPSS 18.0. Las variables empleadas para este análisis son la abundancia del zooplancton en relación a cada una de las estaciones de muestreo.

Previo a este análisis se practicó, la Prueba de Kolmogorov – Smirnov que sirve para determinar si los valores siguen una distribución normal en otras palabras sirve para determinar si un conjunto de datos "proviene" de una distribución normal con parámetros "conocidos".

Se realizaron correlaciones entre el volumen de las especies u orden de zooplancton respecto de los factores físico – químico con lo que pretende determinar cuál de estos factores están asociado al crecimiento o disminución del zooplancton.

5. RESULTADOS

Se determinó la presencia y abundancia de 3 grupos principales de zooplancton en el río Atacames:

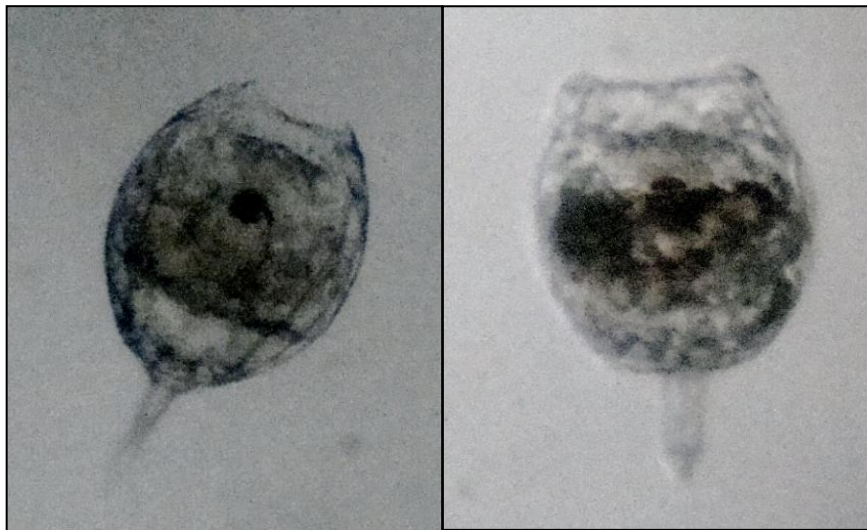
1) Rotíferos:

Breve descripción.-

Sistemática	Constituyen un filo de animales pseudocelomados microscópicos (entre 0,1 - 0,5 mm) con unas 2.200 especies que habitan en aguas dulces, tierra húmeda, musgos, líquenes, hongos, e incluso agua salada
Cuerpo	Generalmente elongado cubierto por una cutícula dividido en cabeza, tronco y pie. Tamaño: entre 30 y 2000 μm
Alimentación	Herbívoro, carnívoros
Hábito	Sésiles y planctónicos
Reproducción	Partenogénesis alternada con reproducción sexual, dimorfismo sexual.

Individuo presente:

Phylum: Pseudocelomados.
Clase: Rotatoria.
Orden: Monogonanta.
Familia: Lecanidae
Género: Lecanidae



Fotografías # 27 y #28

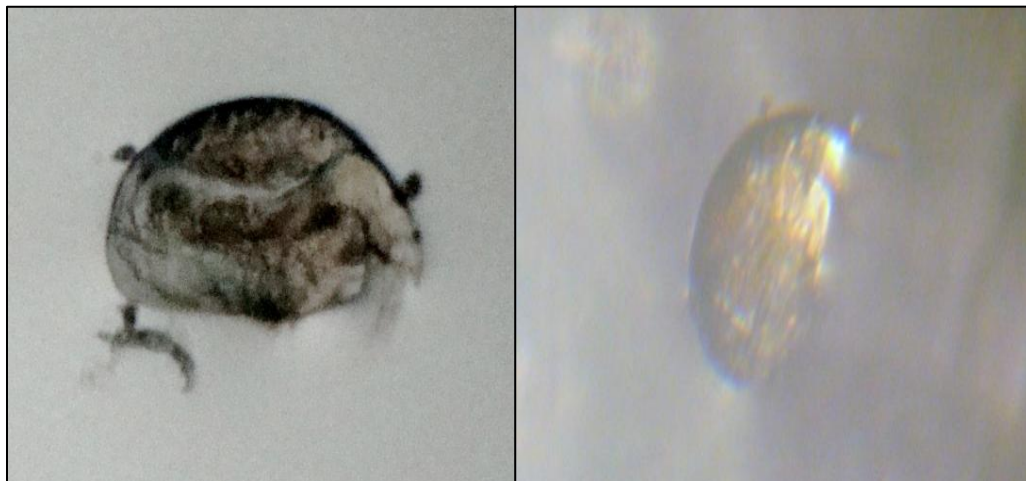
2) Cladóceros:

Breve descripción.-

Sistemática	Crustáceos de la subclase Branchiopoda
Cuerpo	Sin segmentación evidente cubierto por un caparazón quitinoso, tamaño entre 200 y 3000 μm
Alimentación	Herbívoro, filtradores (fitoplancton, detritus), carnívoros
Hábito	Planctónicos, bentónicos, litorales (asociados a la vegetación)
Reproducción	Partenogénesis alternada con reproducción sexual, dimorfismo sexual Ojo compuesto y Ocelo, Antenas segmentadas, Patas torácicas, postabdomen con 2 garras terminales
Ciclomorfois	(Polimorfismo estacional que presentan ciertos organismos)

Individuo presente:

Phylum: Arthropoda
Clase: Branchiopoda
Orden: Anomopoda
Familia: Daphniidae Cladócera
Género: Daphnia



Fotografías # 29 y #30:

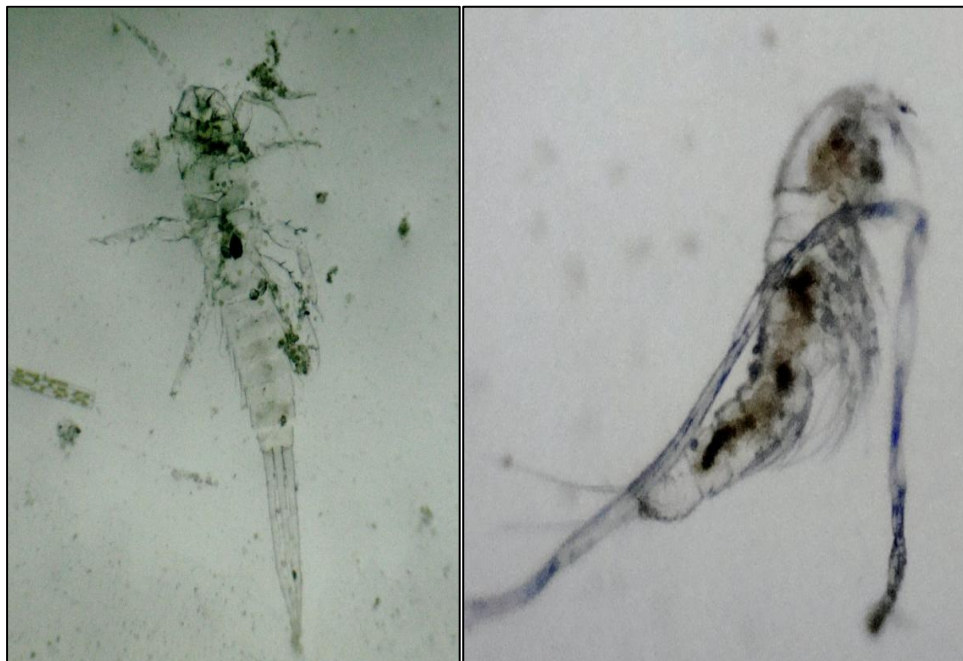
3) Copépodos:

Breve descripción.-

Sistemática	Crustáceos de la clase Copepoda, tres órdenes dulceacuícolas, Calanoida, Cyclopoida y Harpacticoida
Cuerpo	Alargado, segmentado, cefalotórax, abdomen, furcas, tamaño: hasta 5 mm.
Alimentación	Herbívoro, filtradores (fitoplancton, detritus), omnívoros, carnívoros
Hábito	Planctónicos, bentónicos, litorales (asociados a la vegetación)
Reproducción	Reproducción sexual, dimorfismo sexual Ontogénesis: huevo, 4 estadios larvarios (Nauplios), 5 juveniles (Copepoditos)
Ciclomorfofosis	

Individuo presente:

Phylum: Arthropoda
Clase: Maxillopoda
Sub-Clase: Copépoda
Orden: Harpacticoida



Fotografía # 31 y # 32:

En la tabla 4 se indican los parámetros físico – químicos (pH, temperatura, conductividad, velocidad del caudal) los cuales fueron registrados en cada muestreo, del mismo modo se

observa la abundancia estimada de los tres principales grupos zooplanctónicos identificados en las muestras.

