

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

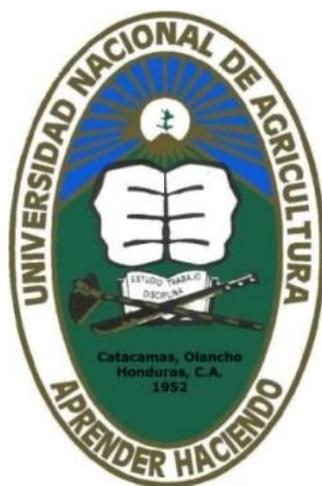
**DETERMINACIÓN DE LAS CONDICIONES DEL AGUA DEL RÍO TALGUA
MEDIANTE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS, MICROBIOLÓGICOS Y
MONITOREO DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS**

PRESENTADO POR:

ALDA MARICELA PACHECO BEJARANO

TESIS

**PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE LICENCIADA EN MANEJO
DE RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE**



CATACAMAS

HONDURAS, C.A.

JUNIO 2016

**DETERMINACIÓN DE LAS CONDICIONES DEL AGUA DEL RÍO TALGUA
MEDIANTE PARAMETROS FISICOQUÍMICOS, MICROBIOLÓGICOS Y
MONITOREO DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS.**

POR:

ALDA MARICELA PACHECO BEJARANO

JORGE ORBIN CARDONA HERNANDEZ, M.Sc.

Asesor Principal

**TESIS PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

LICENCIADA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A

JUNIO 2016

CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	VI
LISTA DE CUADROS	VII
DEDICATORIA	VIII
AGRADECIMIENTO	IX
RESUMEN	X
I. INTRODUCCIÓN	1
III.OBJETIVOS	3
3.1 General.....	3
3.2 Específicos.....	3
IV.REVISIÓN DE LITERATURA	4
4.1 El agua	4
4.2 Calidad del agua	4
4.3 Importancia de la calidad del agua	5
4.4 Contaminación del agua	5
4.4.1 Contaminación de aguas superficiales por plaguicidas	6
4.4.2 La ganadería y la calidad del agua.....	6
4.4.3 Monitoreo y evaluación de calidad de agua	7
4.5 Indicadores físicos y químicos del agua.....	7
4.5.1 Turbidez.....	7
4.5.2 Potencial de iones hidrógenos (pH).....	8
4.5.3 Temperatura.....	8
4.5.4 Oxígeno Disuelto.....	8
4.5.5 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO 5 días)	9
4.5.6 Nitritos y nitratos	9
4.6 Análisis microbiológico.....	9
4.6.1 Bioindicadores	10
4.6.2 Macroinvertebrados bentónicos.....	10

4.6.3 Ventajas al usar macroinvertebrados	11
4.6.4 Descripción de los principales órdenes de macroinvertebrados comunes.....	12
4.7 Indicadores microbiológicos del agua	13
4.9 Índices biológicos	13
4.10 Coliformes fecales	13
V. MATERIALES Y MTODO	15
5.2 Descripción del Área de Estudio	15
Descripción del área	16
5.2.1 Materiales y equipo	16
5.3.1 Método de recolección de muestras fisicoquímico y microbiológico	16
5.2.2 Toma de muestras y frecuencia	17
5.3.3 Índices y calidad de agua.....	17
5.3.4 Metodología de análisis de laboratorio.....	17
5.3.5 Medición del caudal del río	18
5.4 Identificar las poblaciones existentes de macroinvertebrados como indicadores de la calidad de agua.....	20
5.4.1 Método de recolección de muestras biológicas	20
5.4.2 Cálculo del índice Ephemeroptera, Plecóptera y Trichoptera (EPT)	21
5.5 Se estableció la correlación de los parámetros evaluados y el índice EPT	22
V RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
5.1 Análisis de calidad del agua en la microcuenca del Río Tagua	23
5.1.1 Indicadores de calidad de agua analizada en campo	23
5.1.2 Potencial de iones hidrógenos (pH).....	23
5.1.3 Oxígeno disuelto.....	24
5.1.4 Temperatura.....	24
5.1.5 Muestras de agua del laboratorio.....	25
5.2 Recolección de muestra microbiológica.....	25
5.2.1 Coliformes Termotolerantes	25
Figura 5. Resultados de los dos muestreos de Coliformes termotolerantes en el río Tagua	26
5.2.2 La turbidez.....	27
5.2.3 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).....	28

5.2.3 Nitratos	28
5.3 Medición del Caudal del Río	28
5.4 Identificar las poblaciones existentes de macro invertebrados bentónicos como indicadores de la calidad de agua.....	29
5.4.1 EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera.....	32
VI CONCLUSIONES	34
VII RECOMENDACIONES	35
VIII BIBLIOGRAFÍAS	36

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Identificación de sitios de muestreo.....	15
Figura 2 Resultado del pH en los dos muestreos realizados en el Rio Talgua....	22
Figura 3 Resultados obtenidos de oxígeno disuelto.....	22
Figura 4 Variación de la temperatura en los sitios de muestreo.....	23
Figura 5 Resultados de los dos muestreos de los Coliformes termotolerantes...	25
Figura 6 Resultados de medición de caudal en los diferentes sitios de muestreo	27
Figura 7 Familia de macroinvertebrados bentónicos.....	28
Figura 8 Número de individuos colectados en los dos diferentes muestreos.....	29
Figura 9 Correlación de los parámetros evaluados y el índice EPT.....	31
Figura 10 Correlación de los parámetros evaluados y el índice EPT segundo muestreo	33

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1 Localización de las estaciones de muestreo.....	21
Cuadro 3 Clasificación de calidad de agua según el índice de EPT.....	27
Cuadro 4 Resultados obtenidos de los diferentes parámetros según CESCO.....	32

DEDICATORIA

A DIOS TODO PODEROSO que me dio la sabiduría para poder salir adelante, que a él sea la gloria y la honra, gracias a él que me iluminó mi mente en todo momento, me dio salud e inteligencia para poder culminar mi carrera Universitaria.

A mis padres, Santiago Arnulfo Pacheco Calix y María Inés Bejarano Galindo

Por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; mucho de mis logros se los debo a ustedes en los que se incluye este. Me formaron con algunas reglas y libertades pero al final de cuentas, me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos, han sido los mejores padres.

A mis hermanos Olga Isabel Pacheco Bejarano, Yojana Rafaela Pacheco Bejarano y Kevin Eduardo Reyes Pacheco, gracias por ser esa compañía de hermanos, de amigos que he tenido, son lo mejor que tengo y quiero servirles como un ejemplo, que vean reflejado en mis triunfos que nada en la vida es imposible, si se lo proponen con entusiasmo y dedicación.

A un segundo hermano **Marcial Ávila Hernández**, que llegó a mi vida como una mano derecha de apoyo incondicional agradeciéndole infinitamente su apoyo en esta etapa de mi vida.

Agradezco a todos mis familiares y amigos en especial a **Nectali Audel Duarte Martínez, Gabriela Alejandra Ortega Mejía, Deilyn Marilú Bertrán**, por su apoyo y amistad incondicional.

AGRADECIMIENTO

A DIOS TODO PODEROSO que me dio la sabiduría para poder salir adelante, que a él sea la gloria y la honra, gracias a él que me iluminó mi mente en todo momento, me dio salud e inteligencia para poder culminar mi carrera Universitaria.

A mis padres **Santiago Arnulfo Pacheco, María Inez Bejarano**, por el apoyo incondicional en todas las fases de mi vida, y por hacer realidad todos mis sueños.

A mi asesor **M.Sc. ORGE ORBIN CARDONA HERNANDEZ**, por la enseñanza que me ha dado durante todo el proceso de la **TESIS**, por su tiempo, sus conocimientos, sabiduría, amistad y su gran apoyo y deseo de cumplir con un trabajo bien elaborado, completo y valioso.

AL Ing. **Keeryn Armando López**, por su valioso apoyo en todo el proceso de la realización de este estudio.

A los compañeros y amigos que me ayudaron en la etapa de recolección de datos para realizar este estudio.

A mi alma mater, **UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA**, por darme la formación académica y disciplina.

PACHECO BEJARANO, A. M 2016. Determinación de las condiciones del agua de la microcuenca del río Talgua mediante parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y monitoreo de macroinvertebrados bentónicos. Lic. Recursos Naturales y Ambiente. Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas, Olancho, Honduras, C.A. 54 Pág.

RESUMEN

Este estudio se realizó en el Río Talgua en Catacamas Olancho, Honduras en los meses de febrero y abril del 2016, La investigación consistió en la determinación de las condiciones del agua del Río Talgua mediante parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y monitoreo de macroinvertebrados bentónicos, se establecieron cuatro sitios de monitoreo, realizando dos muestreos en los cuales se evaluaron los parámetros, nitratos, temperatura, turbidez, oxígeno disuelto, ph, y demanda bioquímica de oxígeno, microbiológicos coliformes fecales y macroinvertebrados bentónicos, se realizó una correlación mediante una matriz que partió de los resultados entre las variables fisicoquímicas microbiológicas y el índice EPT. En cada sitio de muestreo se evaluados los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y el monitoreo de macroinvertebrados bentónicos, además se realizó un escenario de comparación en los dos muestreo para la comparación de los valores. Según los parámetros fisicoquímicos medidos el agua no presenta un grado de contaminación, mientras tanto en los resultados microbiológicos presento valores altos en cuanto a la presencia de coliformes fecales, comunidad de Guanaja 13,000, cuevas de talgua 2,500 y Humedales UNA 4,500 UFC en los dos muestreos realizados. De acuerdo a los resultados del monitoreo de macroinvertebrados bentónicos se colectaron 333 individuos pertenecientes a 10 ordenes, 13 familias, en lo que respecta en el primer monitoreo se encontró el mayor número de individuos 195, según los valores del índice EPT variaron 61% y 47% pero no se encuentra un impacto negativo en lo que respecta a la calidad del agua, según la correlación realizada se terminó que los parámetros fisicoquímicos son los que están íntimamente relacionados, teniendo menor influencia el índice EPT y coliformes termotolerantes.

