UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA Y CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LA MICROCUENCA DEL RÍO TALGUA, CATACAMAS

POR:

LEONELA NICOLE GUDIEL

DIAGNÓSTICO

PRESENTADO A LA UNIVERSIDADAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TITULO DE LICENCIADA EN RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

CATACAMAS **OLANCHO**

ABRIL, 2018

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA Y CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LA MICROCUENCA DEL RÍO TALGUA, CATACAMAS

POR:

LEONELA NICOLE GUDIEL

JORGE ORBIN CARDONA HERNANDÉZ, M.Sc.

Asesor Principal

DIAGNÓSTICO PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TITULO DE LICENCIADA EN RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

CATACAMAS **OLANCHO**

ABRIL, 2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE

PRACTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

Reunidos en la Sala de Videoconferencias de la Universidad Nacional de Agricultura el: **M. Sc. JORGE ORBIN CARDONA HERNÁNDEZ, M Sc. OSCAR IVAN FERREIRA CATRILEO y el M Sc. RAMÓN LEÓN CANACA CALDERÓN,** miembros del Jurado Examinador de Trabajos de P.P.S.

La estudiante **LEONELA NICOLE GUDIEL,** del IV Año de la carrera de Recursos Naturales y Ambiente, presentó su informe.

"EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA Y CARÀCTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LA MICROCUENCA DEL RIO TALGUA, CATACAMAS"

El cual a criterio del examinador, Aprobó este requisito para optar al título de Licenciado en Recursos Naturales y Ambiente.

Dado en la ciudad de Catacamas, Olancho, a los seis días del mes de abril del año dos mil dieciocho.

M Sc. JORGE ORBIN CARDONA HERNANDEZ
ASESOR PRINCIPAL

M Sc. OSCAR IVAN FERREIRA CATRILEO
ASESOR AUXILIAR

M Sc. RAMÓN LEÓN CANACA CALDERÓN
ASESOR AUXILIAR

DEDICATORIA

A **Dios** todo poderoso por brindarme la oportunidad de cumplir una más de mis metas, la cual me guía hacia un nuevo futuro, acompañándome a cada momento de mi vida. Regalándome salud, sabiduría discernimiento pero sobre todo fuerzas y paciencia en mi diario vivir.

A mi madre **Edith Jeaneth Gudiel** por ser mi ejemplo a seguir, por su apoyo incondicional en todos los momentos de mi vida. De igual manera inculcarme principios y valores los cuales han sido esenciales para poder alcanzar el éxito.

A mi tía **Sonia Isabel Valladares** por su apoyo y comprensión en cada etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a **Dios** todo poderoso por regalarme salud, pero sobre todo por estar conmigo a cada instante de mi vida brindándome la fortaleza necesaria para desarrollar y culminar con éxito mis estudios

A mi madre **Edith Jeaneth Gudiel** por el esfuerzo que ha dado para que pueda salir adelante, y poder culminar una más de mis metas.

A mis asesores M. Sc. **Jorge Cardona** por su paciencia, apoyo y dedicación para realizar esta investigación. Al M.Sc. **Oscar Ferreira** y al M.Sc **Ramón Canaca** por los conocimientos brindados para culminar con éxito este trabajo.

Al **Lic. Alberto Iraheta** y al **Ing Carlos Vindel** por brindarme su apoyo y su tiempo para lograr que el trabajo fuera enriquecido con el aporte de sus conocimientos.

A la **Sra. Reina Orestila Sorto** y al **Sr. Calixto Ordoñez** por su dedicación esfuerzo y apoyo incondicional en todo el proceso de esta investigación. Al Centro de **Estudios y Control de Contaminantes (CESCCO)** por el apoyo brindado para realizar el análisis de las muestras de agua.

A mis amigas **Cecilia María Guerra, Dariana Isamel Ávila Velásquez, Riccy Mabel Aparicio, Fanny Velásquez, Odalma Johana Brizuela e Ingris Banesa Cantarero** por estar conmigo a cada momento durante todo el tiempo compartido. A mi Alma Mater la **Universidad Nacional de Agricultura** por regalarme la oportunidad de culminar mis estudios.

CONTENIDO

pág.

DEDICATORIA ii
AGRADECIMIENTO iii
CONTENIDO iv
LISTA DE CUADROS viii
LISTA DE FIGURAS ix
LISTA DE ANEXOS xii
LISTA DE ACRÓNIMOS xiii
RESUMEN xiv
I. INTRODUCCIÓN 14
II. OBJETIVOS 16
2.1. General 16
2.2. Específicos 16
III. REVISIÓN DE LA LITERATURA 3
3.1 El agua 3
3.2 Microcuenca 3
3.3 Vulnerabilidad ambiental en las microcuencas 4
3.4 Calidad del agua 5
3.5 Importancia de la calidad del agua 5
3.6 Contaminación del agua 6
3.7 Contaminación del agua por ganadería 6
3.8 Los Plaguicidas y la contaminación del agua 7
3.9 Parámetros físicos y químicos del agua 7
3.9.1 Parámetros físicos 7
3.9.2 Parámetros químicos 8
3.10 Análisis microbiológico 11

3.10.1 Coliformes fecales 11
3.11 Caudal del río 11
3.12 Bioindicadores 11
3.13 Macroinvertebrados bentónicos 12
3.13.1 Ventajas de utilizar macroinvertebrados acuáticos 13
3.13.2 Principales órdenes de macroinvertebrados bentónicos más comunes 13
3.14 Índice biológico 18
3.14.1 Índice *Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera* (EPT) 18
3.14.2 Índice de *Shannon Weaver* 18
3.14.3 Índice de la calidad del agua ICA-NSF 19
3.14.4 Norma técnica de agua potable para Honduras 19
IV. MATERIALES Y MÉTODO 20
4.1 Descripción del Área de Estudio 20
4.2 Materiales y equipo 21
4.3 Actividades antrópicas que contribuyen a la contaminación del agua 22
4.3.1 Herramienta de investigación 22
4.4 Determinación de la calidad del agua a través de parámetros fisicoquímicos 24
4.4.1 Método de recolección de las muestras 24
4.5 Análisis de la Calidad de Agua mediante el Índice del ICA- NSF 27
4.5.1 Pesos de parámetros analizados 28
4.6 Medición del caudal del río Talgua 29
4.7 Análisis de la calidad del agua a través de macroinvertebrados bentónicos 31
4.7.1 Recolección y clasificación de macroinvertebrados bentónicos 31
4.7.2. Instrumentos que contiene el kit de monitoreo para macroinvertebrados bentónicos 33
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 35
5.1 Actividades antrópicas que contribuyen a la contaminación de la microcuenca del río Talgua según las personas encuestadas 35
5.1.2 muestras del número de encuestas aplicadas 35
5.1.3 Sexo de las personas 35