Tabla 4: Resumen de variables físico químicas de la columna de agua y abundancia de individuos zooplanctonicos registrados en el presente estudio

PARAMETROS FISICO QUIMICOS / POBLADOS																				
Datos	Poblados																			
	Repartidero				Boca de Tazones				Las Vegas				La Lucha				Las Brisas			
	MUESTREOS																			
Fecha de Muestreos	14 Nov. 13	12 Dic. 13	21 Nov. 14	12 Dic. 14	14 Nov. 13	12 Dic. 13	21 Nov. 14	12 Dic. 14	14 Nov. 13	12 Dic. 13	21 Nov. 14	12 Dic. 14	14 Nov. 13	12 Dic. 13	21 Nov. 14	12 Dic. 14	14 Nov. 13	12 Dic. 13	21 Nov. 14	12 Dic. 14
Ph.	8,9	8,7	8,47	8,81	8,62	8,3	8,66	8,75	8,14	8,2	8,84	8,82	7,49	8,2	8,86	7,84	7,93	7,93	8,82	7,58
Temperatura / °C	25,7	25,5	25,8	30,7	25,8	25,4	26,1	30,5	26,3	26,3	26,8	30	26,6	26,3	27	29,4	25,3	26,3	27,1	29,3
Conductividad (mS/m)	504	485	511	524	530	448	558	560	568	534	560	563	581	498	559	566	552	552	598	617
Velocidad del caudal (m/s)*	0,20	0,22	0,22	0,33	0,48	0,48	0,47	0,46	0,48	0,48	0,47	0,48	0,49	0,47	0,46	0,48	0,41	0,51	0,50	0,50
Número total de ind/0.001l																				
Copepoda	19	34	48	9	22	36	24	8	14	39	34	22	21	41	19	14	19	30	15	17
Cladocera	58	67	141	7	17	22	19	13	17	26	40	23	16	31	25	6	11	32	13	6
Rotifera	30	39	55	12	26	33	33	13	17	33	44	24	20	35	15	18	15	23	15	18

*Estimación de la velocidad del caudal, distancia recorrida (cuerpo flotante) * tiempo transcurrido

Las variaciones de abundancia zooplanctónica en el río Atacames se observan en la figura #4. Los valores más altos de densidad⁸ se registraron para el muestreo del 12 de diciembre del 2013 en todas las estaciones de análisis y a su vez los menores valores de densidad se registraron en el muestreo del 12 de diciembre del 2014.

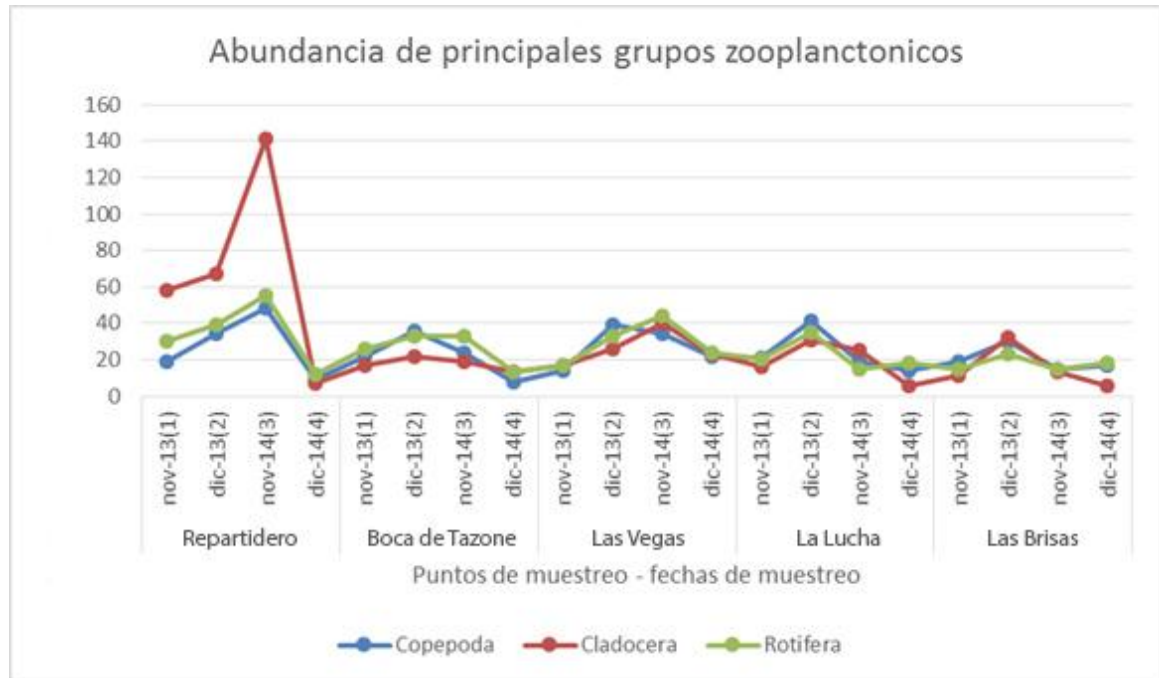


Figura # 4: Abundancia de la comunidad zooplanctónica

5.1. Concentración en el medio

Para poder expresar el nivel de concentración de organismos en el medio (ind./Litro) de cada una de los 3 grupos principales de zooplancton en cada uno de los puntos de muestreo se lo realizó con el método de Kruk et al. 2012. En el mismo se tomaron 10 alícuotas (0,1 ml) de cada estación para cada muestreo, el volumen total de las 10 alícuotas asciende a 0,001 l.

⁸ Sinónimo de abundancia al expresar la cantidad de individuos presentes en un volumen de agua conocido (m³)

Tabla 5 Análisis Cuantitativo Y Concentración De Individuos por Especies En El Medio

RESULTADOS MUESTREO NOVIEMBRE 2013													
LUGARES	ESPECIES	ALICUOTAS										TOTAL (ind/0,001L)	C (ind/L)
		#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10		
Repartidero	Copepoda	5	1	3	1	2	4	1	1	0	1	19	589
	Cladocera	34	7	1	4	2	2	4	1	2	1	58	1798
	Rotifera	12	1	1	3	5	2	1	2	1	2	30	930
Boca de Tazone	Copepoda	2	3	4	1	2	1	2	2	2	3	22	682
	Cladocera	3	1	1	2	3	2	0	1	2	2	17	527
	Rotifera	2	3	3	3	2	2	3	2	3	3	26	806
Las Vegas	Copepoda	2	1	2	2	1	0	1	2	2	1	14	434
	Cladocera	0	3	3	1	2	3	2	1	2	0	17	527
	Rotifera	1	2	2	2	1	2	2	1	2	2	17	527
La Lucha	Copepoda	3	2	1	3	3	1	1	2	2	3	21	651
	Cladocera	2	1	2	1	1	3	2	1	1	2	16	496
	Rotifera	1	2	2	1	3	2	1	4	1	3	20	620
Las Brisas	Copepoda	2	2	0	2	2	2	2	2	3	2	19	589
	Cladocera	0	1	2	2	1	2	0	1	1	1	11	341
	Rotifera	1	2	1	1	2	2	3	0	2	1	15	465

Tabla 6 Análisis Cuantitativo Y Concentración De Individuos por Especies En El Medio

RESULTADOS ANALISIS CUANTITAVO MUESTREO DICIEMBRE 2013													
LUGARES	ESPECIES	ALICUOTAS										TOTAL (ind/0,001L)	C (ind/L)
		#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10		
Repartidero	Copepoda	6	3	2	3	4	3	2	6	3	2	34	1054
	Cladocera	8	12	6	4	2	6	8	10	6	5	67	2077
	Rotifera	4	5	3	5	5	2	4	5	2	4	39	1209
Boca de Tazone	Copepoda	4	4	6	3	1	3	4	5	4	2	36	1116
	Cladocera	3	5	2	1	*	3	1	*	7	*	22	682
	Rotifera	2	3	6	4	5	5	2	3	2	1	33	1023
Las Vegas	Copepoda	3	2	3	5	4	6	3	2	5	6	39	1209
	Cladocera	4	2	1	1	2	2	5	3	2	4	26	806
	Rotifera	2	3	4	5	4	5	2	1	3	4	33	1023
La Lucha	Copepoda	2	3	5	4	6	5	7	3	*	6	41	1271
	Cladocera	2	4	5	4	3	5	4	2	1	1	31	961
	Rotifera	4	2	5	6	*	4	7	4	*	3	35	1085
Las Brisas	Copepoda	4	2	3	2	1	4	6	4	1	3	30	930
	Cladocera	3	2	3	6	5	3	4	1	2	3	32	992
	Rotifera	1	2	2	1	2	4	5	2	3	1	23	713