Palabras Claves: Bioindicadores, calidad del agua, índice EPT, parámetros unidades formadoras de colonias

I. INTRODUCCIÓN

El agua es uno de los elementos naturales que se encuentran en mayor cantidad en el planeta Tierra, se agregar que el agua es uno de esos elementos que más directamente tienen que ver con la posibilidad del desarrollo de distintas formas de vida. Del mismo modo que sucede con el oxígeno, el agua es esencial para que tantos los vegetales como los animales, el ser humano y todas las formas de vida conocidas puedan existir. Roldán (1988) señala que en las últimas décadas, los ecosistemas acuáticos continentales son los que más han sufrido los impactos causados por la actividad humana. Los desechos industriales y domésticos de una población cada vez más grande, tienen como destino final los ríos, y en último término, el mar. Por estos motivos, la fauna de muchos ríos del mundo ha desaparecido o se ha visto sustancialmente reducida.

Por el afán de conseguir un desarrollo social y económico que llegue a satisfacer las necesidades básicas humanas presentes y futuras, es fundamental conocer y comprender los problemas ambientales para lograr mantener la capacidad de producción del ambiente, utilizando racionalmente los recursos como el agua. Si no se actúa de manera eficiente, la calidad y cantidad mundial del agua se verán gravemente afectadas (Prieto 2004).

El agua tiene dos componentes que están muy relacionadas, calidad y cantidad. Según Roldán (2003) durante los últimos años el concepto de calidad de agua ha ido cambiando rápidamente de un enfoque puramente fisicoquímico a otro que integra todos los componentes del ecosistema.

Por medio de la utilización de bioindicadores se puede conocer, monitorear y evaluar un cambio en la calidad del agua, la salud del ambiente natural y los usos apropiados de este recurso. De acuerdo a Mohammad *et al.* (2007) la bioevaluación o biomonitoreo puede revelar impactos o efectos futuros y presentes que están enmascarados, tales como nuevas sustancias tóxicas que han ingresado al ambiente o posibles cambios en las propiedades físicas. Al mismo tiempo, los cambios o alteraciones a largo plazo sobre un ecosistema pueden ser estudiados. Por estas razones es importante la inclusión de los indicadores biológicos para complementar a los métodos tradicionales en la evaluación de la calidad ambiental y de la integridad de los ecosistemas.

III.OBJETIVOS

3.1 General

Analizar la calidad de agua del Río Talgua mediante la utilización de parámetros fisicoquímicos y la presencia de macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad del agua

3.2 Específicos

- a. Determinar la calidad de agua, mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos del agua del río Talgua
- b. Identificar las poblaciones existentes de macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la calidad de agua
- c. Establecer la correlación de los parámetros evaluados y la calidad del agua

IV.REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 El agua

El agua es un componente de nuestra naturaleza que ha estado presente en la tierra desde hace más 3,000 millones de años, ocupando tres cuartas partes de la superficie del planeta. Su naturaleza se compone de tres átomos, dos de oxígeno y uno de hidrogeno que unidos entre si forman una molécula de agua, H₂O, unidad mínima en que esta se puede encontrar. La forma en que esta molécula se une entre sí, determinara la forma en que encontramos el agua en nuestro entorno como líquido, en lluvia, ríos océanos entre otros, como solidos como en témpanos y nieve o con gas en las nubes (Alba-Tercedor 1996).

4.2 Calidad del agua

El término calidad, referido a las aguas continentales, no es un concepto absoluto ni de fácil definición. Por el contrario, es un concepto relativo que depende del destino final del recurso. De modo que, y a título de ejemplo, las aguas fecales en ningún caso se podrían considerar de calidad apropiada para la bebida, por los problemas sanitarios que conllevaría su uso. Sin embargo, por su alto contenido en materia orgánica podrían resultar excelentes para el riego de plantas ornamentales, de plantaciones forestales. Del mismo modo aguas de alta montaña, que intuitivamente se asociarían con pureza y buena calidad, podrían resultar poco apropiadas para la bebida al calmar escasamente la sed, por su bajo contenido en sales y por su bajo pH que les confiere un carácter corrosivo del esmalte dental (Alba-Tercedor 1996). No obstante, algunos autores definen la calidad del agua como su aptitud para los usos beneficiosos a que se ha venido dedicando en el pasado, es decir, como medio de sustento para el ser humano y los animales, para el riego de la tierra y la recreación entre otras cosas (Correa 2000).

4.3 Importancia de la calidad del agua

El problema de la calidad de agua es tan importante como aquellos relativos a la escasez de la misma, sin embargo, se le han brindado menos atención. El término calidad de agua se refiere al conjunto de parámetros que indican que el agua puede ser usada para diferentes propósitos como: doméstico, riego, recreación e industria. La calidad del agua se define como el conjunto de características del agua que pueden afectar su adaptabilidad a un uso específico, también la calidad del agua se puede definir por sus contenidos de sólidos y gases, ya sea que estén presentes en suspensión o en solución (Mendoza 1976).

4.4 Contaminación del agua

Según Lenntech (2006) existen muchas razones por las cuales un agua pierde su calidad y los seres humanos generalmente tienen una gran influencia en la presencia de los factores que favorecen esto. Algunas de las razones son las descargas por su uso en actividades domésticas y comerciales, por su uso en actividades industriales, y por su uso en actividades agrícolas.

De acuerdo a Chapman (1996) la contaminación del ambiente acuático se debe principalmente a la introducción directa o indirecta de sustancias por el hombre. Algunas de las consecuencias más relevantes son: 1. daño a organismos vivos 2. Peligros a la salud humana 3. Interferencia a actividades acuáticas que incluyen la pesca 4. Disminuir la calidad de agua según su uso en agricultura, industria y por lo general actividades económicas

4.4.1 Contaminación de aguas superficiales por plaguicidas

Ongley (1997) define el término "plaguicida" como una palabra compuesta que comprende todos los productos químicos utilizados para destruir las plagas o controlarlas, sean estos herbicidas, insecticidas, fungicidas, nematocidas y rodenticidas. A través de los años, la presencia de plaguicidas en aguas superficiales se ha puesto de manifiesto a partir de su empleo masivo en actividades agrícolas (Seoáñez 1999) altos niveles alcanzados en la proliferación de insectos, nematodos y enfermedades fungosas, inducen a los productores agrícolas a utilizar cantidades considerables de plaguicidas (Oyuela 1987).

En la mayoría de los casos, sin atender recomendaciones técnicas en cuanto al tipo de producto, dosificación y cuando aplicar de acuerdo al tipo de cultivo y/o plaga a Controlar (Sandía *et al.* 1999). Lo anterior es debido al temor de los agricultores que sus productos sean rechazados en el mercado por baja calidad estética (Pomerleau 1998). Es así como los plaguicidas, después de su aplicación, pueden ser lixiviados dentro o a través del suelo (Brooks *et al.* 1991) o transportados por escorrentía superficial hacia los receptores hídricos.

4.4.2 La ganadería y la calidad del agua

En muchas partes del mundo, el pastoreo es una práctica común del uso de la tierra, con limitados impactos sobre los constituyentes químicos disueltos en el agua superficial, sin embargo, este enunciado no es cierto cuando ocurre un sobrepastoreo (Brooks *et al.* 1991). Es por ello que la ganadería reviste importancia para la calidad del agua, ya que generalmente, las áreas de pastos tienden a ser ubicadas en lugares húmedos junto a cursos de agua o sobre terrenos escarpados, así, contaminantes provenientes de estas áreas pueden ser lavadas con facilidad y rapidez hacia aguas superficiales (Line *et al.* 2000), ya sea como sólidos suspendidos, nutrientes o como organismos patógenos (Brooks *et al.* 1991).

4.4.3 Monitoreo y evaluación de calidad de agua

Chapman (1996) define el monitoreo de calidad de agua como la colección actual de información en ubicaciones específicas con intervalos regulares para conseguir la información necesaria para definir condiciones actuales y establecer tendencias, entre otros. Por otro lado, la evaluación de calidad de agua está definida como el proceso completo de la evaluación de la naturaleza física, química y biológica del agua en relación a la calidad natural, efectos humanos y usos adecuados, particularmente los usos que pueden afectar la salud humana y la salud del sistema acuático.

4.5 Indicadores físicos y químicos del agua

Los parámetros químicos son más relacionados con los agroquímicos, metales pesados y desechos tóxicos. Este tipo de contaminación fisicoquímica es el más usual en las aguas subterráneas en comparación con las aguas superficiales. Relacionado por la dinámica del flujo de agua, los contaminantes son más persistentes y menos móviles en el agua subterránea, como es el caso de la contaminación con nitratos por su movilidad y estabilidad, por la presencia de asentamientos urbanos o actividades agrícolas aledañas (Canter 2000) citado por Mejía 2005).

4.5.1 Turbidez

Según Crites y Tchobanoglous (2000) la turbiedad como una medida de las propiedades de dispersión de la luz de las aguas es otro parámetro usado para indicar la calidad de las aguas naturales y las aguas residuales, tratadas con relación al material residual en suspensión coloidal. Los resultados de las mediciones de turbiedad se dan en unidades nefelométricas de turbidez (UNT).

4.5.2 Potencial de iones hidrógenos (pH)

Según Prieto (2004) el pH no mide el valor de la acidez o alcalinidad sino que la determinación del pH en el agua es una medida de la tendencia de su acidez o su alcalinidad. Un pH menor de 7 indica una tendencia hacia la acidez, mientras que un pH mayor de 7 muestra una tendencia hacia la alcalinidad. La mayoría de las aguas naturales tienen un pH entre 4 y 9, aunque muchas de ellas tienen un pH ligeramente básico debido a la presencia de carbonatos y bicarbonatos. Un pH muy ácido o muy alcalino puede indicar contaminación industrial (ABS 1994).

4.5.3 Temperatura

La temperatura del agua tiene gran importancia por el hecho de que los organismos requieren determinadas condiciones para sobrevivir (organismos estenotérmicos y euritérmicos). Este indicador influye en el comportamiento de otros indicadores de la calidad del recurso hídrico, como el pH, el oxígeno disuelto OD, la conductividad eléctrica y otras variables fisicoquímicas (IDEAM 2001).