5.1.4 Rangos de edad de las personas 36
5.1.5 Grado de escolaridad 36
5.1.6 Personas por vivienda 37
5.1.7 Percepción del hogar según las personas 38
5.1.8 Actividades a las que se dedican las personas 38
5.1.9Área de terreno que poseen las personas 39
5.1.10 Cultivos producidos en la zona 40
5.1.11 Productos agroquímicos utilizados 40
5.1.12 Lugares de donde adquieren el agua potable las personas encuestadas 41
5.1.13 Lugares donde lavan el equipo para el manejo de productos agroquímicos las personas encuestadas 42
5.1.14 Recibimiento de capacitaciones 42
5.1.15 Instituciones que brindan capacitaciones a personas encuestadas 43
5.1.16 Lugares de donde obtienen el agua las personas 43
5.1.17 Beneficio que tienen las personas con el agua de la microcuenca 44
5.1.18 Lugares donde vierten sus aguas residuales las personas 44
5.1.19 Tipo de sanitario que poseen las personas 45
5.1.20 Destino final que le dan las personas a los residuos solidos 46
5.2. Determinacion de la calidad del agua a través de parametros fisico químicos y microbiológicos 46
5.3 Resultados de parámetros evaluados 47
5.3.1 Potencial de hidrógeno 47
5.3.2 Temperatura 48
5.3.3 Coliformes Termotolerantes 48
5.3.4 Demanda Bioquímica de Oxígeno 49
5.3.5 Turbidez 50
5.3.6 Fósforo total 50

5.3.7 Nitratos 51
5.3.8 Sólidos disueltos totales 52
5.4 Medición del caudal del río 52
5.5 Índice de la calidad del agua para cada uno de los puntos de investigación 53
5.6 Clasificación de la población de macroinvertebrados bentónicos 54
5.6.1 Primer muestreo 55
5.6.2 Segundo muestreo 56
5.6.3 Tercer muestreo 57
5.7.1 EPT para el primer muestreo 57
5.7.2 EPT para el segundo muestreo 58
5.7.3 EPT para el tercer muestreo 59
5.8 Índice de *Shannon Weaver* para cada uno de los puntos de investigación 59
5.9 Análisis estadístico multivariado de componentes principales 60
VI. CONCLUSIONES 64
VII. RECOMENDACIONES 65
VIII. BIBLIOGRAFÍA 64
ANEXOS 72

LISTA DE CUADROS

Pág.

Cuadro 1. Descripción de factores de almacenamiento para realizar el muestreo (Pradillo 2016) 27
Cuadro 2. Rango de Clasificación del ICA-NSF según Criterio General. (Caicedo 2013) 28
Cuadro 3. Pesos Relativos para cada parámetro del ICA. (Randozo 2012) 28
Cuadro 4. Clasificación de la calidad del agua según el Índice EPT. (Álvarez y Pérez 2012) 34
Cuadro 5. Muestras representativas de encuestas para cada comunidad en el río Talgua .. 35
Cuadro 6. Índices de la Calidad del Agua para cada punto de investigación 54
Cuadro 7. Clasificación de la calidad del agua según el índice EPT para el primer muestreo 58
Cuadro 8. Clasificación de la calidad del agua según el índice EPT para el segundo muestreo 58
Cuadro 9. Clasificación de la calidad del agua según el índice EPT para el tercer muestreo 59
Cuadro 10. Índice de *Shannon Weaver* para cada muestreo 60

LISTA DE FIGURAS

.Pág.

Figura 1. Orden Ephemeroptera (Fotografías a y b: Ladrera 2012) 14
Figura 2. Orden Plecoptera (Fotografía a: Ramírez 2014) (Fotografía b: Ladrera 2012) ... 15
Figura 3. Orden Trichoptera (Fotografía a¨y b Zamora-Muños)..... 16
Figura 4. Orden Odonata (Fotografías a y Torralba-Burrial 2015) 17
Figura 5. Orden Coleoptera (Fotografías a y b Alonso-Zarazaga 2015) 17
Figura 6. Ubicación de la microcuenca del río Talgua en Catacamas, Olancho 20
Figura 7. Aplicación de encuestas en las diferentes comunidades, fotografía a) comunidad de Pinabetal, fotografía b) comunidad de Buena Vista 22
Figura 8. Fotografía a) toma de la muestra para los diferentes parámetros, fotografía b) toma de pH..... 25
Figura 9. Fotografía a) medición de cada sección, fotografía b) medición de profundidad de cada punto..... 30
Figura 10. Fotografía a) Trampa para macroinvertebrados, fotografía b) colocación de trampas en cada punto 31
Figura 11. Fotografía a**)** observación de insectos en el laboratorio, fotografía b) insecto del orden Ephemeroptera..... 32
Figura 12. Lupas, tarjetas y placas Petri..... 33
Figura 13. Redes,frascos y bolsa 33
Figura 14. Claves para determinar el ciclo de vida 34
Figura 15. Reglas y termómetros..... 34
Figura 16. Sexo de las personas en las comunidades del río Talgua, Catacamas 36
Figura 17. Edad de las personas en las comunidades del río Talgua, Catacamas 36
Figura 18. Grado de escolaridad en las comunidades del río Talgua, Catacamas..... 37
Figura 20. Ubicación de su hogar según las personas en las comunidades del río Talgua, Catacamas..... 38

Figura 21. Actividades a las que se dedican las personas en las comunidades del río Talgua, Catacamas 39
Figura 22. Área de terreno utilizada para cultivar en las comunidades del río Talgua, Catacamas 39
Figura 23. Cultivos producidos en las comunidades del río Talgua, Catacamas 40
Figura 24. Productos agroquímicos utilizados en las comunidades del río Talgua, Catacamas 41
Figura 25. Agua utilizada para la preparación de agroquímicos en las comunidades del río Talgua, Catacamas 41
Figura 26. Lugares donde lavan su equipo en las comunidades del río Talgua, Catacamas 42
Figura 27. Personas que han recibido capacitaciones en las comunidades del río Talgua, Catacamas 42
Figura 28. Instituciones que han brindado capacitaciones en las comunidades del río Talgua, Catacamas 43
Figura 30. Utilidad que le dan las personas al agua de la microcuenca en las comunidades del río Talgua, Catacamas 44
Figura 31. Lugar donde vierten sus aguas residuales en las comunidades del río Talgua, Catacamas 45
Figura 32. Sanitario que poseen las personas en las comunidades del río Talgua, Catacamas 45
Figura 33. Destino final que le dan a los residuos sólidos en las comunidades del río Talgua, Catacamas 46
Figura 34. Potencial de hidrogeno en los diferentes puntos de investigación en el río Talgua, Catacamas 47
Figura 35. Temperatura en los diferentes puntos de investigación en el río Talgua, Catacamas 48
Figura 36. Coliformes termotolerantes en las comunidades del río Talgua, Catacamas 49
Figura 37. Demanda Bioquímica de Oxígeno en los diferentes puntos de investigación en río Talgua, Catacamas 49