* No se contabilizaron organismo

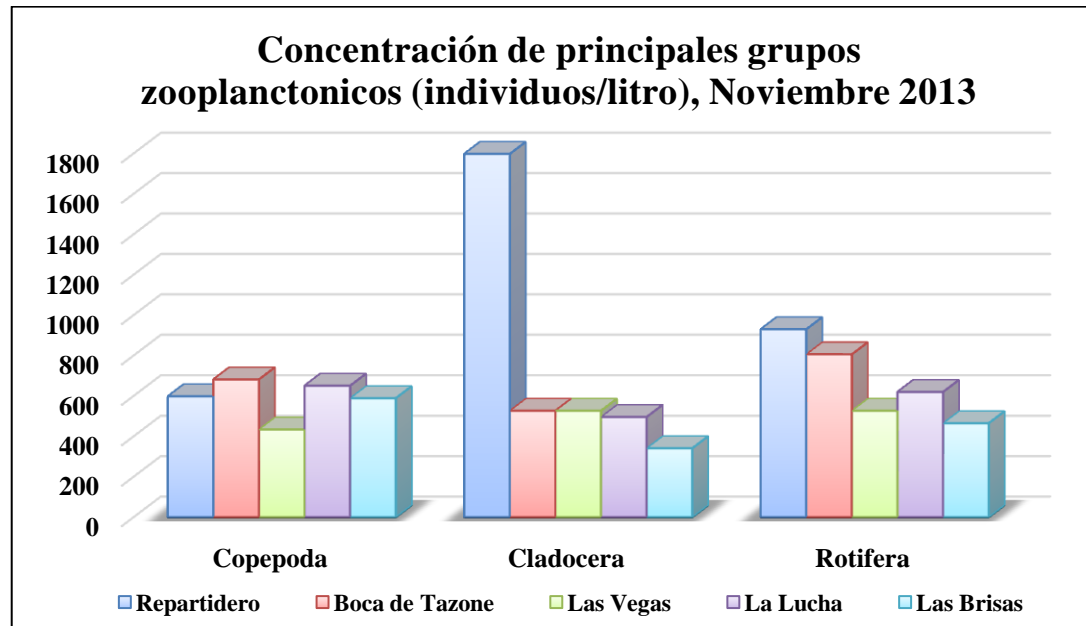


Figura # 5: Concentración biológica de individuos en el medio, muestreo Nov-2013

En la tabla 5 – figura 5 se muestra el resultado del muestreo correspondiente al mes de noviembre del 2013 donde se observa el número de individuos por orden o especie observados en cada alícuota (0,001 L) que se analizó, de acuerdo a la fórmula se expresan los resultados en individuos por litro (ind./L) que también se grafican en barras.

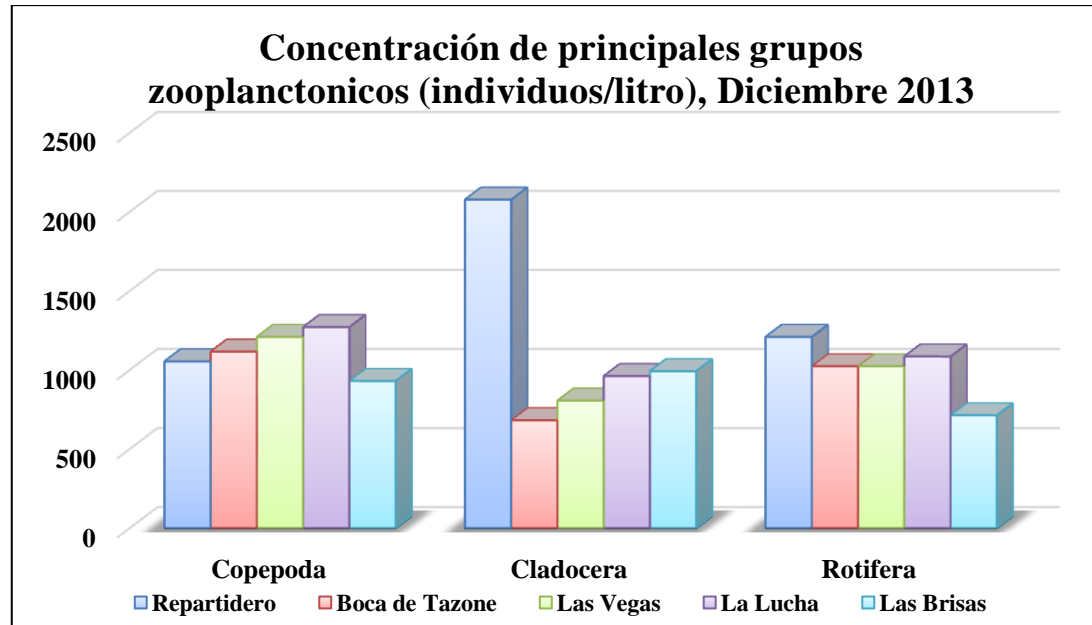


Figura # 6: Concentración biológica de individuos en el medio, muestreo Dic-2013

En la tabla 6 – figura 6, resultados del mes de diciembre del 2013 encontramos alícuotas donde no se observaron individuos de los diferentes orden o especies.

Tabla 7 Análisis Cuantitativo Y Concentración De Individuos por Especies En El Medio

RESULTADOS MUESTREO NOVIEMBRE 2014													
LUGARES	ESPECIES	ALICUOTAS										TOTAL (ind/0,001L)	C (ind/L)
		#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10		
Repartidero	Copepoda	1	12	5	2	8	2	7	3	7	1	48	1488
	Cladocera	9	41	12	9	10	8	16	12	17	7	141	4371
	Rotifera	2	16	5	5	6	2	6	4	5	4	55	1705
Boca de Tazone	Copepoda	2	2	2	1	5	9	1	1	*	1	24	744
	Cladocera	3	*	1	3	4	4	1	*	*	3	19	589
	Rotifera	3	5	1	1	4	6	5	2	2	4	33	1023
Las Vegas	Copepoda	5	3	3	5	7	3	2	2	1	3	34	1054
	Cladocera	4	4	4	2	5	2	7	2	8	2	40	1240
	Rotifera	6	4	3	2	7	8	8	1	2	3	44	1364
La Lucha	Copepoda	2	2	3	1	3	1	*	2	1	4	19	589
	Cladocera	4	2	2	2	3	1	2	1	3	5	25	775
	Rotifera	*	2	1	*	1	1	1	1	4	4	15	465
Las Brisas	Copepoda	1	1	2	*	2	2	3	1	2	1	15	465
	Cladocera	2	1	1	*	2	*	2	2	1	2	13	403
	Rotifera	2	1	3	*	1	1	1	1	3	2	15	465

Tabla 8 Análisis Cuantitativo Y Concentración De Individuos por Especies En El Medio

RESULTADOS MUESTREO DICIEMBRE 2014													
LUGARES	ESPECIES	ALICUOTAS										TOTAL (ind/0,001L)	C (ind/L)
		#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10		
Repartidero	Copepoda	1	1	*	1	1	2	1	1	1	*	9	279
	Cladocera	*	*	*	1	1	1	1	2	*	1	7	217
	Rotifera	*	1	*	2	2	2	2	1	*	2	12	372
Boca de Tazone	Copepoda	*	*	1	2	*	1	2	1	1	*	8	248
	Cladocera	1	*	*	1	1	2	1	1	4	2	13	403
	Rotifera	*	*	1	3	4	1	1	*	1	2	13	403
Las Vegas	Copepoda	2	2	1	4	3	2	1	1	3	3	22	682
	Cladocera	4	2	1	1	2	2	3	3	2	3	23	713
	Rotifera	2	3	2	3	2	3	3	1	3	2	24	744
La Lucha	Copepoda	6	2	1	1	3	*	*	1	*	*	14	434
	Cladocera	3	*	1	1	*	1	*	*	*	*	6	186
	Rotifera	3	2	2	1	1	1	2	1	3	2	18	558
Las Brisas	Copepoda	1	1	1	1	4	2	2	3	1	1	17	527
	Cladocera	1	*	*	1	*	1	1	1	1	1	6	186
	Rotifera	*	1	2	*	1	3	2	2	4	3	18	558