4.5.4 Oxígeno Disuelto

Este es esencial para el mantenimiento de lagos y ríos saludables, pues la presencia de oxígeno es una señal positiva, mientras que la ausencia indica una fuerte contaminación (Mitchell *et al.* 1991). Es muy importante para mantener la vida acuática en los cuerpos de agua (Malina 1996) disminuciones repentinas o graduales en el oxígeno disuelto pueden ocasionar cambios bruscos en el tipo de organismos acuáticos, por ejemplo insectos acuáticos sensibles a un nivel bajo de oxígeno disuelto, pueden ser reducidas sus poblaciones (Mitchell *et al.* 1991).

4.5.5 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO 5 días)

Según Mejía (2005) es un parámetro que representa la materia orgánica biodegradable. Es la más usada para determinar la eficiencia de los tratamientos que se aplican a los líquidos residuales. Seda cuando ciertas sustancias presentes en las aguas residuales, al verterse a un curso de agua, captan el oxígeno existente debido a la presencia de sustancias químicas reductoras. Esta es una medida de la estimación de las materias oxidables presentes en el agua, cualquiera que sea su origen orgánico o mineral como el hierro, nitritos, amoniaco, sulfuro y cloruros.

4.5.6 Nitritos y nitratos

Los nitratos y nitritos son iones que existen de manera natural y que forman parte del ciclo del nitrógeno (Lenntech 2007) en un medio acuático natural se espera encontrar la mayoría del nitrógeno como nitratos, en lugar de la forma oxidada. La presencia de nitritos de amonio, es un indicio de reciente contaminación orgánica o de que existe procesos reductivos predominantes (Roldán 2003) las fuentes principales de nitrógeno en el agua son la contaminación orgánica y la agricultura. Cuando existe un exceso de nitrógeno, se desarrolla un proceso de eutrofización provocando un alto crecimiento de algas y plantas acuáticas. Debido a todo esto, el ecosistema es el que sufre las consecuencias ya que se reduce la diversidad de especies al tener una menor fuente de oxígeno.

4.6 Análisis microbiológico

Los ecosistemas acuáticos mantienen una gran diversidad de organismos, incluso mayor a los terrestres. Los impactos como la contaminación inducen a cambios en la estructura de las comunidades, la función biológica de los sistemas acuáticos y al propio organismo, afectando su ciclo de vida, crecimiento y su condición reproductiva (Bartram *et al.* 1996).

4.6.1 Bioindicadores

Los invertebrados bentónicos, especialmente los macroinvertebrados son uno de los grupos biológicos más ampliamente usados como indicadores de calidad de agua. Esto se debe a que integran mucha de las cualidades que se esperan de un indicador. Entre estas destacan su extensa diversidad y que estén representados en diferentes taxones con requerimientos ecológicos diferentes relacionado con las características hidromorfológicas como ser velocidad del agua, sustrato, fisicoquímica y biológicas del medio acuático.

El uso de bioindicadores como herramienta para conocer la calidad del agua simplifica en gran medida las actividades de campo y laboratorio, ya que su aplicación sólo requiere de la identificación y cuantificación de los organismos basándose en índices de diversidad ajustados a intervalos que califican la calidad del agua (Vázquez *et al.* 2006).

4.6.2 Macroinvertebrados bentónicos

Los macroinvertebrados acuáticos son un grupo variado de organismos que no tienen espina dorsal y que son fáciles de ver sin la necesidad de un microscopio, además de ser una fuente de energía para los animales más grandes. Estos son utilizados para el biomonitoreo por su sensibilidad a cambios externos que afectan la composición de sus poblaciones (Roldán 2003).

Estos animales proporcionan excelentes señales sobre la calidad del agua y al usarlos en el monitoreo, puede entender claramente el estado en que ésta se encuentra: algunos de ellos requieren agua de buena calidad para sobrevivir; otros en cambio resisten, crecen y abundan cuando hay contaminación. Por ejemplo, las moscas de piedra sólo viven en agua muy limpia y desaparecen cuando el agua está contaminada. No sucede así con algunas larvas o gusanos de otras moscas que resisten la contaminación y abundan en agua sucia. Estos organismos, al crecer, se transforman en moscas que provocan enfermedades como la malaria, el paludismo o el mal de chagas.

Los macroinvertebrados incluyen larvas de insectos como mosquitos, caballitos del diablo, libélulas o helicópteros, chinches o chicaposos, perros de agua o moscas de aliso. Inician su vida en el agua y luego se convierten en insectos de vida terrestre.

De acuerdo a la WRC (2001) los macroinvertebrados son sensibles a distintas condiciones físicas y químicas, por lo que un cambio en la calidad del agua, podría cambiar también la estructura y composición de las comunidades acuáticas. Por ende, la riqueza de la composición de la comunidad de macroinvertebrados puede ser utilizada para proveer un estimado de la salud de un cuerpo de agua. Chapman (1996) asegura que los organismos indicadores de la calidad del agua determinan los efectos de los impactos en el ecosistema acuático a través de un tiempo más prolongado. Sin embargo, la información biológica generada, a partir de los también llamados bioindicadores, no reemplaza los análisis fisicoquímicos, pero si reduce costos, por lo que estos estudios son importantes en el monitoreo de la calidad del agua.

4.6.3 Ventajas al usar macroinvertebrados

Según Roldan (2003) cuando se habla de características ideales de un bioindicador, se observa que solo unos pocos organismos podrían estrictamente llenar estos requerimientos los macroinvertebrados son lo de más amplia aceptación de las siguientes ventajas.

1. Son abundantes de amplia distribución y fáciles de recolectar
2. Relativamente fácil de identificar , si se comparan con otros grupos menores
3. Son sedentarios en su mayoría y reflejan las condiciones locales
4. Son apreciables a simple vista
5. Varían poco genéticamente
6. Responden rápidamente a los tensores ambientales
7. Se pueden cultivar en el laboratorio

4.6.4 Descripción de los principales órdenes de macroinvertebrados comunes

a. Ephemeroptera

Las ninfas de Ephemeroptera viven por lo regular en aguas corrientes, limpias y bien oxigenadas; sólo algunas especies parecen resistir cierto grado de contaminación. En general se consideran indicadores de buena calidad del agua (Roldán 1988).

b. Trichoptera

En los ambientes acuáticos especialmente ríos y quebradas, los Trichoptera juegan un papel importante, tanto en las cadenas alimentarias como el reciclaje de nutrientes. Debido a su gran diversidad y el hecho de que las larvas poseen distintos ámbitos de tolerancia y según la familia o el género al que pertenecen, son muy útiles como bioindicadores de calidad de agua y la salud del ecosistema (Springer 2006).

c. Odonata

Los Odonata viven en pozos, pantanos, márgenes de lagos y corrientes lentas y poco profundas, por lo regular, rodeados de abundante vegetación acuática sumergida o emergente. Viven en aguas limpias o ligeramente eutrofizadas (Roldán 1988).

d. Coleóptera

La mayoría de Coleóptera acuáticos viven en aguas continentales lóxicas y lenticas. En las zonas lóxicas los sustratos más representativos son troncos y hojas en descomposición, grava, piedras, arena y la vegetación sumergida y emergente. Las zonas más ricas son las aguas someras en donde la velocidad de la corriente no es fuerte, aguas limpias, con concentraciones de oxígeno alto y temperaturas medias (Roldán 1988).

e. Plecópteras

Las ninfas de los Plecóptera viven en aguas rápidas, bien oxigenadas, debajo de piedras, troncos, ramas y hojas. Se ha observado en ciertos casos que son especialmente abundantes

en riachuelos con fondo pedregoso, de corrientes rápidas y muy limpias situadas alrededor de los 2000 m de altura. Son por tanto, indicadores de aguas muy limpias y oligotróficas (Roldán 1988).

4.7 Indicadores microbiológicos del agua

Este tipo de contaminación se relaciona con la presencia de microorganismos patógenos de heces humanas y animales. Es común encontrárselo en los recursos hídricos superficiales, debido a su exposición. Es importante conocer el tipo, número y desarrollo de las bacterias en el agua para prevenir o impedir enfermedades de origen hídrico. Es difícil detectar en una muestra organismos patógenos como bacterias protozoarios y virus debido a sus bajas concentraciones. Por esta razón, es que se utiliza el grupo de coliformes fecales, como indicador de la presencia de microorganismos (OPS 1999).

4.9 Índices biológicos

El índice EPT se refiere a la presencia o ausencia de los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera en una comunidad biológica. En general, las especies de estos grupos de insectos son sensibles a las perturbaciones humanas (Alonso y Camargo 2005) de aquí su uso como indicadores en el cálculo del índice.

4.10 Coliformes fecales

Los coliformes son bacterias de origen entérico que normalmente son capaces de fermentar la lactosa con producción de gas. Sin embargo este comportamiento dista mucho de ser indiscutible. Son unos buenos indicadores microbianos de calidad de agua principalmente a que su detección y recuento en el agua son fáciles.

Se denominan “Organismos Coliformes” las bacterias Gram.-negativas, en forma de bastoncillos que pueden desarrollarse en presencias de sales biliares u otros agentes tenso

activos con propiedades de inhibición del desarrollo similar y fermenta la lactosa de 35 a 37°C produciendo ácidos - gas y aldehído en un plazo de 24 a 48 horas, son también oxidasa negativa y no forman esporas. Por definición las bacterias Coliformes presentan actividades de la beta- galactosidas (Guevara 2002).

V. MATERIALES Y MTODO

5.2 Descripción del Área de Estudio

El presente estudio se realizó en el Rio Talgua que se localiza geográficamente dentro de la jurisdicción del Municipio de Catacamas en el Departamento de Olancho. El rio Talgua es una fuente de suministro de abastecimiento para las comunidades q se encuentran fuera y dentro d la microcuenca.