Figura 38. Turbidez en UNT en los diferentes puntos de investigación en río Talgua, Catacamas 50
Figura 40. Nitratos en los diferentes puntos de investigación en el río Talgua, Catacamas 51
Figura 41. Sólidos disueltos totales en los diferentes puntos de investigación en el río Talgua, Catacamas 52
Figura 42. Caudal en los diferentes puntos de investigación en el río Talgua, Catacamas . 53
Figura 43. Ordenes de macroinvertebrados encontrados en los diferentes puntos de investigación en el río Talgua, Catacamas 54
Figura 44. Insectos encontrados en el primer muestreo (2 de octubre 2017) en los puntos de muestreo en el río Talgua, Catacamas 55
Figura 45. Insectos encontrados en el segundo muestreo (21 de noviembre del 2017) en los puntos de muestreo en el río Talgua, Catacamas 56
Figura 46. Insectos encontrados en el tercer muestreo (7 de enero del 2018) en los puntos de muestreo en el río Talgua, Catacamas 57
Figura 47. Componentes principales 1 y 2 considerando los parámetros físico-químicos y microbiológicos, ICA y EPT en el río Talgua, Catacamas 63

LISTA DE ANEXOS

pág.

Anexo 1. Encuesta 73
Anexo 2. Georeferenciación de viviendas muestreadas 76
Anexo 3. Resultados de laboratorio 77
Anexo 4. Resultados de Nitratos Según el Laboratorio Industrial (MQ) 87
Anexo 5. Curvas de Valoración para cada parámetro 92
Anexo 6. Índices de la Calidad del Agua para cada punto de investigación 94
Anexo 7.Medición de Caudal de cada punto de investigación 97
Anexo 8. Datos para elaborar el Índice EPT para cada uno de los muestreos 101
Anexo 9. Macroinvertebrados encontrados en la investigación 106
Anexo 10. Resultados de análisis estadísticos 109

LISTA DE ACRÓNIMOS

CESSCO: Centro de Estudios y Control de Contaminantes

DBO_5: Demanda Bioquímica de Oxígeno

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

ICA: Índice de la Calidad del Agua

Índice EPT: Índice *Ephemeroptera, Plecoptera Trichoptera*

NO_3: Nitratos

NSF: Fundación Nacional de Sanidad de los EE.UU

OD: Oxígeno Disuelto

pH: Potencial de Hidrógeno

UNT: Unidades Nefelometrícas de Turbiedad

UFC: Unidades Formadoras de Colonias

GUDIEL, L.2018. Evaluación de la calidad del agua y caracterización de la población de macroinvertebrados bentónicos en la microcuenca del río Talgua, Catacamas. Diagnóstico Lic. Recursos Naturales y Ambiente, Universidad Nacional de Agricultura .Catacamas, Olancho Honduras 124 Pág.

RESUMEN

Esta investigación se realizó en el Departamento de Olancho Municipio de Catacamas, en la microcuenca del río Talgua. Esta a su vez es la principal fuente de abastecimiento de agua a la población de dicho municipio. La metodología que se utilizó se basó en identificar cuáles son las actividades antrópicas que contribuyen a la contaminación de la microcuenca, evaluar parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para conocer la calidad del agua, como también el monitoreo de macroinvertebrados bentónicos, ya que son importantes para establecer la condición ecológica actual de la misma. Las actividades que contaminan el cuerpo de agua son la no letrinizacion, el mal manejo de residuos sólidos y el vertido de aguas residuales. Según los parámetros fisicoquímicos analizados en el laboratorio, el agua de los puntos de investigación no presentan contaminación importante, sin embargo los resultados microbiológicos determinaron que el punto UNA presentó valores altos en cuanto a la presencia de coliformes termotolerantes con 40 UFC. Con el ICA de la NSF y con los resultados del laboratorio se determinó que el punto número cuatro (Aforo Talgua) presenta excelentes condiciones con un 90.72. De acuerdo al monitoreo de macroinvertebrados en cada punto se colectaron un total de 245 individuos pertenecientes a 8 órdenes y 10 familias. Con respecto al índice EPT, en los tres muestreos, los puntos Aforo de Talgua y UNA no variaron ya que están sin impacto, pero los demás puntos variaron presentando categoría severamente impactado. En el tercer muestreo interfirió el tiempo ya que en Río Seco no se tomó la muestra debido a que el río se había secado. Según el análisis estadístico multivariado de componentes principales, se determinó que el EPT 2 y el EPT 3 están relacionados.

Palabras claves: Coliformes termotolerantes, ICA, Índice EPT, Índice de Shannon Weaver y *Plecoptera*

I. INTRODUCCIÓN

El agua es uno de los recursos naturales renovables más importantes en el planeta, los seres humanos dependen de su disponibilidad no sólo para el consumo doméstico, sino también para el funcionamiento y continuidad de las actividades agrícolas e industriales, siendo el elemento clave para el funcionamiento y mantenimiento de los ecosistemas naturales (Roldán 1999).

De acuerdo a Piñeros-Herrera (2016) las microcuencas son los afluentes a los ríos secundarios como ser canales, quebradas, riachuelos que desembocan y alimentan a los ríos secundarios, son consideradas como un ámbito de organización social, económica y operativa. La calidad del agua es fundamental para la salud de las personas y los ecosistemas. La evolución de la calidad del agua ha tenido un lento desarrollo, no fue sino hasta finales del siglo XIX que se reconoció al agua como origen de numerosas enfermedades infecciosas.

Para evaluar las condiciones del agua existen diferentes técnicas, entre ellos están los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, los que brindan información extensa de las especies químicas del agua y sus propiedades físicas (CDB 2008). Los organismos que habitan en los ríos también pueden ser utilizados como indicadores de la calidad del agua, debido a que presentan diferentes rangos de tolerancia a la contaminación de su hábitat, el grupo más utilizado es el de los macroinvertebrados bentónicos que se encuentran en todo tipo de ambientes acuático (Valdivia 2010).

El propósito de llevar a cabo esta investigación es para conocer y evaluar la calidad del agua con la que cuenta la microcuenca del río Talgua, en el municipio de Catacamas, así como conocer el impacto de las actividades antropogénicas que en ella se realizan. El trabajo toma importancia al ser esta la principal fuente de abastecimiento de agua para la ciudad.

II. OBJETIVOS

2.1. General

Conocer la calidad del agua, así como la población y la diversidad de macroinvertebrados bentónicos en la microcuenca del río Talgua.

2.2. Específicos

a. Identificar las actividades antrópicas que influyen en la contaminación del agua del río Talgua.

b. Determinar la calidad del agua a través de parámetros fisicoquímicos y la presencia de macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores

c. Clasificar las poblaciones de macroinvertebrados bentónicos existentes en el río Talgua

III. REVISIÓN DE LA LITERATURA

3.1 El agua

Según Sánchez-Guillen (2009) el agua es el recurso natural más abundante de la corteza terrestre y uno de los pocos líquidos naturales. No es de extrañar entonces que el agua sea una sustancia esencial en los seres vivos. El agua es el componente más abundante en los medios orgánicos, los seres vivos contienen por término medio un 70% de agua.