* No se encontró organismo

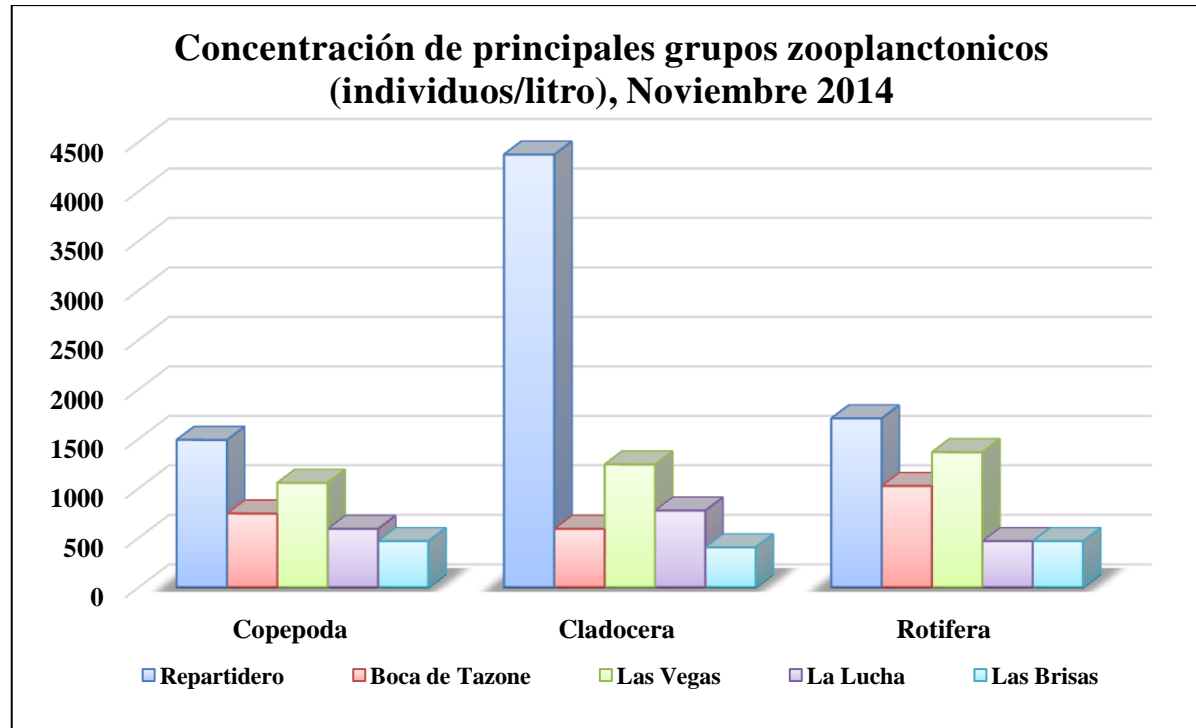


Figura # 7: Concentración biológica de individuos en el medio, muestreo Nov-2014

Como se desprende de la tabla 7 – figura 7, resultados del mes de noviembre del 2014, a diferencia del mes de noviembre del 2013 existen alícuotas donde no se hallaron individuos y cuyos valores totales en la sumatoria son similares a diciembre del 2013; se puede observar la similitud de este muestre con los 2 muestreos previos en cuanto a la familia Cladóceras del orden anostraca, superclase crustacea, cuyo valor de concentración fue mayor en muestras provenientes de la estación Repartidero, parte alta de la cuenca del Atacames.

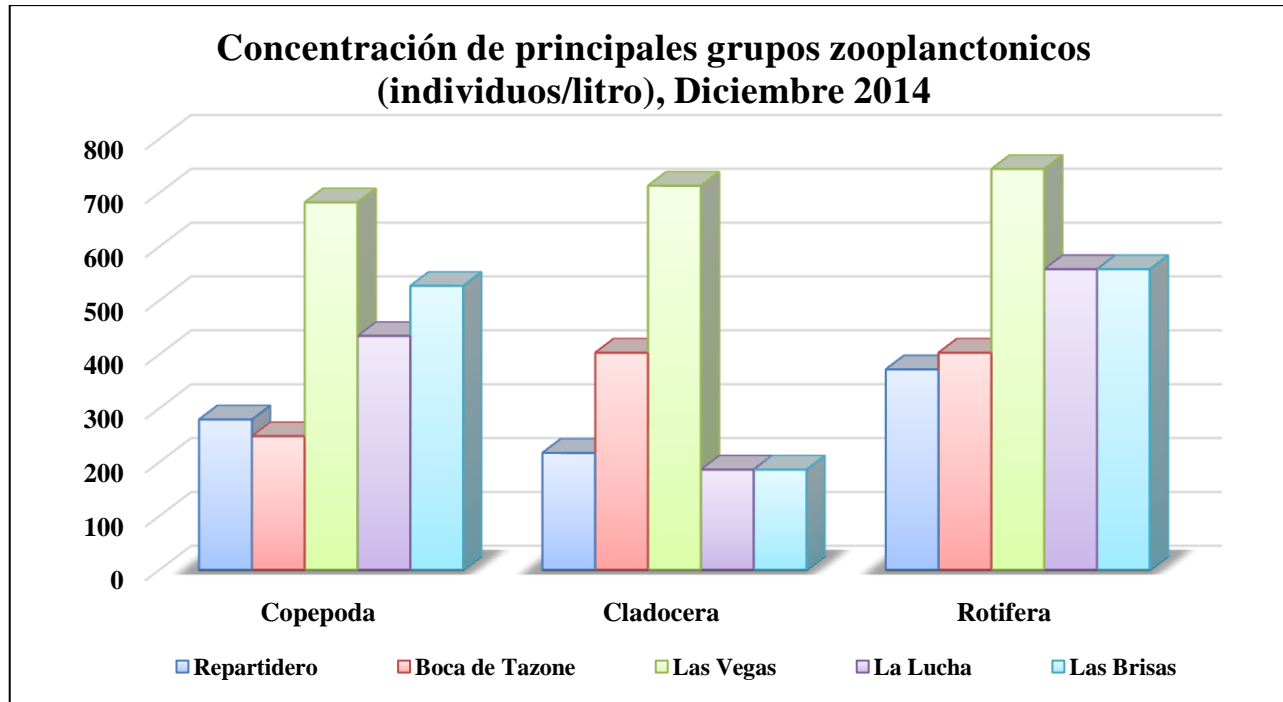


Figura # 8: Concentración biológica de individuos en el medio, muestreo Dic-2014

La tabla 8 – figura 8, diciembre del 2014, con relación al mes de diciembre del 2013 hay una concentración global de zooplancteres inferior, y persisten alícuotas en las que no se observaron individuos de las diferentes grupos analizados.

5.2 Composición Taxonómica, Composición de Fauna e Índice de Shannon Weaver.

En la tabla 9 se observan los resultados que se obtuvieron para la composición taxonómica para cada uno de los taxones encontrados en este ecosistema; composición de fauna valor que se refiere al número de individuos por m³ de agua filtrada y el índice de Shannon – Weaver para el cual se tiene como resultados un valor de 1,0952 con este valor se puede considerar esta zona como de baja diversidad zooplanctónica ya que este tipo de valores son resultados de zonas donde se realizan por lo general actividades humanas.