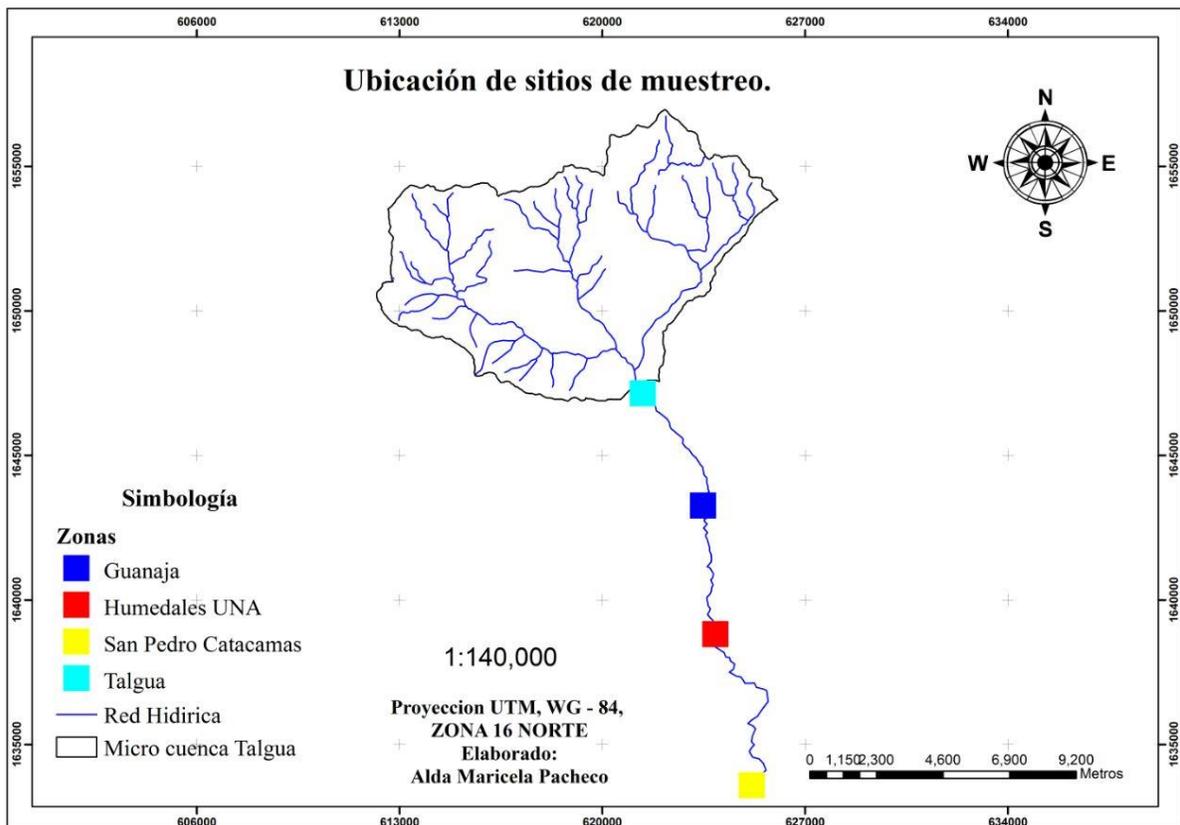


Figura 1. Ubicación de los sitios de muestreo

Descripción del área

En la microcuenca del Río Talgua, se establecieron 4 estaciones de monitoreo, seleccionado la primera en la parte alta del río, ubicada geográficamente con las coordenadas 621402, 1647138 en esta zona existe una marcada gradiente altitudinal de 476 msnm haciendo énfasis en esta área de la microcuenca se encuentran asentamientos humanos, actividad agrícola, ganadera y por ende el uso de agroquímicos que afectan de una manera significativa.

La segunda estación de monitoreo se ubicó geográficamente con las coordenadas 623484, 1647138, con una elevación de 387 msnm, en Talgua en medio, donde se encuentra localizada la comunidad de Guanaja y la existencia de drenajes de aguas residuales que desembocan en la microcuenca, así mismo la presencia de actividad agrícola y ganadera que impacta en dicha localidad.

Geográficamente la tercera estación de monitoreo con las coordenadas 623912, 1643256, con una altura de 344 msnm, en los humedales que se encuentran dentro de los predios de la Universidad Nacional de Agricultura, donde la mayor intervención la tiene la comunidad universitaria.

A 9.18 km de San Pedro de Catacamas se encuentra ubicado el punto 4 con las coordenadas 625164, 1633584 a una altitud de 314 msnm, teniendo como fuente de impacto la presencia de una planta lechera, asentamientos humanos.

5.2.1 Materiales y equipo

Los materiales y equipos necesarios para llevar acabo la práctica fueron: computadora, GPS, software, hielera, vehículo, frascos esterilizados, frascos no esterilizados, cinta métrica, bolsas estériles, kits para monitoreo de agua en campo, placas Petri, red de malla de 20cm, guantes, libreta de campo, cámara y molinete.

5.3.1 Método de recolección de muestras fisicoquímico y microbiológico

5.2.2 Toma de muestras y frecuencia

Se tomó una muestra de agua en cada unidad de muestreo previamente establecida con el objetivo de definir niveles y agentes probables de contaminación, tomando en cuenta la disponibilidad de recursos, las estaciones fijas de monitoreo fueron establecidas con el propósito de realizar comparaciones de los cambios en la calidad del agua y en el tiempo, así como entre estaciones. De esta manera, se realizó un primer muestreo durante el mes de febrero y el segundo, a inicios del mes de abril, el muestreo en la época seca se realizó con el fin de analizar las concentraciones de los diferentes parámetros medidos, así como la capacidad de dilución de contaminantes, debido al nivel bajo del caudal del río.

5.3.3 Índices y calidad de agua

Los parámetros que se consideraron para el análisis, fueron: pH, oxígeno disuelto, nitratos, turbidez, temperatura, coliformes fecales y DBO. La selección de los anteriores, se basó principalmente, en estudios e investigaciones relacionadas con la calidad del agua de los ríos y que se refieren a estos parámetros como indicadores de la calidad del agua.

5.3.4 Metodología de análisis de laboratorio

Haciendo uso del kit de monitoreo en campo, se midieron los parámetros de calidad de agua, pH, oxígeno disuelto y la temperatura de determino con un termómetro de presión con la capacidad para medir la temperatura entre 14 °C y 40 °C (Figura 2). Los demás parámetros fueron analizados en el laboratorio Centro de Estudio y Control de contaminantes cescco (Figura 3).



Figura 2. Procedimiento para la evaluación de los parámetros en campo



5.3.5 Medición del caudal del río

Adicionalmente, se tomaron medidas de las características físicas del río durante los dos muestreos en cada una de las estaciones seleccionadas. Se midió el ancho, la profundidad promedio del río, la velocidad promedio de la corriente.

El ancho del río fue medido con una cinta métrica de 30m de longitud, mientras que la profundidad se midió con una cinta de 5m. La velocidad del río se midió utilizando el molinete para estimar el caudal (m^3/s o L^3/s) se calculó multiplicando la velocidad promedio en cada sitio por su respectiva área transversal (Figura 3)

Fórmula 1. Para determinar la Velocidad

$$W = A N + b$$

N = número de sonidos

$$N = \frac{\text{numero de sonidos escuchados x tornillos usados}}{60 \text{ segundos}}$$

Donde

A = área

N = Numero De sonidos escuchados

b =

Fórmula 2. Para el Caudal

$$Q = \text{Vel} * \text{Área}$$

Q = Caudal

Vel = Velocidad

A = Área



Figura 3. Procedimiento de medición del caudal en diferentes estaciones de monitoreo

5.4 Identificar las poblaciones existentes de macroinvertebrados como indicadores de la calidad de agua

5.4.1 Método de recolección de muestras biológicas

En cada una de estas se muestrearon por un microhábitats como hojarasca, con la ayuda de una red circular de 20 cm, instalando 3 redes en cada estación con una distancia de 4 m, dejando la red sumergida en el río con una variabilidad de profundidad en los diferentes sitios durante tres semanas luego se recolectaron todos los organismos visibles, fueron trasladados posteriormente a la Universidad Nacional de Agricultura para su clasificación. La identificación de todas las larvas acuáticas se realizó con la ayuda de un Kit de monitoreo con las diferentes órdenes de macroinvertebrados (Figura 4).



Figura 4. Recolección de redes y clasificación de macroinvertebrados bentónicos

5.4.2 Cálculo del índice Ephemeroptera, Plecóptera y Trichoptera (EPT)

El índice EPT se realizó mediante la utilización de estos tres grupos de macro invertebrados (Ephemeroptera, Plecóptera y Trichoptera) que son indicadores de buena calidad de agua debido a su alta sensibilidad a la contaminación. Se obtiene contando el número de taxa de estos órdenes presentes en la muestra. El valor obtenido se comparó con el cuadro de calidad de agua (Klemm *et al.* 1990).

$$\frac{E + P + T}{\text{Número Total de Macroinvertebrados}} \times 100 = \% \text{ EPT}$$

Cuadro 1. Clasificación de calidad de agua según el índice EPT.

Índice EPT	Calidad de Agua
>10	Sin impacto
6-10	Levemente impactado
2-5	Moderadamente impactado
0-1	Severamente impactado

5.5 Se estableció la correlación de los parámetros evaluados y el índice EPT

Este se llevó a cabo mediante una matriz de correlaciones dado que se conjuga información con diferentes unidades y magnitudes, dicha matriz partió de los resultados de las variables fisicoquímicas, microbiológica y el índice EPT.

Con la ayuda del el software Info Stat, realizando análisis multivariado de componentes principales, que permite analizar la interdependencia de las variables métricas y encontrar una representación gráfica óptica de la variabilidad de los datos.

V RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Análisis de calidad del agua en la microcuenca del Río Talgua

5.1.1 Indicadores de calidad de agua analizada en campo

Se estableció la evaluación de la calidad del agua del Río Talgua en cuatro diferentes puntos de muestreo, considerando una distancia entre el punto uno y dos de 6.5 km y 4.43 km entre el punto dos y tres, al igual entre el punto tres y cuatro de 9.18 km, para la evaluación de los parámetros, Oxígeno disuelto, Temperatura y el pH en campo se utilizó un Kit de Monitoreo, el resto de los parámetros fueron analizados en el laboratorio Centro de Estudios y Control de Contaminantes (CESCCO), obteniendo una notoria variabilidad en los resultados en los cuatro sitios .