La composición química del agua, está formada por dos átomos de hidrógeno unidos a un átomo de oxígeno. Los enlaces H-O son covalentes, dado que comparten un par electrónico. Debido a que el oxígeno tiene un carácter no metálico mayor (posee una mayor electronegatividad), el par electrónico de enlace está más cerca de este elemento que del hidrógeno, determinando la polaridad del enlace. La estructura de la molécula de agua es angular, y el ángulo de enlace es de 105º. La estructura del agua es un dipolo, donde el oxígeno tiene una densidad de carga negativa, y asociado a los hidrógenos encontramos una densidad de carga positiva (Vega 2012).

3.2 Microcuenca

De acuerdo a Caballero (2008) es el espacio donde ocurren las interacciones más fuertes entre el uso y manejo de los recursos (acciones antrópicas) y el comportamiento de estos mismos recursos (acciones del ambiente). Posee un área que puede ser planificada mediante el uso de comunidades locales y el número de familias que puede ser tratada como un núcleo social que comparte intereses comunes como ser agua, servicios básicos infraestructura y organización.

La microcuenca permite que tanto quienes usan el agua de la cuenca (población, actividades de ganadería, riego), como quienes la aprovechan de afuera (población de los pueblos, y ciudades, industrias) perciban la relación estrecha que tienen con las personas usuarias directas de la tierra, a través del agua. De igual manera es un ámbito geográfico, hidrológico, económico, social y ambiental complementario con otros ámbitos. Hacia adentro, se complementa con la finca (familia) y comunidad (estructura social); hacia afuera, se complementa con ámbitos naturales, como la subcuenca y cuenca o ámbitos político-administrativos, como los municipios y departamentos (Caballero 2008).

3.3 Vulnerabilidad ambiental en las microcuencas

Son acciones ligadas al uso, manejo y degradación (vulnerabilidad) de una cierta envergadura, para que se dé un impacto mesurable (riesgo) a corto o mediano plazo sobre el suelo, el balance de biomasa y la cobertura vegetal, la cantidad y calidad del agua la fauna entre otras variables. La vulnerabilidad en las microcuencas se debe a que la mayoría de los desastres naturales, que inciden sobre la superficie continental se desarrollan dentro de una cuenca hidrográfica, lo cual queda de manifiesto cuando se presentan los fenómenos de carácter hidrometeorológico granizadas, lluvias torrenciales, tornados, huracanes y sequías (Alatorre-Morroy 2007).

En América Latina y el Caribe en la década de los noventa la mayoría de las muertes provocadas por desastres naturales tienen un origen hidrometeorológico, estas muertes están relacionadas por una gestión deficiente en el en uso de las tierras y del ambiente de las cuencas hidrográficas y más específicamente en las microcuencas , las cuales experimentan de forma indirecta e inmediata la degradación de los sistemas primarios, tala de terrenos con bosque nativo para destinarlos a la producción agropecuaria, la sobreexplotación de laderas montañosas para la agricultura de subsistencia, la apertura de caminos y la urbanización (Alatorre-Morroy 2007).

3.4 Calidad del agua

De acuerdo a Guzmán (2006) la calidad de las aguas es una variable descriptora fundamental del medio hídrico, tanto desde el punto de vista de su caracterización ambiental, como desde la perspectiva de la planificación y gestión hidrológica, ya que delimita la aptitud del agua para mantener los ecosistemas y atender las diferentes demandas.

La calidad de las aguas puede verse modificada tanto por causas naturales como por factores externos. Cuando los factores externos que degradan la calidad natural del agua son ajenos al ciclo hidrológico, se habla de contaminación. La prevención, control y resolución de los problemas derivados de la contaminación de las aguas constituye uno de los objetivos que deben plantearse en cualquier política avanzada de gestión de recursos hídricos (Guzmán 2006).

La calidad del agua desde un punto de vista ambiental son aquellas condiciones que deben darse en el agua para que ésta mantenga un ecosistema equilibrado y para que cumpla determinados objetivos de calidad (calidad ecológica). O como el conjunto de características físicas, químicas y microbiológicas que la definen (Guzmán 2006).

3.5 Importancia de la calidad del agua

Según Reyes (1996) la creciente importancia de la calidad del agua radica en que es el recurso natural indispensable, irremplazable y altamente vulnerable, unida al creciente interés por la protección del medio ambiente en general, han motivado a una concienciación de la necesidad de depurar aguas procedentes de usos tanto urbanos como industriales incluso, más recientemente de los efluentes de riego.

3.6 Contaminación del agua

Es la acción y el efecto de introducir materias y formas de energía, o inducir condiciones en el agua de modo directo o indirecto que implican una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos posteriores como también su función ecológica. Este proceso varía desde la adición de sólidos disuelto o suspendidos hasta descargas de contaminantes tóxicos persistentes tales como plaguicidas, materiales pesados y compuestos químicos no degradables y bioacumulativos (Chang 2007).

De acuerdo a Mendizábal (2010) el tema de la contaminación del agua sugiere una enorme amplitud de asuntos que parten del agua como parte de las bondadosas capacidades naturales que proveen el recurso para el desarrollo de la vida humana, y que la actividad humana devuelve al entorno natural en niveles de calidad que alteran hasta ocasionar rupturas en equilibrios naturales frágiles que sustentan a esa misma vida. Desequilibrios que crecen paralelamente al crecimiento de las poblaciones en los ecosistemas y, que, en términos de balance energético, contribuyen con entropía creciente a los daños irreparables a nuestro planeta.

3.7 Contaminación del agua por ganadería

Aproximadamente una cuarta parte de la superficie de la tierra se utiliza para el pastoreo de ganado, lo cual tiene importantes repercusiones en la cantidad y la calidad del agua disponible. En la mayoría de las regiones, el deterioro directo e indirecto del agua disponible para otros usos puede ser también un problema importante, el ganado contamina el agua con patógenos que constituyen un riesgo para la salud humana (FAO 2005).

La ganadería utiliza hoy en día el 30 % de la superficie terrestre del planeta. El sobrepastoreo afecta al ciclo del agua, e impide que se renueven los recursos hídricos tanto de superficie como subterráneos. La producción de forraje obliga a desviar importantes cantidades de agua (FAO 2008).