Tabla 9 de Composición Taxonómica, Composición de Fauna e Índice de Shannon - Weaver

ESPECIES	PUNTOS DE MUESTREO																				TOTAL	COMPOSICION POR TAXÓN IND/M ³	ABUNDANCIA	ln pi	pi (ln*pi)
	REPARTIDERO				BOCA DE TAZONE				LAS VEGAS				LA LUCHA				LAS BRISAS								
	2013		2014		2013		2014		2013		2014		2013		2014		2013		2014						
	nov	dic	nov	dic	nov	dic	nov	dic	nov	dic	nov	dic	nov	dic	Nov	dic	nov	dic	nov	dic					
Copépoda N° Individuos	19	34	48	9	22	36	24	8	14	39	34	22	21	41	19	14	19	30	15	17	485	0,040862063	0,304456999	-0,189225419	-0,362068
Cladóceras N° Individuos	58	67	141	7	17	22	19	13	17	26	40	23	16	31	25	6	11	32	13	6	590	0,049708489	0,37037037	-0,993251773	-0,36787103
Rotífera N° Individuos	30	39	55	12	26	33	33	13	17	33	44	24	20	35	15	18	15	23	15	18	518	0,043642368	0,32517263	-1,123399068	-0,36529863
Σ TOTAL DE IND. / m ³																					1593	INDICE DE SHANNON WEAVER		1,09523766	
COMPOSICION DE FAUNA IND. / m ³																					0,134212921				

5.3 Índice de Margalef

$$D = S - 1 / \log_e N$$

Diversidad = número de especies – 1 / log_e número total de individuos

$$D = 3 - 1 / \log_e 1593 = 0,624567$$

Por el valor inferior a 2 que dio como resultado se consideran a todas las zonas que comprende la cuenca alta, media y baja del río Atacames como zonas de baja diversidad. (National Institute of Oceanography, 2004)

El análisis individual por año de los puntos de muestreo (tabla 10) da como resultado que en el año 2014 en la zona que comprende la cuenca media en el sector de La Lucha y la cuenca baja en el sector de Las Brisas tienen un valor mayor (*) a las otras zona con el que se puede determinar que su nivel de diversidad se pudo haber incrementado.

Tabla 10 Índice de Margalef

ESPECIES	ZONAS	LUGARES	N° TOTAL DE INDIVIDUOS POR MUESTREO				ÍNDICE DE MARGALEF	
			2013		2014		2013	2014
Copepoda Cladocera Rotifera	Alta	Repartidero	107	140	244	28	0,835	0,821
	Media	Boca de Tazone	65	91	76	34	0,911	0,979
		Las Vegas	48	98	118	69	0,924	0,880
		La Lucha	57	107	59	38	0,902	*1,006
	Baja	Las Brisas	45	85	43	41	0,946	*1,039

5.4 Índice de Simpson.

Para el desarrollo de esta fórmula se necesita aplicar la abundancia relativa* que es el número de individuos de cada una de las especies sobre el total de individuos contados de todas las especies u orden.

Así tenemos como resultado:

En la tabla 11 se observan los valores resultantes en este índice los cuales varían entre 0 (baja dominancia o diversidad) y 1 (alta dominancia o diversidad) por lo que tenemos como resultado que la dominancia es más baja que la diversidad y siendo que estos valores son inversamente proporcionales puede ocurrir lo contrario se comprende que cuando el valor de la dominancia es bajo siempre el valor de la diversidad será alto y así a la inversa; en las muestras analizadas tenemos valores similares en todas las estaciones de muestreo por lo que se puede determinar que existe una diversidad similar en todos los puntos de muestreo y no existe dominancia de alguna especie en ellos.

Tabla 11 Índice de Simpson

LUGARES	ESPECIES	TOTAL	ABUNDANCIA*	pi ²		
Repartidero	Copépoda	48	0,188976378	0,03571207		
	Cladóceras	151	0,594488189	0,35341621		
	Rotífera	55	0,216535433	0,04688759		
		254	D	0,43601587	1-D	0,56398413
Boca de Tazone	Copépoda	24	0,315789474	0,09972299		
	Cladóceras	19	0,25	0,0625		
	Rotífera	33	0,434210526	0,18853878		
		76	D	0,35076177	1-D	0,64923823
Las Vegas	Copépoda	34	0,288135593	0,08302212		
	Cladóceras	40	0,338983051	0,11490951		
	Rotífera	44	0,372881356	0,13904051		
		118	D	0,33697213	1-D	0,66302787
La Lucha	Copépoda	19	0,322033898	0,10370583		
	Cladóceras	25	0,423728814	0,17954611		
	Rotífera	15	0,254237288	0,0646366		
		59	D	0,34788854	1-D	0,65211146
Las Brisas	Copépoda	15	0,348837209	0,1216874		
	Cladóceras	13	0,302325581	0,09140076		
	Rotífera	15	0,348837209	0,1216874		
		43	⁹D	0,33477555	¹⁰1-D	0,66522445

⁹ D = Índice de dominancia de Simpson

¹⁰ 1-D = Índice de diversidad de Simpson

5.5 Comparación de medias para determinar la dinámica zooplanctónica en la cuenca alta, media y baja del río Atacames.

Para la comparación de las densidades entre las diferentes zonas: alta, media y baja de la cuenca del río Atacames se realizó un análisis de la varianza (ANOVA); en el mismo se realizaron comparaciones globales que se observan en la tabla 12, las cuales dieron como resultado la existencia de diferencias significativas en la ubicación espacial del total global de individuos éntrelos 5 puntos de muestreo.

Tabla 12 Análisis ANOVA entre estaciones de muestreo para la abundancia de Zooplancton

(I) P.muestreo	(J) P.muestreo	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Repartidero	Boca de Tazone	2,10000*	,37480	,000	1,0745	3,1255
	Las Vegas	1,54167*	,37480	,000	,5162	2,5672
	La Lucha	2,14167*	,37480	,000	1,1162	3,1672
	Las Brisas	2,53333*	,37480	,000	1,5078	3,5588
Boca de Tazone	Repartidero	-2,10000*	,37480	,000	-3,1255	-1,0745
	Las Vegas	-,55833	,37480	,570	-1,5838	,4672
	La Lucha	,04167	,37480	1,000	-,9838	1,0672
	Las Brisas	,43333	,37480	,776	-,5922	1,4588
Las Vegas	Repartidero	-1,54167*	,37480	,000	-2,5672	-,5162
	Boca de Tazone	,55833	,37480	,570	-,4672	1,5838
	La Lucha	,60000	,37480	,497	-,4255	1,6255
	Las Brisas	,99167	,37480	,064	-,0338	2,0172
La Lucha	Repartidero	-2,14167*	,37480	,000	-3,1672	-1,1162
	Boca de Tazone	-,04167	,37480	1,000	-1,0672	,9838
	Las Vegas	-,60000	,37480	,497	-1,6255	,4255
	Las Brisas	,39167	,37480	,834	-,6338	1,4172
Las Brisas	Repartidero	-2,53333*	,37480	,000	-3,5588	-1,5078
	Boca de Tazone	-,43333	,37480	,776	-1,4588	,5922
	Las Vegas	-,99167	,37480	,064	-2,0172	,0338
	La Lucha	-,39167	,37480	,834	-1,4172	,6338

Si Sig. < 0,05 las diferencias son estadísticamente significativas

Mediante el análisis ANOVA se establece que existen diferencias significativas respecto a la abundancia de individuos presentes en relación a los 4 muestreos realizados (tabla 13)

Tabla 13 Análisis ANOVA para establecer existencia de diferencias entre distintos muestreos para el factor abundancia total de Zooplancton

COMPARACIONES MULTIPLES						
(I) Epoca	(J) Epoca	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
nov 2013-	dic 2013	-14,40000	6,56692	,138	-31,7885	2,9885
	nov 2014	-15,66667	6,56692	,092	-33,0551	1,7218
	dic 2014	6,33333	6,56692	,770	-11,0551	23,7218
dic 2013-	nov 2013	14,40000	6,56692	,138	-2,9885	31,7885
	nov 2014	-1,26667	6,56692	,997	-18,6551	16,1218
	dic 2014	20,73333*	6,56692	,013	3,3449	38,1218
nov 2014-	nov 2013	15,66667	6,56692	,092	-1,7218	33,0551
	dic 2013	1,26667	6,56692	,997	-16,1218	18,6551
	dic 2014	22,00000*	6,56692	,008	4,6115	39,3885
dic 2014-	nov 2013	-6,33333	6,56692	,770	-23,7218	11,0551
	dic 2013	-20,73333*	6,56692	,013	-38,1218	-3,3449
	nov 2014	-22,00000*	6,56692	,008	-39,3885	-4,6115

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Si Sig. < 0,05 las diferencias son estadísticamente significativas

5.6 Correlaciones para determinar la influencia de factores físico- químicos en la comunidad zooplanctónica.

Previo al análisis de correlación se llevó a cabo el análisis de normalidad de todas las variables. Como todas las variables presentan una distribución normal se realiza la correlación utilizando el coeficiente de relación de Pearson. Si el coeficiente de correlación es positivo la relación es directamente proporcional. En la tabla 14 se observan dichos valores.