5.1.2 Potencial de iones hidrógenos (pH)

Según los resultados obtenidos de este parámetro en los dos diferentes muestreos realizados, se observaron diferencias significativas de acuerdo a los diferentes sitios de muestreo, esta variabilidad puede ser producida por la presencia de carbonatos y bicarbonato en el agua (Figura 2.)

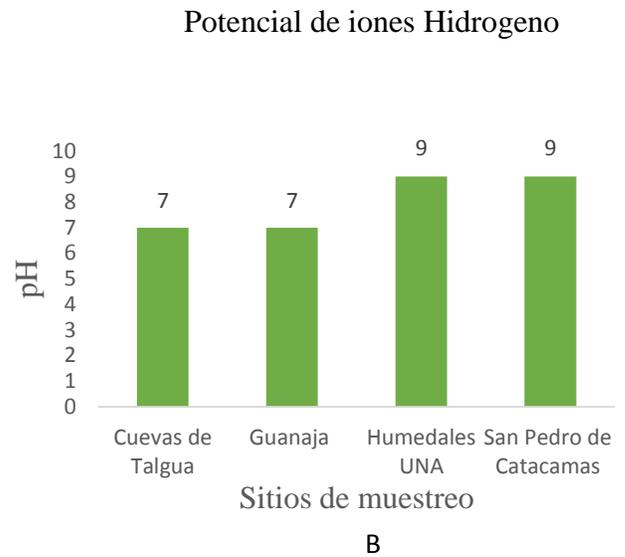
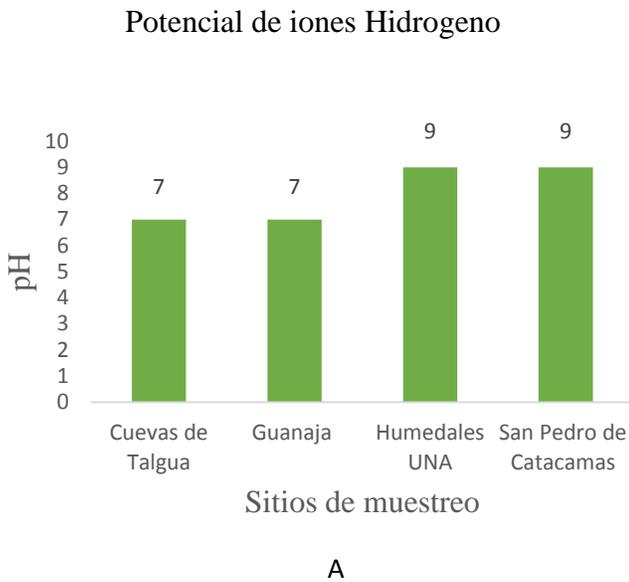


Figura 2. Resultado A y B del pH en los dos muestreos realizados en el Rio Talgua.

5.1.3 Oxígeno disuelto

Haciendo uso del kit de monitoreo en campo, realizando el primer análisis a las 5:15 am posteriormente con una variabilidad de 50 minutos aproximadamente entre los siguientes muestreos, se obtuvieron los resultados en un rango de 4ppm lo que nos indica que si estos niveles siguen bajando la vida acuática del Rio Talgua estaría en riesgo de extinción según Stevens Institute of Technology (2006) de 4-5ppm de oxígeno disuelto es la mínima cantidad que soportará una gran y diversa población acuática.

5.1.4 Temperatura

De la misma manera se puede observar que existe una variabilidad de los resultados entre sitios de muestreo, como en los meses que se realizaron, la temperatura promedio para el primer muestreo que se realizó en el mes de febrero es de 22C°, mientras tanto para el segundo muestreo que se realizó en el mes de Abril se registra un ascenso de 4C°, en este caso la variable que explica las diferencias encontradas ya que segundo muestreo se realizó en la época seca sitios de muestreo, como en los meses que se realizaron, la temperatura promedio para el primer muestreo que se realizó en el mes de febrero es de 22C°, mientras tanto para el segundo

muestreo que se realizó en el mes de abril se registra un ascenso de 4C°, en este caso la variable que explica las diferencias encontradas ya que segundo muestreo se realizó en la época seca.

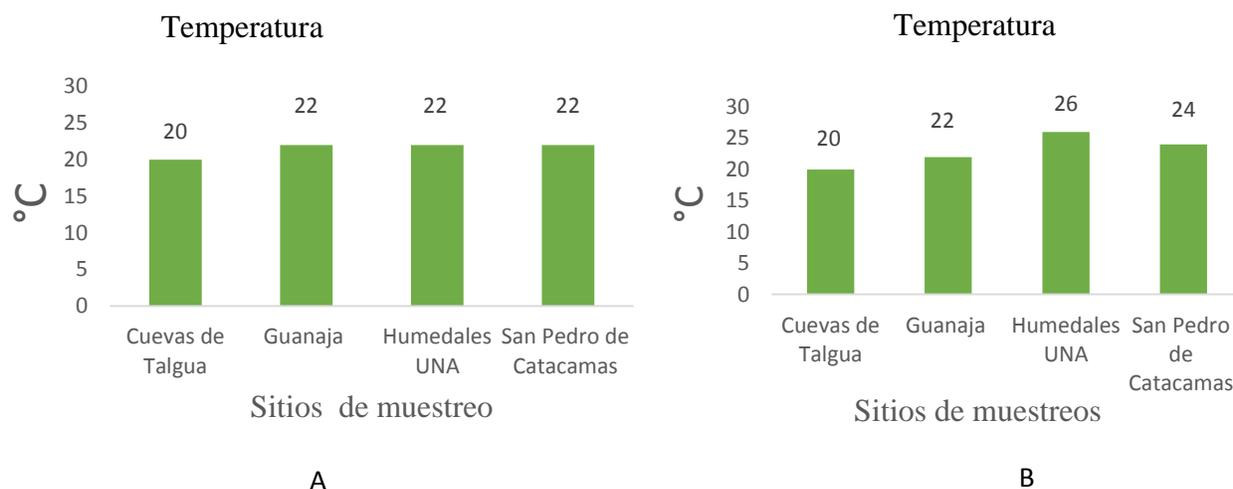


Figura 4. Variación de la temperatura en los sitios de muestreo como en los meses que se realizaron los muestreos.

5.1.5 Muestras de agua del laboratorio

Los resultado de los análisis de las muestras recolectadas en los distintos sitios de muestreo, como en los diferentes muestreos realizados en el mes de Febrero y Abril según el laboratorio Centro de Estudio y Control de Contaminantes (**CESCCO**), existe contaminación por varios factores y se ven reflejados en el siguientes parámetro, es necesario realizar desinfección del agua previo al consumo humano ya que no se encuentra acta para uso doméstico.

5.2 Recolección de muestra microbiológica

5.2.1 Coliformes Termotolerantes

Según los resultados obtenidos del laboratorio Centro de Estudio y Control de contaminantes (**CESCCO**), se determinó que las muestras puntales recolectadas en los diferentes sitios de

muestreo en Unidades Formadoras de Colonia en 100ml (UFC/100ml), no cumplen con los límites máximos permisibles ya que el valor de referencia para Coliformes termotolerantes es de 0UFC/100ml.

Los valores más altos de Coliformes termotolerantes se encontraron en el primer muestreo, en el punto número dos (Comunidad de Guanaja) coincidiendo en el lugar la existencia de drenaje de residencial, al igual el punto número tres (Humedales UNA) es influenciada probablemente por el desagüe de aguas residuales lo cual provoca un alto grado de contaminación por Coliformes fecales, a diferencia del punto número uno (Cuevas de Talgua) y (San Pedro de Catacamas) se encuentran asentamientos humanos pero el grado de Coliformes fecales es menor.

Para la comparación de resultados de Coliformes termotolerantes en los dos muestreos realizados en el mes de Febrero y Abril, se encontró que el sitio que se encuentra con mayor contaminación por Coliformes en el primer muestreo es el punto numero dos (comunidad de Guanaja), esto puede ser provocado por la presencia de asentamientos humanos lo que hace que el grado de contaminación por Coliformes fecales sea elevado, al igual para el segundo muestreo realizado en el mes de abril el sitio con mayor grado de contaminación es el punto tres (Humedales UNA) que también cuenta con la existencia de drenajes de residencia por ende eleva grado de contaminación (figura 5).



Figura 5. Resultados de los dos muestreos de Coliformes termotolerantes en el río Tagua

De acuerdo a los resultados obtenidos, según los parámetros evaluados en el laboratorio Centro de Estudio y Control de Contaminantes (CESCCO), muestran que no existen alteraciones de contaminación en el agua, los resultados obtenidos se encuentran dentro del valor de referencia se puede observar en el siguiente cuadro.

Cuadro 2. Resultados Obtenidos de los diferentes parámetros según (CESCCO)

PARAMETROS FISICOQUIMICOS						
Sitios de muestreo	DBO mg/L		Nitratos mg/L		Turbidez UNT	
	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 1	Muestreo 2
Cuevas de Talgua	2	1	1.08	0.016	1.71	1.00
Comunidad de Guanaja	1.08	1	1.09	0.02	1.75	0.56
Humedales UNA	4	1	1.67	0.04	0.16	0.63
S.P De Catacamas	3	1	1.50	0.03	2.60	0.32

5.2.2 La turbidez

Este parámetro no presento valores elevados en cuanto a los resultados, pero si existe una variabilidad notoria en los dos muestreos realizados en el mes de Enero y Abril y por ende en los diferentes sitios de muestreo.

Al hacer comparaciones entre muestreos se puede observar que los resultados de este parámetro son más elevados en el primer muestreo que se realizó en el mes de Febrero y esto puede ser causado por la presencia de partículas suspendidas de gases líquidos y sólidos, tanto orgánicos como inorgánicos.