3.8 Los Plaguicidas y la contaminación del agua

Según Orta (2002) los plaguicidas químicos son usados por el hombre para el combate de plagas, enfermedades y malezas que afectan a los cultivos agrícolas. Grandes beneficios y ventajas aportan estos compuestos sintéticos, sin embargo su utilización no está exenta de dificultades e inconvenientes, pues son contaminantes del medio ambiente. En los últimos años se ha observado un deterioro de la calidad del agua. Son numerosas las causas que provocan su contaminación por plaguicidas. Algunas son inherentes al uso de estos compuestos y otras surgen por mala manipulación y negligencias. La presencia de los mismos en este medio puede afectar las diferentes formas de vida acuática.

Los plaguicidas constituyen impurezas que pueden llegar al hombre directamente a través del agua potable y en forma indirecta a través de la cadena biológica de los alimentos. Estas sustancias químicas pueden ser resistentes a la degradación, y en consecuencia, persistir por largos períodos de tiempo en las aguas subterráneas y superficiales. De igual manera imparten al agua potable olores y sabores desagradables, aún a bajas concentraciones. Como generalmente el hombre rechaza el agua con sabor u olor extraños, bastan ínfimas cantidades para hacer que un agua sea impropia para el consumo desde el punto de vista organoléptico (Puerto-Rodríguez 2014).

3.9 Parámetros físicos y químicos del agua

3.9.1 Parámetros físicos

De acuerdo a Pradillo (2016) son los que definen las características del agua que respondan a los sentidos de la vista, del tacto del gusto entre otras. Tienen incidencia directa sobre las condiciones estéticas y aceptabilidad.

a. Turbidez

Según Barrenechea (2005) la turbidez es originada por las partículas en suspensión o coloides arcilla, limo, tierra finamente dividida. La turbidez es causada por las partículas que forman los sistemas coloidales; es decir, aquellas que por su tamaño, se encuentran suspendidas y reducen la transparencia del agua en menor o mayor grado. La medición de la turbidez se realiza mediante un turbidímetro o nefelómetro. Las unidades utilizadas son, por lo general, unidades nefelométricas de turbiedad (UNT).

b. Temperatura

La temperatura es una de los parámetros que tiene gran importancia en el desarrollo de los diversos fenómenos que se realizan en el agua. Por ejemplo, en la solubilidad de los gases entre los que es fundamental la solubilidad del oxígeno y de las sales, así como en las reacciones biológicas, las cuales tienen una temperatura óptima para poder realizarse. La temperatura de las aguas subterráneas depende de las características del terreno que drenan, pudiendo ser influenciada, entre otras causas, por la naturaleza de las rocas, siendo además función de la profundidad (Betancourt 2009).

3.9.2 Parámetros químicos

El agua es llamada solvente universal por ende los parámetros químicos se relacionan con la capacidad de la misma para disolver diferentes sustancias. Los compuestos químicos disueltos en el agua pueden ser de origen natural o industrial, llegaran a ser beneficiosos o dañinos de acuerdo a su composición y concentración (Pradillo 2016).

a. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)

De acuerdo a Aznar (2000) la Demanda Bioquímica de Oxígeno es la que proporciona información de la cantidad de materia orgánica biodegradable presente en una muestra, sin aportar información sobre la naturaleza de la misma.

Hay que tener presente, que un bajo valor de DBO_5 no tiene por qué ser indicativo de un bajo nivel de contaminación orgánica, dado que existen sustancias difícilmente biodegradables (sustancias refractarias) o que incluso inhiben el proceso biológico (tóxicos). En muchos casos, tan importante o más que la determinación de la DBO_5 de un efluente en mg/l, es conocer la carga de contaminante total del mismo como kg de DBO_5 por día (Aznar 2000).

b. Fosfatos

Las especies químicas de fósforo más comunes en el agua son los ortofosfatos, los fosfatos condensados (piro-, meta- y polifosfatos) y los fosfatos orgánicos. Estos fosfatos pueden estar solubles como partículas de detritos o en los cuerpos de los organismos acuáticos. Es común encontrar fosfatos en el agua, son nutrientes de la vida acuática y limitante del crecimiento de las plantas. Sin embargo, su presencia está asociada con la eutrofización de las aguas, con problemas de crecimiento de algas indeseables en embalses y lagos, con acumulación de sedimentos (Barrenechea 2005).

c. Potencial de hidrogeno (pH)

El pH es uno de los parámetros más importantes y de mayor frecuencia en las pruebas químicas del agua. El rango de pH para aguas naturales oscila entre 4 y 9 y la mayoría son ligeramente básicas debido a la presencia de bicarbonatos y carbonatos de metales alcalinos y alcalinotérreos. El pH del agua pura a 25°C es de 7, neutro (Betancourt 2009).

d. Oxígeno disuelto (OD)

De acuerdo a Betancourt (2009) el oxígeno disuelto (OD) procedente de la atmósfera se disuelve directamente en las aguas superficiales, o se genera mediante la fotosíntesis en las capas superiores iluminadas. Con el aumento de la profundidad, el OD disminuye en parte al ser consumido por la respiración de microorganismos, por otra parte la descomposición microbiana de los detritos orgánicos y por el fenómeno de absorción. La vida, el crecimiento de microorganismos y el desarrollo de sus actividades metabólicas específicas, dependen de la disponibilidad de oxígeno molecular.

e. Sólidos disueltos totales (SDT)

Es una medida de las sales disueltas en una muestra de agua después de la remoción de solidos suspendidos, también se define como la cantidad de residuos remanentes después de la evaporación del agua. De igual manera son todos aquellos materiales sólidos que se disuelven totalmente en el agua y pueden ser eliminados por filtración (Barrenechea 2005).

f. Nitratos (NO_3)

De acuerdo a Barrenechea (2005) es la especie derivada del nitrógeno más importante, supone una fuente de nutrientes relevantes para ciertos organismos autótrofos. Una alta concentración de nitratos puede generar el fenómeno de la eutrofización, con un aumento en la población de estos organismos autótrofos que compiten con el oxígeno y con otros organismos aerobios de mayor tamaño. La concentración de nitratos está relacionada con la aparición de algas y para uso de consumo metahemoglobinemia o la llamada enfermedad del bebe azul.

3.10 Análisis microbiológico

Son operaciones respectivas encaminadas a determinar microorganismos presentes en una muestra de agua, donde se pueden identificar problemas. Estos análisis se hacen con el objetivo de encontrar microorganismos patógenos que son los diferentes tipos de bacterias, virus y protozoos que causan enfermedad (Reyes 2007).

3.10.1 Coliformes fecales

Según Reyes (2007) los coliformes reagrupan ciertas especies bacterianas pertenecientes a la familia *Enterobacteriaceae*, de morfología bacilar, acciones negativas aerobias o anaerobias facultativas, oxidasa negativa, no esporuladas y que fermentan la lactosa con producción de ácido a 37ºC en 24-48 horas.

3.11 Caudal del río

Es el volumen de agua que circula por el cauce de un río en un lugar y tiempo determinado, se refiere fundamentalmente al volumen hidráulico de la escorrentía de una cuenca hidrográfica concentrada en el río principal de la misma. Se expresa en volumen por unidad de tiempo. El caudal en un tiempo dado puede medirse por métodos diferentes y la elección de este depende de las condiciones de cada sitio (Bustamante-Rojas 2006).