Tabla 14 Tabla de Correlaciones entre densidad de especies y parámetros físico - químicos

VARIABLES	ESPECIES	SIG.	COEFICIENTE DE PEARSON
PH	COPEPODO	0,234	-0,279
	CLADOCERO	0,704	0,090
	ROTIFERO	0,879	-0,036
TEMPERATURA	COPEPODO	0,006*	-0,592*
	CLADOCERO	0,080	-0,401
	ROTIFERO	0,050*	-0,444*
CONDUCTIVIDAD	COPEPODO	0,013*	-0,546*
	CLADOCERO	0,059	-0,430
	ROTIFERO	0,053	-0,439
VELOCIDAD DE LA CORRIENTE	COPEPODO	0,759	0,073
	CLADOCERO	0,771	-0,070
	ROTIFERO	0,828	0,052

Siendo que * menor a 0,05 correlación estadísticamente significativa ($p < 0,05$)

De acuerdo al análisis de correlación existen correlaciones estadísticamente significativas entre algunos de los parámetros físico – químico (temperatura, conductividad) y 2 de los grupos principales de zooplancton (copépodos y rotíferos)

6. DISCUSIÓN

La mayor densidad de individuos zooplanctónicos a lo largo del río Atacames ocurrió en el mes de diciembre del 2013, donde predominaron los copépodos y los cladóceros; mientras que para el año 2014 la mayor densidad de los tres principales grupos zooplanctónicos ocurrió en el mes de noviembre. Estos valores fueron significativamente diferentes de los valores observados en los demás muestreos pero no difirieron entre sí. La mayor abundancia de estos, reflejada en su densidad (número de organismos presentes en un litro de muestra de agua) en ambos años ocurrió para la estación Repartidero, situada en la parte alta de la cuenca del Atacames. Entre las características relevantes de la estación Repartidero se puede mencionar que presentó el menor caudal de todas las estaciones revisadas y además la velocidad de la corriente fue también menor, formándose pozas las cuales fueron muestreadas en el presente estudio.

Además de ser la parte más alta de la cuenca del río Atacames no existen mayores asentamientos poblacionales cercanos al mismo, siendo presumiblemente el sector con menor incidencia antropogénica del curso analizado, a pesar de que no se enviaron muestras de agua a laboratorio para observar la existencia de diferencias de calidad de agua. Otro de los factores que pueden influir en la presencia o ausencia de individuos de un grupo de zooplancteres es la temperatura del agua, siendo el muestreo del 12 de diciembre del 2014 el que tuvo la mayor temperatura del periodo de estudio, oscilando entre 29,3° y 30,7 ° C, y donde Repartidero fue la estación que presentó mayor temperatura con 30,7° C.

En el análisis de correlaciones se puede utilizar la misma metodología aplicada en este estudio pero con variables con distribución no normal para encontrar diferencias entre estaciones de muestreos con respecto a los parámetros físico-químicos (Arroyo, 2007). Existen temperaturas adecuadas para la generación, producción y desarrollo de las diferentes tipos de zooplancteres, por ejemplo el tiempo de generación se correlacionó significativamente positivo ($P < 0.05$) con la masa corporal para Cladocera y copépodos calanoides a 5 ° y 10 ° C, así como 20 ° C para los cladóceros respectivamente de acuerdo al estudio realizado por James Gillooly de la Universidad de Wisconsin (2000).

En el año 2004 en los ríos Teaone y Esmeraldas se realizaron estudios similares sobre la comunidad zooplanctónica, los que dieron como resultados que en la época lluviosa en el río Teaone solo los copépodos tuvieron una presencia del 1% del total de individuos en las

muestras, no obstante el río Esmeraldas en la misma época tuvo una abundancia relativa del 23% de copépodos y un 13% de cladóceros sin registrarse la presencia de rotíferos (Naranjo, 2004).

De acuerdo al resultado del índice de Shannon Weiver se presenta a esta cuenca hidrográfica como de baja diversidad (1.09), ya que entre los 3 grupos principales de zooplancteres presentes se observaron composiciones y abundancia biológica con valores casi similares entre el conteo total de individuos para cada estación. No obstante cabe recalcar que pueden existir sesgos en la determinación de este índice cuando hay menos de 5 especies u orden en una captura a ser analizada.

El análisis de zooplancton realizado en el río Atacames arroja que los Índice de Margalef y de Simpson determinan que este ecosistema posee poca diversidad biológica, no existe dominancia de alguna de las especies en ninguno de los puntos o estaciones de muestreo y que el nivel de dominancia es bajo con respecto a la diversidad; estos resultados se pueden comparar al estado que presenta la composición y abundancia de la comunidad zooplanctonica de un embalse en la comuna Las Balsas en la provincia de Santa Elena donde el ecosistema es medianamente diverso, muy equitativo y poco abundante (Quimí, 2014).

Se reporta la existencia de variaciones de densidades en ecosistemas como estuarios, lagunas y ríos debido al menor stress presente por la diferencias entre estos con respecto al flujo o corrientes del agua; esto se comprobó de acuerdo al estudio realizado en los ríos Salado y Negro contributivos del río Paraná, (Argentina) donde el desarrollo en la densidad y riqueza específica del zooplancton en el río Salado estuvo relacionado con las fluctuaciones hidrológicas, factores abióticos (conductividad del agua, temperatura, sólidos suspendidos y transparencia) y bióticos (fitoplancton), asociadas a la estacionalidad climática (picos máximos de la densidad primaverales) (Santa Margarita, 1998). Tomando como ejemplo el estudio mencionado en los ríos Salado y Negro; entre los factores abióticos que pueden condicionar la variación en la densidad de la comunidad, se encuentran para este estudio la conductividad con valores entre 498 y 617 mS/m presentes en el área de estudio del río Atacames los cuales son altos para ecosistemas de estas características; además de los valores de temperatura presentes que fluctuaron entre 25,3 °C y 30,7 °C.

La biodiversidad de esta cuenca es importante para el desarrollo de la zona ya que por ser un cauce principal su aporte como productor primario de alimento para peces y otros seres, contribuye al desarrollo de otras actividades como lo es la captura de peces y camarones que sirven a su vez para la alimentación de las poblaciones vecinas al cauce.

El análisis ANOVA practicado (tabla 11) sirvió para determinar que existen diferencias estadísticamente significativas del punto 1 estación de muestreo (Repartidero) con respecto a los demás puntos o estaciones de muestreo. Las correlaciones entre los parámetros físicos – químicos y el número de individuos encontrados por punto de muestreo se pudo determinar que la temperatura y la conductividad son factores asociados con el nivel de densidad de la comunidad de estos organismos específicamente con los copépodos (Tabla 13).

La tendencia observada en el presente estudio concuerda con estudios de otras latitudes con tendencias o en comparación al estudio realizado en las llanuras inundables del río Ichilo (Cochabamba – Bolivia) donde también pudieron determinar que la abundancia del zooplancton muestra una relación significativa sea inversa o directamente con el Ph, conductividad, temperatura. (Acosta, 2005); según estudios realizados en el río El Salado en la provincia de Buenos Aires (Argentina) un factor influyente en el nivel de abundancia de cladóceros y copépodos es el nivel del caudal del río ya que varios ríos pueden aportar a la cuenca del Salado así este incrementa su caudal y a su vez el volumen de agua filtrada por la red sea mayor, además de también ser influenciados por la concentración de conductividad otro de los factores ambientales. (River. Res. Applic., 2009).

Cabe recalcar que existen estudios realizados hacia la comunidad zooplanctónica de sistemas dulceacuícolas, pero en causas con características diferentes a las que presenta el río Atacames como son los embalses, lagunas o ríos que presentan una dinámica diferente en cuanto a dimensiones (ancho, profundidad y movimiento del cuerpo de agua), clima, altura expresada en metros sobre el nivel del mar y volumen de agua que trasladan.

La utilización de la comunidad de zooplancton para identificar el estado ecológico de un ecosistema en este caso el río Atacames, es viable por su sensibilidad a los diversos tipos de contaminantes y sus efectos; con solo estimar la ausencia o variación en el volumen de la comunidad de estos microorganismos, estaríamos indicando la variación del estado biológico de este ecosistema.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

Se identificó la presencia de individuos de los 3 grupos principales de zooplancteres dulceacuícolas como son los Copépodos familia Lecanidae, Cladóceros familia Daphniidae (pulgas de agua) y Rotíferos del orden Harpacticoida en toda la zona de estudio en el cauce del río Atacames.