5.2.3 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

De acuerdo a los resultados obtenidos muestra que la Demanda Bioquímica de Oxígeno presenta valores altos en lo que respecta al muestreo uno, indicando que hay presencia de desechos orgánicos y por ende muchas bacterias descomponiendo este desecho elevando la DBO, son valores que se encuentran dentro de los rangos permisibles de la Norma Técnica. Es uno de los parámetros más ampliamente utilizados; es una medida de la cantidad de oxígeno usado por poblaciones microbianas del agua en respuesta a la introducción de material orgánico degradable (Malina 1996).

5.2.3 Nitratos

De la misma manera se puede observar que no se presentaron valores altos que se encuentren fuera de la Norma técnica para la calidad del agua potable, se observa claramente que existe una diferencia de valores en relación a los dos muestreos ya que en el primer muestreo se obtuvieron valores mayores de 1mg/L, mientras tanto en el segundo muestreo son valores entre 0.02 mg/L y 0.04 MG/L, Lo cual no se presenta ningún tipo de alteración por nitratos.

5.3 Medición del Caudal del Río

Al realizar la medición del caudal se encontró una diferencia en cuanto a los dos muestreos realizados el cual el primer muestreo se realizó en el mes de Febrero, en el primer sitio se obtuvo un resultado de caudal total de 1.03m³/S, punto2 de 1.54 m³/S, punto 3 de 1.32 m³/S, y el punto4 es de 1.15 m³/S, caso contrario del segundo muestreo en el mes de Abril en el punto1 obtuvimos un resultado de caudal de 0.29 m³/S, punto 2 de 0.43 m³/S, punto 3 de 0.14 m³/S, y el punto 4 de 0.41 m³/S, en lo que respecta se pudo determinar, que en el primer muestreo se realizó en una época de precipitación media es por esta razón que se obtuvieron los resultados antes mencionados, por otra parte el segundo Muestreo se efectuó en una época seca lo cual es una diferencia notable entre los dos puntos de muestreo, se puede observar en los siguientes gráfico (Figura 6).

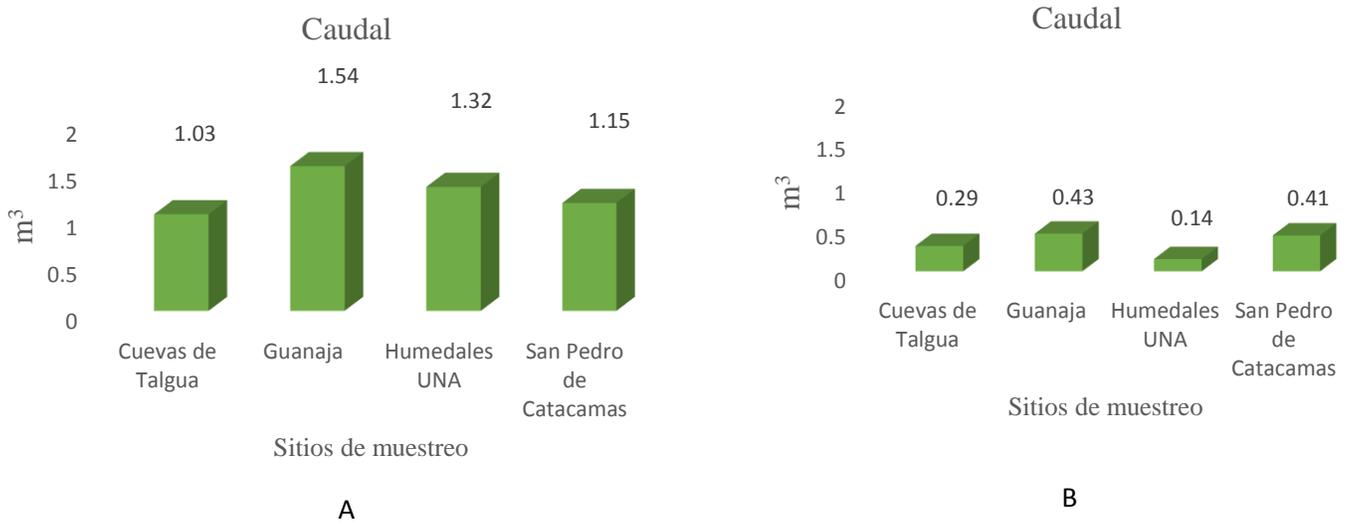


Figura 6. Resultados de medición del caudal en los diferentes sitios de los dos muestreos.

5.4 Identificar las poblaciones existentes de macro invertebrados bentónicos como indicadores de la calidad de agua.

Se colectaron 333 individuos pertenecientes a 10 órdenes, 13 familia. El mayor número de familias encontradas (2) pertenecen al orden Coleoptera, (Neopetaliidae). Mientras que el orden representado por el menor número de familias es Turbellarian Planarians (Planariidae) con apenas 1 individuo. Las familias con poblaciones más abundantes que resultaron del estudio son en el orden Plecoptera (Perlidae) con 60 individuos, Hirudinae (Glossiphonnidae) 36, Oligochaeta (Lubricidae) 29, Diptera (Chiromidae) 59, Odonata (Libellulidae) 14, Diptera (Tipulidae) 5, Coleoptera (Neotepetaliidae) 42, Ephemeroptera (Heptageniidae) 76, Trichoptera (Hydropsychidae) 9, Megaloptera (Corydalidae) 2 individuos, (Figura 7)

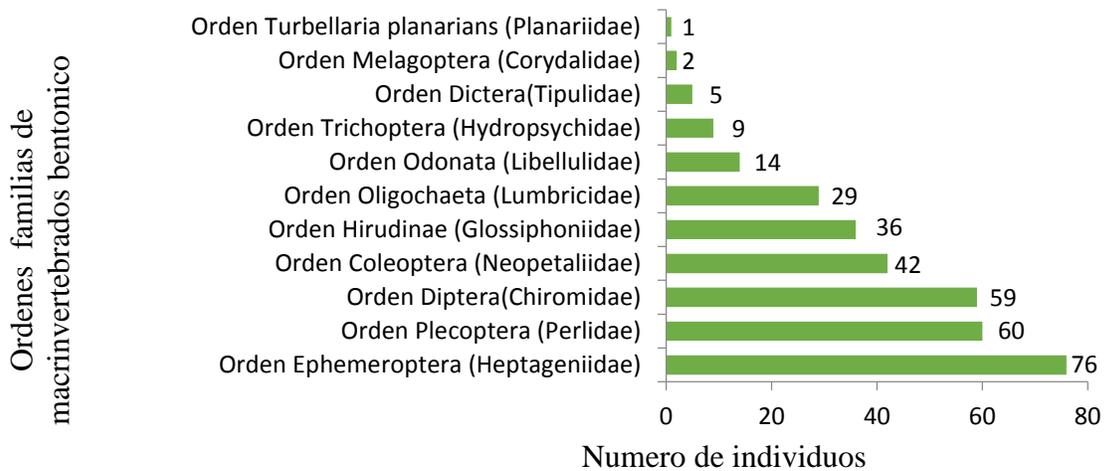


Figura 7. Familias de macroinvertebrados bentónicos recolectadas en los diferentes sitios de muestreo en el Río Talgua.

Al realizar los dos muestreos de macroinvertebrados bentónicos se obtuvieron resultados variables en cuanto a los valores, siendo en el punto 1 con un número total de individuos de 164 y el punto 2 con 79 individuos, respectivamente a diferencia del punto 3 con 38 y el punto 4 con 52 individuos (Figura9)

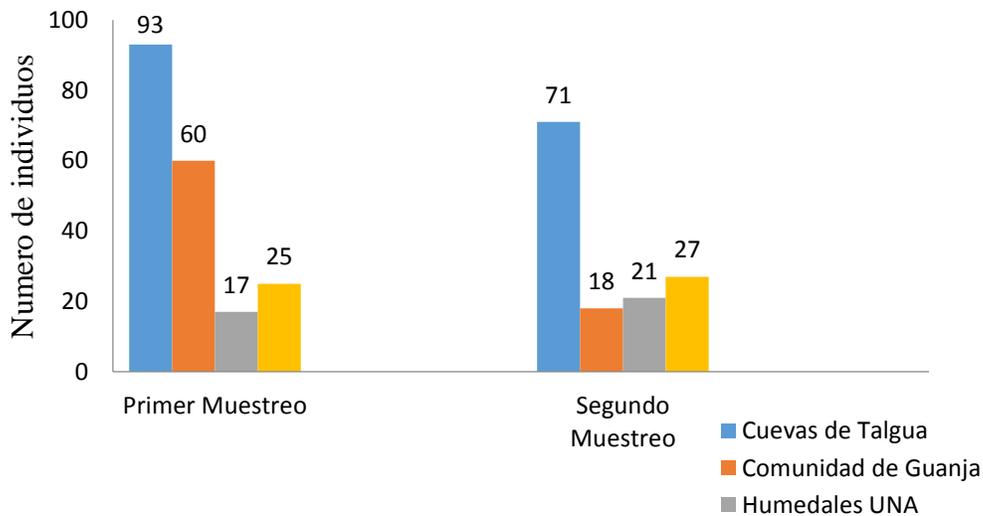


Figura 8. Número de individuos colectados en los dos diferentes muestreos en el Río Talgua.