3.12 Bioindicadores

Los bioindicadores son organismos indicadores de como la presencia de una especie en particular, que demuestra la existencia de ciertas condiciones en el medio, mientras que su ausencia es la consecuencia de la alteración de tales condiciones.

La denominación de una especie como indicadora requiere de conocimiento previo respecto a su composición comunitaria bajo condiciones normales, incluyendo el ciclo de vida de las especies, su estacionalidad y sus variaciones naturales, de manera que sea posible comparar las condiciones antes y después de una perturbación ambiental (Castro 2006).

3.13 Macroinvertebrados bentónicos

Según Reyes y Arrivillaga (2008) los macroinvertebrados son uno de los grupos de organismos acuáticos más utilizados para el monitoreo de la calidad del agua. De igual manera estas comunidades son los mejores bioindicadores de la calidad del agua, debido a que son muy abundantes, se encuentran prácticamente en todos los ecosistemas de agua dulce, su recolección es simple y de bajo costo.

Los macroinvertebrados bentónicos predicen el deterioro ambiental ya que desarrollan gran parte de su vida en los ecosistemas acuáticos asociándose a características típicas del agua, por lo que se constituyen en potenciales indicadores de esta (Campos 2006).

El uso de macroinvertebrados bentónicos para valorar y determinar la calidad del agua, tiene cuando menos 100 años de antigüedad. De estas técnicas, los insectos acuáticos (entre un 70 -90% de la fauna de macroinvertebrados dulceacuícola) han sido el grupo más estudiado para evaluar la calidad del agua por muchos investigadores. Por ejemplo, los métodos biológicos para determinar la calidad de las aguas, han sido usados en Europa desde principios del siglo, sin embargo, sólo en la década de los 50 se tuvo mayor consideración en las respuestas que ofrecían plantas y animales como evidencia directa de la contaminación (Giacometty 2015)

3.13.1 Ventajas de utilizar macroinvertebrados acuáticos

Los macroinvertebrados son los organismos más ampliamente usados como bioindicadores en la actualidad por diversas circunstancias entre las que se destacan (Prat *et al.* 2008)

- Una gran riqueza de especies con gran diversidad de respuestas a los gradientes ambientales.
- Ser en su mayoría sedentarios, lo que permite el análisis espacial de la contaminación.
- En otros casos, la posibilidad de utilizar su reacción de huida (deriva) como indicador de contaminación.
- Algunas especies tienen ciclos de vida largo porque integra los efectos de la contaminación en el tiempo.
- El muestreo es de forma sencilla y barata.
- Una taxonomía en general bien conocida a nivel de familia y género.
- Poseen ciclos de vida largos
- Son apreciables a simple vista
- Se pueden cultivar en el laboratorio

3.13.2 Principales órdenes de macroinvertebrados bentónicos más comunes

a) Orden *Ephemeroptera*

Etimología. *Ephemero* = Efímero, *ptera*= Alas, *Ephemeroptera*: Alas efímeras. Este nombre hace referencia a la corta vida de los adultos de estos individuos cuyo único fin es la reproducción (Ladrera 2012).

De acuerdo a Ladrera (2012) esta orden de insectos son de gran importancia en la fauna bentónica tanto en número de individuos, como en masa como en biomasa al igual procesan una cantidad importante de materia orgánica; ya sea triturando las partículas grandes, o

filtrando las pequeñas. Por otra parte a través de los adultos, en algunos casos devuelven una cantidad importante de energía al ambiente terrestre.

Muchos predadores terrestres (aves, murciélagos, insectos, etc.) consumen una gran cantidad de adultos durante los periodos de emergencia, vuelo nupcial y ovoposición. Debido a su abundancia y ubicuidad, así como a la tolerancia diferencial de las diferentes especies a distintos grados de contaminación o impacto ambiental, han sido utilizados desde hace ya algún tiempo como indicadores biológicos de calidad de aguas. Su alimentación es a base de algas y restos de materia orgánica, hojarasca en descomposición, hongos asociados y detritus (Ladrera 2012) (Figura 1).



a) Larva *Ephemeroptera*



b) Adulto *Ephemeroptera*

Nombre Común: Mosca de Mayo

Figura 1. Orden *Ephemeroptera* (Fotografías a y b: Ladrera 2012)

b) Orden *Plecoptera*

Según Ramírez (2014) estos insectos son llamados moscas de las piedras son de tamaño mediano a pequeño, de cuerpos blando y aplastado, se encuentran en las piedras cerca de los ríos y lagunas, poseen cuatro alas membranosas, piezas bucales masticadoras, en algunos adultos son vestigiales (no se alimentan), poseen metamorfosis simple, el estado ninfal lo realizan dentro del agua.

En general la forma de la ninfa recuerda la del adulto, excepto por la ausencia de alas y la presencia en la mayoría de las especies de traqueo branquias (en forma primitiva hay 5-6 pares de branquias abdominales, pero en las más evolucionadas aparecen en forma tubular o en penachos de filamentos, situados generalmente en la cabeza (sub mentón), cuello, tórax o en el extremo del abdomen, rodeando el ano, rara vez en las regiones laterales del abdomen) (Ramírez 2014).

Alto requisito de la calidad del agua de las ninfas se requiere en casi todos, pero unas pocas especies habitan conforme a niveles bajos de oxígeno, altas temperaturas y al enriquecimiento orgánico, éste ha conducido a su uso eficaz como indicadores biológicos dela degradación ambiental (Ramírez 2014) (Figura 2).



a) Ninfa de *Plecoptero*



b) Adulto Plecoptero

Familia: Perlidae

Figura 2. Orden *Plecoptera* (Fotografía a: Ramírez 2014) (Fotografía b: Ladrera 2012)

b) Orden *Trichoptera*

Son uno de los grupos de insectos más importantes de los ecosistemas acuáticos, con larvas exclusivamente acuáticas. Algunas especies fabrican estuches con materiales tan diversos como arena, grava o restos vegetales y en el interior del mismo desarrollan su ciclo larvario. Su modo de alimentación es muy variado, con especies herbívoras, detritívoras y

depredadoras, y presentan en general cierta exigencia en cuanto a la calidad del agua y se alimentan de materia orgánica (Ladrera 2012).



a) Larva de *Trichoptero*

Familia : Philopotamidae



b) Adulto *Trichoptero*

Nombre Común : Alas con seda

Figura 3. Orden *Trichoptera* (Fotografía a¨y b Zamora-Muños)

c) Orden *Odonata*

Esta orden engloba a los conocidos como libélulas y caballitos del diablo. Los adultos no se ven obligados a vivir en las inmediaciones del agua, pero las larvas son acuáticas sin excepción. Las larvas de todas las especies de odonatos son zoófagas, atacan a diferentes animales con los que comparten territorio, como oligoquetos, efemerópteros o dípteros e incluso pueden llegar a atacar a renacuajos y alevines de peces. Pueden vivir en una amplia variedad de hábitats, pero son más frecuentes en las zonas con poca velocidad de corriente de los cursos fluviales, como remansos o en pequeñas lagunas (Ladrera 2012) (Figura 4).