La diferencia existente con respecto a las distintas partes del río Atacames se da en cuanto a la abundancia y no a la estructura de la comunidad ya que todos los organismos tuvieron presencia en las diferentes estaciones de muestreos y en todos los muestreos realizados.

La distribución y abundancia de zooplancteres está relacionada con 2 de las variables físico – químicas registradas como son la temperatura y la conductividad eléctrica las mismas que tuvieron correlaciones estadísticamente significativas: la presencia de copépodos está ligado a la temperatura y la conductividad, para los rotíferos el factor influyente es la conductividad.

7.2. Recomendaciones

Realizar mayor cantidad de estudios en este ecosistema para poder constatar, la existencia, variación y abundancia de especies zooplanctónicas en un tiempo de estudio más prolongado y de observación continua en diferentes épocas del año, que servirán como base para otros estudios.

Realizar un estudio de calidad de agua para determinar otros parámetros químicos en el agua como el (DQO) demanda química de oxígeno y (DBO) demanda bioquímica de oxígeno, coliformes totales y fecales además de metales pesados para analizar el grado de afectación por la realización de actividades antrópicas cercanas a este cauce.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, F. (2005). Caracterización del zooplancton de lagunas en la llanura inundable del río Ichilo (Cochabamba - Bolivia) . Cochabamba, Bolivia .
- Ambrós, A. A. (1986). El Zooplancton del Pacífico Ecuatoriano. CICIMAR.
- Agencia Andaluza del Ambiente. (2008) Evaluación el estado ecológico y químico en ríos. Universitat de Barcelona, España.
- Alvarez A. Jesús, E. R. (2006). Índice de calidad del agua en la cuenca del río Amajac, Hidalgo,.Revista Internacional de Botánica, 71 - 83.
- Arroyo, C. (2007) Evaluación de la calidad de agua de las fuentes hidrográficas del Bosque Protector Río Guajalito (BPRG) a través de la utilización de macroinvertebrados acuáticos, Pichincha, Ecuador.
- Bernal, A., Zea S. (2000). Estructura de la comunidad de zooplancton en condiciones de descarga continental y de afloramiento costero en Santa Marta, Caribe Colombiano. 10 - 12.
- Bouza, C; Covarrubias, D (2005) Estimación del Índice de Diversidad de Simpson en Sitios de Muestreos, Estado de Guerrero, México
- Cifuentes, J., Torres, P., Frías, M., (1997) El océano y sus recursos V: Plancton, México D. F.
- Conde-Porcuna, J.M., E. Ramos-Rodríguez & R. Morales-Baquero. 2004. El zooplancton como integrante en la estructura trófica de los sistemas acuáticos lénticos. ecosistemas 2. H
- Constitución Política del Ecuador. (2008). *Sección sexta Agua. Art. 411*. Montecruti.

- C. Duggan et al (2002) Viability of invertebrate diapausing eggs collected from residual ballast sediment Great Lakes Institute for Environmental Research, University of Windsor, Windsor, Ontario, Canada
- Cueva M. (2013) Efectos Del Derrame De Petróleo Sobre La Dinámica Ecológica De Las Comunidades Zooplanctónicas De La Laguna De Papallacta.
- Dippolito, A. D. A. (2009). Muestreo intensivo del zooplancton en el sector inferior del río Salado (bs. as.) durante la ejecución de una obra hidráulica. Bs.Aires, Argentina.
- Duarte, C (2010) Océano el secreto del planeta. Gobierno de España.
- Ecoplata. (17 de noviembre de 2010). Nuestra Costa. Recuperado el 20 de diciembre de 2012, de <http://www.nuestracosta.com.uy/costas/biodiversidad-en-la-zona-costera-uruguay/913-biodiversidad-en-la-zona-costera-uruguay/57-ficha-informativa-qzooplanctonq>.
- Foissner W, Berger H, Schaumburg J. (1999). Identification and ecology of limnetic plankton ciliates. Informationsberichte des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft.; 3/99:1–793.
- Frutos, S. M. (1998). Densidad y diversidad del zooplancton en los ríos Salado y Negro – planicie del río Paraná – Argentina . Argentina.
- GADPE (Gobierno Autónomo Descentralizado Prefectura de Esmeraldas), (2012). Prioridades para el desarrollo integral., Soluciones Gráficas Dávila & Gómez., Esmeraldas - Ecuador

- GIZ (Agencia Alemana para la Cooperación Internacional), GPE (Gobierno Provincial de Esmeraldas) 2012: “Inventario de los recursos hídricos de la cuenca del Atacámes
- Goyenola, G. (2007). Guía para la utilización de las valijas viajeras-zooplancton (versión 1.0). Uruguay: REDMAPSA
- Gutiérrez, M. E y S. S. S. Sarma. 1999. Zooplancton de sistemas acuáticos epicontinentales mexicanos en la región central de México. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. H112. México D. F..
- González, S. M. (2009). Variaciones de abundancia y biomasa del zooplancton en un embalse. Caracas.
- Grosspietsch, W.J., (1999). Estudio preliminar del zooplancton peruano. Biota
- Goswami S. C. (2004) - Zooplankton methodology, Collection & Identification a field manual. National Institute of Oceanography.
- Hakanson, L., Parparov, A. y Hambright, K., 2000. Modelling the impact of water level fluctuation on water quality (suspended particulate matter) in lake kinner et, Israel Ecological Modelling.
- Hendrickx, M. E. (1983). Estudio de la fauna marina y costera del Sur de Sinaloa, México. V. Contribución al conocimiento de los crustáceos planctónicos del Estero El Verde* . Sinaloa, Mexico.
- HORNE, A.J. & C.R. GOLDMAN. (1994). Zooplancton and zoobenthos, p. 265-2911. In Limnology. McGraw-Hill International Editions.

- Iannacone, J.; Alayo, M.; Arrascue, A.; Sánchez, J. & Abanto, M.; (2001). Las The Biologist (Lima). Vol. 11, N°1, jan-jun 2013 Plankton and benthos as water quality indicator 94 trampas de luz para evaluaciones rapidas de la biodiversidad de la artropofauna: análisis de tres casos.
- IDEAM (2003) Entomofauna lóticabio indicadora de la calidad del agua. Medellín Colombia
- Iglesias, C.,Goyenola, G.,Mazzeo, N.; Rodó, E.; Meerhoff, M. & E. Jeppesen, 2007. Horizontal dynamics of zooplankton in subtropical lake Blanca (Uruguay) hosting multiple zooplankton predators and aquatic plant refuges.
- Iglesias, C. (2007). Guía para la utilización de maleta viajera. Bolivia.
- Jaccard, (1908). Nouvelles recherches sur la distribution florale. Bull. Soc. Vaud. Sci. Nat., 44: 223-270.
- James F. Gillooly. Effect of body size and temperature on generation time in zooplankton, Journal of Plankton Research, 2000, 241-251, DOI: 10.1093/plankt/22.2.241
- José S., Paggi J. (2007) Hydrological Connectivity as a Shaping Force in the Zooplankton Community of Two Lakes in the Paraná River Floodplain, Argentina.
- Kruk C. et al (2012) Limnologia Básica 2012, Practica II: Modulo Dinámica de Comunidades. Montevideo, Uruguay.
- Lenntech, (2006). Agua residual & purificación del aire. Holding B.V. Rotterdamseweg 402 M 2629 HH Delft, Holanda

- León B., (2013) Composición, abundancia y distribución del zooplancton con énfasis en el grupo cladóceras en la costa ecuatoriana durante el crucero demersal de noviembre 2005.
- M. García et al (2001) Las comunidades de zooplancton de los embalses españoles, Madrid, España
- Marcus, N. H. (1984). Recruitment of copepod nauplii into the plankton: Importance of diapause eggs and benthic processes
- Naranjo, C. (2004). Comunidades del zooplancton en los ríos Teaone, Esmeraldas, Terminal Petrolero y en el balneario de las Palmas. Esmeraldas.
- Merayo S. y González E. (2009). Variaciones de abundancia y biomasa del zooplancton en un embalse tropical oligo-mesotrófico del norte de Venezuela. Caracas.
- Prado et al (2012) Distribución Y Abundancia Del Plancton En El Embalse Daule-Peripa Durante 2011-2012.
- Patricio De los Ríos, D. S., M. A. (2010). Comunidades zooplanctónicas en lagos del Parque Nacional Torres del Paine: un nuevo enfoque de análisis de factores reguladores de su estructura comunitaria. Anales Instituto Patagonia, 111-119.
- Pérez, E. (1987). Prevención y Control de la contaminación de las aguas costeras y estuarinas del Ecuador. 1-12.
- Pedrozo, C.D.A.S. & Rocha, O.; (2005). Zooplankton and water quality of lakes of the Northern coast of Rio Grande do Sul State, Brazil. Acta Limnologica Brasileira
- Pholunthin. P (1996). Freshwater zooplankton (Rotifera, Cladocera and Copepoda) from Thale-Noi, South Thailand. Published in J. Sci. Soc. Thailand, 23 (1997) 23 – 24.