Orden Ephemeroptera



Orden Plecoptera



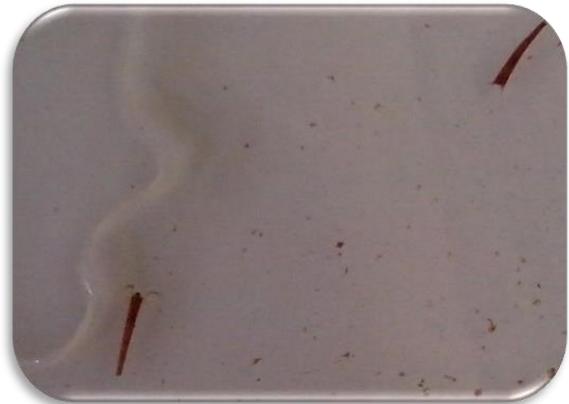
Orden Trichoptera
(chidaHydropsychidae)



Orden Coleoptera (Neopetaliidae)



Orden Trichoptera
(Hydropsychidae)



Orden Coleoptera (Neopetaliidae)

5.4.1 EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera)

Valores del EPT (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera) y clasificación de la calidad del agua según este índice presente en cada uno de los sitios muestreados Del Rio Talgua no presentan impactos (Cuadro 5)

Cuadro 3. Los valores del EPT determinados variaron de EPT= 61 en Cuevas de Talgua EPT= 47 para humedales UNA

Sitios de Muestreo	EPT	Condición
Cuevas de Talgua	61 - 11	Sin impacto
Comunidad de Guanaja	40 – 44	Sin impacto
Humedales UNA	64 – 47	Sin impacto
San Pedro de Catacamas	64 - 37	Sin impacto

EPT: Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera

5.5 Establecer la correlación de los parámetros Físicoquímicos evaluados y el índice EPT

Este se llevó a cabo mediante una matriz de correlaciones dado que se conjuga información con diferentes unidades y magnitudes, dicha matriz, partió de las correlaciones de las variables físicoquímicas, microbiológica, y el índice EPT. se identificó que el parámetro con mayor variabilidad es el índice EPT observando mayor distanciamiento, lo que indica una mayor variabilidad a diferencia de los parámetros, pH, oxígeno disuelto, temperatura, nitratos, turbidez demanda bioquímica de oxígeno que estos están íntimamente relacionados. El componente principal CP nos separa lo que es los sitios de muestreo comunidad de Guanaja y el parámetro coliformes fecales, dado que valores de Coliformes son altos para este sitio (Figura 10).

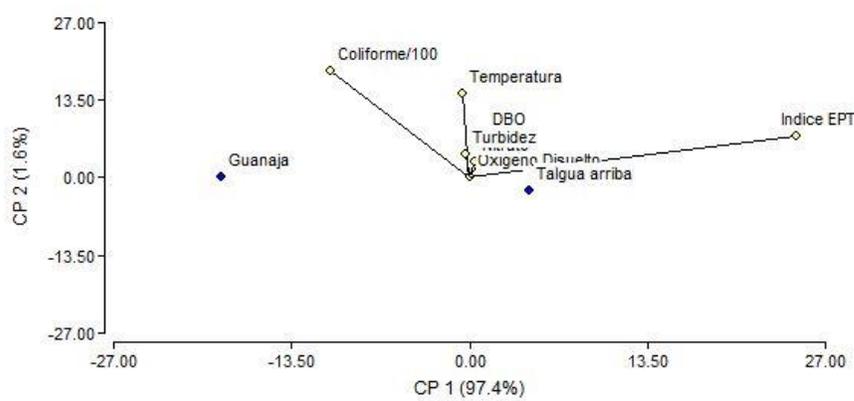


Figura 9. Correlación de los parámetros evaluados y el índice EPT primer muestreo

Según los resultados obtenidos en el segundo muestreo, se identificó que el parámetro que presenta la mayor variabilidad es coliformes fecales, encontrando un mayor distanciamiento con los demás indicadores en estudio (Figura 11).

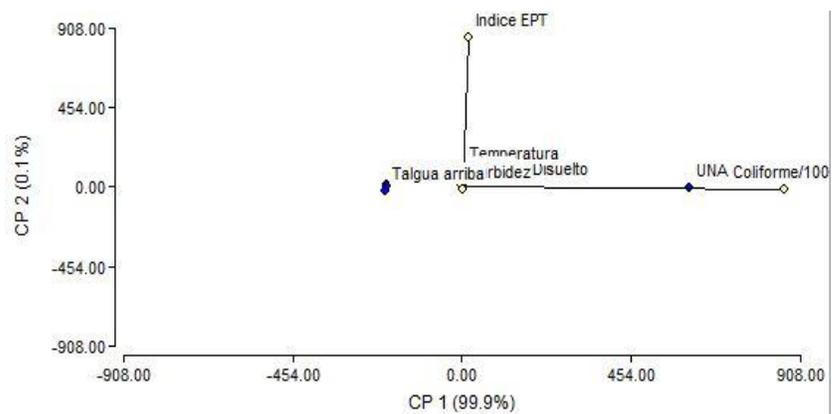


Figura 10. Correlación de los parámetros evaluados y el índice EPT segundo muestreo

VI CONCLUSIONES

Los parámetros fisicoquímicos, pH, oxígeno disuelto, temperatura, nitrato, turbidez, Demanda Bioquímica de Oxígeno y coliforme termotolerante analizados en la microcuenca del Río Talgua indican que hay cierto grado de contaminación en los diferentes sitios de muestreo

Al momento de realizar los monitoreo se determinó mediante el índice EPT que las poblaciones son altas, por lo que no representa un impacto negativo en la calidad del agua.

Haciendo la correlación se determinó que el parámetro que representa mayor variabilidad es el índice EPT y coliformes fecales a diferencia de los parámetros fisicoquímicos en estudio

VII RECOMENDACIONES

Dar continuidad al estudio con la implementación de los parámetros fisicoquímicos complementados con biomonitoreos de manera continua para conocer mejor la variabilidad de la calidad del agua durante el transcurso del año y ver como los factores del tiempo y clima afectan a las comunidades acuáticas.

Promover el uso de esta metodología en las diferentes microcuencas de la región, para conocer los niveles de tolerancia de contaminación y enriquecer los listados de familias y géneros de la región.

Integrar el uso de macroinvertebrados acuáticos en estudios de la calidad de agua a la carrera Recursos Naturales y Ambiente, contando con el personal técnico calificado para la identificación taxonómica y así aportar a esta tecnología creciente y popular en el área ambiental.

VIII BIBLIOGRAFIAS

Aguas con el agua.2006 (en línea).consultado el 3 de septiembre del 2015. Disponible en http://www.infoiarna.org.gt/guateagua/subtemas/3/3_Calidad_del_agua.pdf

Álvarez, S. Pérez, L. 2007. Evaluación de la calidad de agua mediante la utilización de macroinvertebrado acuáticos en la subcuenta Yeguaré, Honduras. Tesis de grado de Licenciatura. Zamorano.69p.

Camacho, A., M.Giles, A.Ortegón, M.Palao, B.Serrano y O.Velázquez. 2009 (en línea) consultado el 4 de noviembre del 2015 disponible en http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/TecnicBasicas-Colif-tot-fecales-Ecoli-NMP_6529.pdf

Cardona, A. 2003. Calidad y riesgo de contaminación de las aguas superficiales en la microcuenca del Río La Soledad, Valle de Ángeles, Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 158 p

Carrera C. y Fierro K. 2001. Los macroinvertebrado acuáticos como indicadores de la calidad del agua: Manual de monitoreo. EcoCiencia. Quito, Ecuador. 67 p.

Coleóptera (en línea).consultado el 5 de septiembre 2015.Disponible en <http://exa.unne.edu.ar/biologia/artropodos/Orden%20Coleoptera.pdf>

Evaluación ecológica-Hidrológica del plan de manejo de la microcuenca del río talgua.2006 (en línea).consultado el 3 de noviembre del 2015.Disponible en <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/992/1/T2344.pdf>

Guerrero-Bolaño F., Manjares-Hernández A. y Núñez-Padilla N. 2006. Macroinvertebrados bentónicos de Pozo Azul (Cuenca del río Gaira, Colombia) y su relación con la calidad del agua. Acta Biológica Colombiana no. 8: 43-55.

Macroinvertebrados acuáticos y su importancia como bioindicadores de calidad del agua en el río Alambi (en línea).consultado el 5 de septiembre 2015.Disponible en [http://www.espe.edu.ec/portal/files/ERevSerZoologicaNo2/BolTec6SerZool\(2\)/GiamettiyBersosa_33.pdf](http://www.espe.edu.ec/portal/files/ERevSerZoologicaNo2/BolTec6SerZool(2)/GiamettiyBersosa_33.pdf)

Macroinvertebrado (en línea). Consultado el 17 de Sep 2015. Disponible en: <http://www.k12science.org/>

Moreira, A. 1996. Los sistemas de información geográfica y sus aplicaciones en la conservación de la diversidad biológica. Revista Ambiente y Desarrollo. Vol XII No 2, pp. 80-86.

Ojeda M. 2012. Caracterización fisicoquímica y parámetros de la calidad del agua de la planta de tratamientos de agua potable de Barrancabermeja. Tesis de pregrado. Colombia. Universidad Nacional de Santander.37p.

Prieto J. 2004. El agua, sus formas, efectos, abastecimientos, usos, daños, control y conservación. Eco Ediciones, Bogota, D.C. 275 p.

Producción respetuosa en la viticultura impactos ambientales en la agricultura (en línea). Consultado el 3 de noviembre 2015. Di

Rev. Biol. Trop. 2010. Trichoptera (en línea).consultado el 6 de septiembre 2015. Disponible en <http://www.ots.ac.cr/rbt/attachments/suppls/sup58-4-macroinvertebrados/11-Springer-Trichoptera.pdf> 6/09/2015

Roldán, G. 2003. Bioindicación de la calidad de agua en Colombia: Uso del método BMWP/Col. Colombia. Editorial Universidad de Antioquia. 164 p.

Torres Y., Roldán G., Asprilla S. y Rivas T. S. 2006. Estudio preliminar de algunos aspectos ambientales y ecológicos de las comunidades de peces y macroinvertebrados acuáticos en el Río Tutunendo, Chocó, Colombia. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 30 (114): 67-76. 2006. ISSN 0370-3908. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales volumen XXX, número 1, 14-Marzo de 2006.

Vega. J. 2004. Evaluación de la calidad de agua del Río Yeguaré mediante uso de macroinvertebrados como indicadores biológicos. Tesis ingeniería. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 28 p.

Vázquez G., Castro G., González I., Pérez R. y Castro T. 2006. Vindicadores como herramientas para determinar la calidad del agua. 7 p.