a) Larva de *Odonato*



b) Nombre Común: Libélulas
Familia: Aeshnidae

Figura 4. Orden *Odonata (*Fotografías a y Torralba-Burrial 2015*)*

d) Orden *Coleoptera*

Los coleópteros (escarabajos) son un grupo de insectos que incluyen animales muy diversos, por su morfología y su ecología. Esto hace que algunos grupos posean adaptaciones morfológicas especiales para la vida acuática. Ocupan virtualmente cualquier hábitat incluidos los de agua dulce aunque su presencia en ambientes marinos es mínima. Entre coleópteros acuáticos existen especies adultos y larvas, y otras donde sólo una de las dos fases viven en el agua. Presentan una fase intermedia entre la larva y el adulto, denominada pupa, la cual casi siempre es terrestre (Oscoz 2009) (Figura 5).



a) Larva de *coleoptero*



b) Adulto *Coleoptero*

Figura 5. Orden *Coleoptera* (Fotografías a y b Alonso-Zarazaga 2015)

3.14 Índice biológico

Es una herramienta que mide la calidad del agua en función de los organismos indicadores que viven en ellas. Dependiendo de la sensibilidad de cada organismo se puede determinar la contaminación. Este se suele expresar en forma de un valor numérico que sintetiza las características de todas las especies presentes (Prat *et al.*2008).

3.14.1 Índice *Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera* (EPT)

Es la presencia o ausencia de las órdenes *Ephemeroptera*, *Plecóptera*, *Trichoptera* en una comunidad biológica. Las especies de este grupo de insectos son sensibles a las perturbaciones humanas, conociendo este tipo de insectos como indicadores biológicos en la calidad de las aguas se puede determinar este índice (Álvarez y Pérez 2012).

3.14.2 Índice de *Shannon Weaver*

Según Moreno (2001) el índice de *Shannon Weaver* se utiliza en ecología u otras ciencias similares para medir la biodiversidad específica, este índice se representa normalmente como H y se expresa con un número positivo, en la mayoría de los ecosistemas naturales varia de 0.5 y 5 aunque su valor normal esta entre 2 y 3 valores inferiores a 2 se considera bajo en diversidad, y superiores a 3 indica alto en diversidad de especies.

Según Moreno (2001) de esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies) y la cantidad relativa de individuos de cada una de las especies (abundancia).

3.14.3 Índice de la calidad del agua ICA-NSF

El índice de la calidad del agua indica el grado de contaminación de la misma. Se expresa como el porcentaje de agua pura, el agua altamente contamina tendrá un ICA 0%, por lo tanto el agua con excelentes condiciones el valor del ICA será 100%. El ICA-NSF está compuesto por ocho variables fisicoquímicas que son: Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO_5), Oxígeno Disuelto (OD), Sólidos Totales Disueltos (STD), Nitratos (NO_3), Temperatura, Turbidez, Potencial de Hidrogeno (pH), y un elemento biótico que son los coliformes termotolerantes. La información resultante de estos parámetros puede ser más fácil de interpretar que una lista de valores numéricos (Caicedo-Quintero *et al* 2013).

El ICA de NSF es el índice más utilizado en la valoración de las aguas superficiales para consumo humano a nivel mundial. Este índice se puede modificar de acuerdo a las condiciones prevalecientes en cada ecosistema (Caicedo-Quintero *et al.* 2013).

3.14.4 Norma técnica de agua potable para Honduras

Según el artículo N° 1 el objetivo de esta norma es proteger la salud pública mediante el establecimiento de niveles adecuados o máximos que deben tener aquellos componentes o características del agua que puedan representar un riesgo para la salud de la comunidad e inconvenientes para la preservación de los sistemas de abastecimiento de agua (OPS/OMS 1995)

Según el artículo N° 3 esta norma de calidad del agua establece los requerimientos básicos a los cuales debe responder la calidad de agua suministrada en los servicios para consumo humano y para todo uso doméstico, independientemente de su estado, origen o grado de tratamiento (OPS/OMS 1995).

IV. MATERIALES Y MÉTODO

4.1 Descripción del Área de Estudio

El presente trabajo se realizó en la microcuenca del Río Talgua ubicada geográficamente dentro de la jurisdicción del municipio de Catacamas en el departamento de Olancho perteneciente a la cuenca del río Patuca, al oriente de Honduras. Es la principal fuente que abastece de agua al municipio. La presente investigación se desarrolló entre los meses de octubre del 2017 y enero del 2018 en los cuales aún persiste la época lluviosa. La temperatura anual en estos meses oscila entre 25.4C° a 22.6 C°. La precipitación media aproximada es de 1,390 mm (CLIMATE-DATA.0RG 2016). Los puntos de investigación fueron en los tres principales afluentes, otro en el punto de aforo de la microcuenca y el último en la UNA (Figura 6).

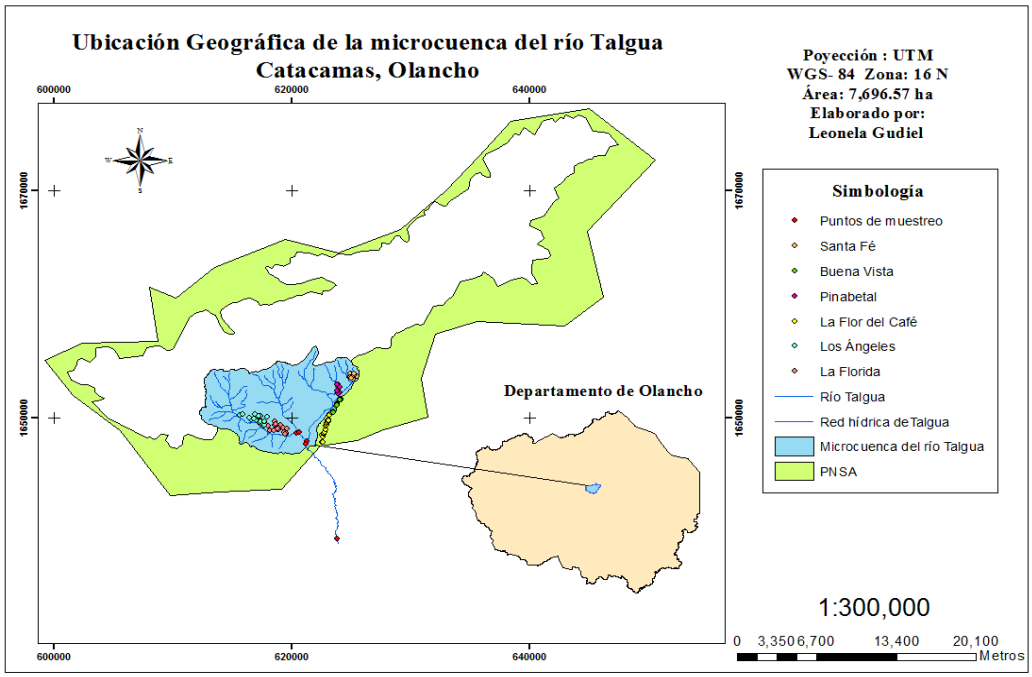


Figura 6. Ubicación de la microcuenca del río Talgua en Catacamas, Olancho

4.2 Materiales y equipo

a) Etapa N°1 muestreo de agua

GPS, libreta, lápices, frascos de plástico, frascos de polietileno esterilizados, hielera, hielo, termómetro, Kit para toma de pH, guantes.