- ONU-Agua (2011), Policy Brief on Water Quality.
- Prat, N.; Toja, J.; Sola, C.; M.D. Burgos; Plans, M. & Rieradevall, M.; (1999). Effect of dumping and cleaning activities on the aquatic ecosystems of the Guadiamar River following a toxic flood. Science Total and Environment
- Practical Guide to Identifying Freshwater Crustacean Zooplankton. (2004) Cooperative Freshwater Ecology Unit.
- Programa de Manejo de Recursos Costeros (PMRC). 1993. Plan de Manejo de la ZEM Atacames – Súa - Muisne, Primera Edición. Guayaquil, Ecuador. Pp. 84.
- Quimí, G. (2014). Composición Y Abundancia Del Zooplancton En La Represa San Vicente, Comuna Las Balsas, Durante Junio – Noviembre Del 2013, Santa Elena – Ecuador
- De los Ríos P.. (2008). Un modelo nulo para explicar las asociaciones de especies de crustáceos zooplanctónicos en aguas interiores de la patagonia central y sur. Anales Instituto Patagonia , 25-34.
- Sans K, G. E. (2003). Biodiversidad planctónica en el río de la Plata. Montevideo .
- Sánchez-Colomer, M. R. (2001). Las comunidades de zooplancton de los embalses. Ecosistemas , 1 - 14 .
- Santa Margarita, F. R. U. T. O. S. Densidad Y Diversidad Del Zooplancton En Los Ríos Salado Y Negro–Planicie Del Río Paraná–Argentina.
- Shannon CE, Weaver W (1949) The mathematical theory of communication. University of Illinois Press. Urbana, IL, EEUU. 144 pp.
- Straskraba M, AH Gnauck, (1985). Freshwater Ecosystems. Modelling and Simulation. Development in Environmental Modelling, 8. Elsevier 373

- Silvia Lucia Villanoba-González, N.J. (2010) Influencia de las macrófitas sobre la estructura poblacional de rotíferos y microscrustráceos en un plano de inundación tropical. Medellín.
- Soto D., P. D. (2009). Estudios limnológicos en lagos y lagunas del parque nacional torres del paine (51° S, CHILE). Anales Instituto Patagonia , 63-71.
- Suárez, T. S. (2003). Plan de gestión y desarrollo integral en subcuenca las playitas, Moyúa y Tecomapa, de la cuenca del río Grande de Matagalpa, Municipio de ciudad Darío. Managua.
- Tapia et al. (2006) Estudio De Las Comunidades Del Fitoplancton Y Zooplancton En Monteverde, Península De Santa Elena, Ecuador Durante Noviembre De 2006.
- Walsh. (2004). Hidrobiología. Lima.
- Wetzel, Robert G. (1988/08) ecosistemas de agua dulce, el modelado y la simulación. M. Straskraba y Gnauck AH Elsevier Science Publishers, Amsterdam y VEB Gustav Fischer Verlag, Jena, 1985
- Wickstead, J. H. 1979. Zooplanctonmarino. Ediciones Omega, Barcelona.

ANEXOS

Visita in situ para determinar la ubicación espacial de las estaciones de análisis. (Anexos #1 y #2)



Anexo #1 y Anexo # 2: Toma de puntos con GPS



Anexo: # 3: Medidor de Ph



Anexo: # 4: Medición de Parámetros Ambientales

Anexo 5 Tabla: Fecha y Hora de realización de los muestreos en los puntos de estudio

PUNTOS DE MUESTREO	MUESTREOS			
	FECHAS			
	2013		2014	
	Noviembre	Diciembre	Noviembre	Diciembre
Repartidero	12H25	17H45	09H40	14H30
Boca de Tazone	11H30	17H15	09H05	14H00
Las Vegas	10H18	16H45	08H25	13H40
La Lucha	10H00	16H00	07H55	11H00
Las Brisas	09H40	15H30	07H00	10H35



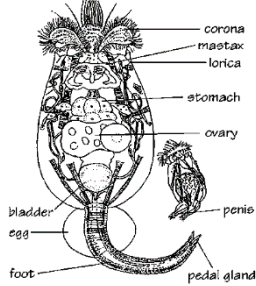
Anexo # 6: Toma de Muestras Cuantitativa




Anexo: # 7 y Anexo # 8: Análisis de muestras, Laboratorios Escuela Gestión Ambiental PUCESE




Anexo # 9: Represa en La Lucha

<p style="text-align: center;">Rotífero</p>	 <p style="text-align: center;">Figura # 1: Rotífero Fuente: Manual on the production and use of live food for aquaculture (FAO, 1996)</p>
<p style="text-align: center;">Sistemática</p>	<p>Constituyen un filo de animales pseudocecelomados microscópicos (entre 0,1 - 0,5 mm) con unas 2.200 especies que habitan en aguas dulces, tierra húmeda, musgos, líquenes, hongos, e incluso agua salada</p>
<p style="text-align: center;">Cuerpo</p>	<p>Generalmente elongado cubierto por una cutícula dividido en cabeza, tronco y pie. Tamaño: entre 30 y 2000 µm</p>
<p style="text-align: center;">Alimentación</p>	<p>Herbívoro, carnívoro</p>
<p style="text-align: center;">Hábito</p>	<p>Sésiles y planctónicos</p>
<p style="text-align: center;">Reproducción</p>	<p>Partenogénesis alternada con reproducción sexual, dimorfismo sexual.</p>
<p style="text-align: center;">Ciclomorfofosis</p>	

Anexo #10: Ficha Rotífero

<p style="text-align: center;">Cladóceros</p>	 <p style="text-align: center;">Figura # 2: Cladóceros Fuente.: Manual on the production and use of live food for aquaculture (FAO, 1996)</p>
<p style="text-align: center;">Sistemática</p>	<p>Crustáceos de la subclase Branchiopoda</p>
<p style="text-align: center;">Cuerpo</p>	<p>Sin segmentación evidente cubierto por un caparazón quitinoso, tamaño entre 200 y 3000 μm</p>
<p style="text-align: center;">Alimentación</p>	<p>Herbívoro, filtradores (fitoplancton, detritus), carnívoros</p>
<p style="text-align: center;">Hábito</p>	<p>Planctónicos, bentónicos, litorales (asociados a la vegetación)</p>
<p style="text-align: center;">Reproducción</p>	<p>Partenogénesis alternada con reproducción sexual, dimorfismo sexual Ojo compuesto y Ocelo, Antenas segmentadas, Patas torácicas, postabdomen con 2 garras terminales</p>
<p style="text-align: center;">Ciclomorfofosis</p>	<p>(Polimorfismo estacional que presentan ciertos organismos)</p>

Anexo #11: Ficha Cladóceros

<p style="text-align: center;">Copépedo</p>	<div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">Figura # 3: Copépedo Fuente.: Manual on the production and use of live food for aquaculture (FAO, 1996)</p>
<p style="text-align: center;">Sistemática</p>	<p>Crustáceos de la clase Copepoda, tres órdenes dulceacuícolas, Calanoida, Cyclopoida y Harpacticoida</p>
<p style="text-align: center;">Cuerpo</p>	<p>Alargado, segmentado, cefalotórax, abdomen, furcas, tamaño: hasta 5 mm.</p>
<p style="text-align: center;">Alimentación</p>	<p>Herbívoro, filtradores (fitoplancton, detritus), omnívoros, carnívoros</p>
<p style="text-align: center;">Hábito</p>	<p>Planctónicos, bentónicos, litorales (asociados a la vegetación)</p>
<p style="text-align: center;">Reproducción</p>	<p>Reproducción sexual, dimorfismo sexual Ontogénesis: huevo, 4 estadios larvarios (Nauplios), 5 juveniles (Copepoditos)</p>
<p style="text-align: center;">Ciclomorfofosis</p>	

Anexo #12: Ficha Copépoda