ANEXOS

Anexo 1. Resultados según el laboratorio Centro de Estudio y Control de Contaminantes (CESCCO)



Centro de Estudios y Control de Contaminantes, CESCCO
 Barrio Morazán, frente a la Central de Bomberos, Tegucigalpa, M.D.C.
 Tel: (504) 231-1006 ó 239-0194 Fax: 239-0954
 Página Web: www.cescco.gob.hn E-mail: cescco.serna@gmail.com
CESCCO-MC-PT09-F02-CAL



**Unidad de Calidad de Aguas
 INFORME DE ANALISIS DE LABORATORIO**

Informe No. 260 **Fecha:** 19/04/2016 **Orden de pago:** 017 **Fecha:** 25/02/2016
Recibo No. 2383288 **Fecha:** 25/02/2016 **Valor:** Lps. 4,880.00

1. Nombre del Solicitante: Universidad Nacional de Agricultura	2. Dirección del Solicitante: Olancho
3. Tipo de Muestra: Agua superficial	4. Recolectada por: Maricela Pacheco
5. Fecha y Hora de recolección de la muestra: 25/02/2016 6:20 am.	6. Fecha y Hora de ingreso al laboratorio: 25/02/2016 2:10 pm.
7. Punto de Recolección: Comunidad de Guanaja #2	8. Procedencia de la muestra: Rio Talgua, Olancho

RESULTADOS

# MUESTRA	FECHA DE EJECUCIÓN DEL ANÁLISIS	MÉTODO APLICADO ¹	ANÁLISIS	RESULTADO	VALOR REFERENCIA ²
110	25/02/2016	Part 5210 B	Demanda bioquímica de Oxígeno	2 mg/L	-/-
	25/02/2016	Part 4500-NO ₃ ⁻ B	Nitratos	1,09 mg/L	50 mg/L
	25/02/2016	Part 2130 B	Turbidez	1,75 UNT	5 UNT
REFERENCIA DEL METODO¹: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22th, 2012					
REFERENCIA BIBLIOGRAFICA²: Norma Técnica Nacional para la Calidad del Agua Potable					
OBSERVACIONES: Los parámetros analizados se encuentran dentro de la norma de referencia.					
Abreviaciones: UNT: Unidad Nefelométrica de Turbiedad. mg/L: miligramos por litro -/-: No se cuenta con valor de referencia nacional de acuerdo al uso.					

DRA. ARACELY MEMBREÑO
 Jefe de Laboratorio Calidad de Agua

LIC. CARLOS THOMPSON
 Director CESCCO



Centro de Estudios y Control de Contaminantes, CESCO
 Barrio Morazán, frente a la Central de Bomberos, Tegucigalpa, M.D.C.
 Tel: (504) 231-1006 ó 239-0194 Fax: 239-0954
 Página Web: www.cesco.gob.hn E-mail: cescco.serna@gmail.com
CESCO-MC-PT09-F02-MBA



Pág. 1/1

Unidad de Microbiología
INFORME DE ANALISIS DE LABORATORIO

Informe No. 105 **Fecha:** 29/02/2016 **Orden de pago:** 017 **Fecha:** 25/02/2016
Recibo No. 2383288 **Fecha:** 25/02/2016 **Valor:** Lps. 4,880.00

1. Nombre del Solicitante: Universidad Nacional de Agricultura	2. Dirección del Solicitante: Olancho
3. Tipo de Muestra: Agua superficial	4. Recolectada por: Maricela Pacheco
5. Fecha y Hora de recolección de la muestra: 25/02/2016	6. Fecha y Hora de ingreso al laboratorio: 25/02/2016 2:10 pm.
7. Punto de Recolección: Humedales de la Universidad #3	8. Procedencia de la muestra: Rio Talgua

RESULTADOS

# MUESTRA	FECHA DE EJECUCIÓN DEL ANÁLISIS	MÉTODO APLICADO ¹	RESULTADO	ANÁLISIS	UNIDADES	VALOR REFERENCIA ²
112	25/02/2016	9222-D	4 500	Recuento de Coliformes Termotolerantes	UFC/100ML	0 UFC/100ML
METODO APLICADO¹:		Métodos Estándar para el Análisis de Agua y Agua Residual, Edición 22				
VALOR DE REFERENCIA²:		Norma Técnica Nacional para la Calidad del Agua Potable.				
OBSERVACIONES: Esta muestra puntual recolectada por el interesado, no cumple con los límites máximos permitidos en la norma de referencia para Coliformes Termotolerantes.						
Abreviaciones: UFC/100ML: Unidad Formadoras de Colonias en Cien Mililitros						


DR. VICTOR-MANUEL PINEDA
 Jefe de Laboratorio Microbiología


LIC. CARLOS THOMPSON
 Director CESCO



Se realizó el mismo procediendo para los diferentes parámetros evaluados en campo

Anexo 2. Procedimientos para la obtención de resultados.



Anexo 3. Pasos para medición del caudal de los diferentes sitios de muestreo del Río Talgua.



Anexo 4. Calculo de medición del caudal

Primer Muestreo 25/2/2016	Numero de Puntos	Distancia entre puntos Mts	Profundidad en Mts	Ubicacion de Molinte en Mts	Numero de sonidos	Tiempo en segundos	Velocidad Media	Velocidad Media	Ancho de la seccion en Mts	Area enM ²	Caudal enM ³ /Se
CUEVAS DE TALGUA	1	1	0.65	0.25	25	60	0.2902	0.65	1	0.65	0.18863
	2	1	0.8	0.3	46	60	0.5245	0.8	1	0.8	0.4196
	3	1	0.6	0.25	52	60	0.5939	0.6	1	0.6	0.35634
	4	1	0.5	0.2	12	60	0.144	0.5	1	0.5	0.072
											1.03657
TALGUA ENMEDIO	1	1	0.55	0.2	114	60	1.2915	0.55	1	0.55	0.710325
	2	1	0.7	0.3	45	60	0.5152	0.7	1	0.7	0.36064
	3	1	0.55	0.2	45	60	0.5152	0.55	1	0.55	0.28336
	4	1	0.4	0.15	28	60	0.3239	0.4	1	0.4	0.12956
	5	1	0.2	0.15	28	60	0.3239	0.3	1	0.2	0.06478
											1.548665
HUMEDALES UNA	1	1	0.5	0.1	22	60	0.2564	0.5	1	0.5	0.1282
	2	1	0.1	0.5	30	60	0.3435	0.1	1	0.1	0.03435
	3	1	0.3	0.1	30	60	0.3435	0.3	1	0.3	0.10305
	4	1	0.4	0.15	44	60	0.5003	0.4	1	0.4	0.20012
											0.46572
SAN PEDRO DE CATACAMAS	1	1	0.1	0.1	27	60	0.3127	0.1	1	0.1	0.03127
	2	1	0.15	0.42	71	60	0.8007	0.15	1	0.15	0.120105
	3	1	0.2	0.55	107	60	1.2127	0.2	1	0.2	0.24254
	4	1	0.25	0.65	90	60	1.0215	0.25	1	0.25	0.255375
											0.64929

Segundo Mestreo 13/04/2016	Numero de Puntos	Distancia entre puntos Mts	Profundidad en Mts	Ubicacion de Molinte en Mts	Numero de sonidos	Tiempo en segundos	Velocidad Media	Velocidad Media	Ancho de la seccion en Mts	Area enM ²	Caudal enM ³ /Seg
CUEVAS DE TALGUA	1	1	0.45	0.12	20	60	0.2339	0.45	1	0.45	0.105255
	2	1	0.55	0.22	20	60	0.2339	0.55	1	0.55	0.128645
	3	1	0.45	0.12	7	60	0.0877	0.45	1	0.45	0.039465
	4	1	0.3	0.12	6	60	0.0765	0.3	1	0.3	0.02295
											0.296315
TALGUA ENMEDIO	1	1	0.3	0.15	4	60	0.0539	0.3	1	0.3	0.01617
	2	1	0.45	0.15	17	60	0.2002	0.45	1	0.45	0.09009
	3	1	0.45	0.15	38	60	0.4363	0.45	1	0.45	0.196335
	4	1	0.3	0.12	38	60	0.4363	0.3	1	0.3	0.13089
											0.433485
HUMEDALES UNA	1	1	0.3	0.12	30	60	0.3465	0.3	1	0.3	0.10395
	2	1	0.15	0.5	18	60	0.3	0.15	1	0.15	0.045
											0.14895
SAN PEDRO DE CATACAMAS	1	1	0.45	0.15	85	60	0.9652	0.45	1	0.45	0.43434
	2	1	0.45	0.15	85	60	0.9652	0.45	1	0.45	0.43434
	3	1	0.35	0.15	60	60	0.684	0.35	1	0.35	0.2394
											1.10808

Anexo 5. Resultado de graficas de la correlación de los parámetros evaluados

Análisis de componentes principales

Datos originales (no estandarizados)

Autovalores

Lambda	Valor	Proporción	Prop	Acum
1	159.43	0.97		0.97
2	2.64	0.02		0.99
3	1.69	0.01		1.00
4	0.00	0.00		1.00
5	0.00	0.00		1.00
6	0.00	0.00		1.00
7	0.00	0.00		1.00
8	0.00	0.00		1.00

Autovectores

Variables	e1	e2
Coliforme/100	-0.39	0.69
pH	0.07	0.23
Oxigeno Disuelto	0.00	0.00
Temperatura	-0.02	0.54
DBO	0.05	0.27
Nitrato	0.02	0.11
Turbidez	-0.01	0.16
Indice EPT	0.92	0.27

Autovalores

Lambda	Valor	Proporción	Prop	Acum
1	165725.99	1.00		1.00
2	202.98	1.2E-03		1.00
3	4.09	2.5E-05		1.00
4	0.00	0.00		1.00
5	0.00	0.00		1.00
6	0.00	0.00		1.00
7	0.00	0.00		1.00
8	0.00	0.00		1.00

Autovectores

Variables	e1	e2
Coliforme/100	1.00	-0.02
pH	2.5E-03	-3.3E-04
Oxigeno Disuelto	0.00	0.00
Temperatura	1.7E-03	0.11
DBO	0.00	0.00
Nitrato	-3.7E-04	0.01
Turbidez	3.9E-07	-0.02
Indice EPT	0.02	0.99