b) Etapa N°2 muestreo de macroinvertebrados bentónicos

Kit para muestreo de macroinvertebrados el cual contiene, lupas, placas Petri, bolsas ziploc, bandejas, hilo, libreta, botas de hule, lápices, balde, redes.

c) Etapa N° 3 medición de caudal

Molinete marca Gurley, GPS, cinta métrica, lápices, estacas, botas de hule cámara

d) Etapa N°4 identificación de macroinvertebrados en el laboratorio

Tarjetas y claves para identificar los insectos, libreta, lápices, estereoscopios, microscopios, pota objetos, baldes pinzas y bandejas.

e) Etapa N°5 trabajo en oficina

Computadora, libreta, software PAST®),(IBM-SPSS®), (InfoStat®),ArcGIS

4.3 Actividades antrópicas que contribuyen a la contaminación del agua

4.3.1 Herramienta de investigación

La investigación se realizó a través de la aplicación de 154 encuestas en total en las diferentes comunidades que pertenecen a la microcuenca del río Talgua, siendo estas La Flor del Café, Buena Vista, Pinabetal, Santa Fe, La Florida y Los Ángeles con el objetivo de conocer las actividades que contribuyen a la contaminación del agua de la microcuenca que abastece a la población del municipio de Catacamas. (Figura 7).

a) b)



Figura 7. Aplicación de encuestas en las diferentes comunidades, fotografía a) comunidad de Pinabetal, fotografía b) comunidad de Buena Vista

a) Aplicación de la herramienta

Para la aplicación de la encuesta primero se calculó el tamaño de la muestra, con el fin de obtener una porción representativa. Estas fueron aplicadas con el 90% de confianza por lo tanto un 10% de error

Fórmula para determinar el tamaño de la muestra

$$n = \frac{N\sigma^2 Z^2}{(N-1)*e^2+\sigma^{2*}Z^2}$$ **Fórmula 1.**

Donde:

n = El tamaño de la muestra

N = Tamaño de la población

σ = Desviación estándar de la población que, generalmente cuando no se tiene su valor suele utilizarse un valor constante de 0.5.

Z = Valor obtenido mediante los niveles de confianza. Es un valor constante que, si no se tiene su valor se toma en relación al 95% de confianza equivale a 1.96 (como más usual) o en relación al 99% de confianza equivale 2.58 valor que queda a criterio del investigador.

e = Límite aceptable del error muestral que generalmente cuando no se tiene valor suele utilizarse un valor que varía entre el 1% (0.01) y 9% (0.09) valor que queda a criterio del encuestador.

Se visitó la Alcaldía Municipal y el Centro de Salud Catacamas para recopilar datos de las comunidades que se benefician de la microcuenca, después de obtener los datos de la población y el número de viviendas por comunidad, se procedió a sacar la muestra. Antes de aplicar la encuesta se hizo una validación de la misma en la comunidad de La Unión, debido a que esto ayuda a conocer si las preguntas planteadas son entendibles

Para tabular los datos de la encuesta se hizo uso del software IBM SPSS que ayudó hacer un análisis estadístico de los datos obtenidos, al igual se utilizó Excel.

Cálculo para sacar la muestra representativa de cada comunidad

$$n = \frac{54(0.5)^2(1.65)^2}{(54-1)(0.10)^2+(0.5)^2(1.65)^2}$$

$$n = \frac{54(0.25)(2.7225)}{53(0.01)+(0.25)(2.7225)}$$

$$n = \frac{36.73}{0.53+0.68}$$

$$n = \frac{36.73}{1.21}$$

***n* =30.35 ≈ 31 muestra para las comunidad de La Flor del Café**

4.4 Determinación de la calidad del agua a través de parámetros fisicoquímicos

4.4.1 Método de recolección de las muestras

La toma de las muestras se realizó de acuerdo a las zonas donde se encuentran asentadas las seis comunidades que están dentro de la microcuenca, quedando establecidos de la siguiente manera : punto número uno Río Seco, punto número dos Quebrada de Agua, punto número tres Quebrada de Pinabetal. Estos tres puntos representan los tres principales afluentes de la misma. De igual manera se tomaron muestras en el punto número cuatro, siendo este el aforo de la microcuenca y el número cinco denominado punto UNA.

En cada uno de los puntos se tomaron muestras puntuales, donde se evaluaron ocho parámetros fisicoquímicos y uno microbiológico. Los parámetros analizados fueron: Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO_5), Oxígeno Disueltos (OD), Sólidos Disueltos Totales (SDT), Nitratos, Temperatura, Turbidez, Fósforo, Potencial de Hidrogeno (pH), y un elemento biótico que son los coliformes termotolerantes.

En campo fueron analizados tres parámetros que resultan muy relevantes para el muestreo, siendo estos temperatura, pH y oxígeno disuelto haciendo uso de instrumentos como pH-metro y termómetro con que cuenta el Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional de Agricultura. Para el caso de pH se hizo indicadores de un kit de campo para monitoreo de agua (Figura 8).

a) b)





Figura 8. Fotografía a) toma de la muestra para los diferentes parámetros, fotografía b) toma de pH

a) Procedimiento y cuidados para la toma de muestras

La toma de las muestras se realizó de acuerdo al protocolo del Centro de Estudios y Control de Contaminantes (CESCCO). Se tomó en cuenta que la persona que recogió la muestra y la llevó es la corresponsable de la calidad de los análisis. Se utilizaron hieleras para que las muestras no corrieran el riesgo de ser contaminadas

Para los análisis fisicoquímicos se utilizaron envases nuevos de plásticos unos con volumen de 1 galón y otros con un volumen de 1000 ml, para los microbiológicos fueron utilizados envases de polietileno esterilizados que fueron proporcionados por el laboratorio CESCCO. Las muestras de nitratos fueron enviadas al laboratorio MQ (Laboratorio de Análisis Industrial), ubicado en colonia Matamoros calle Linares, frente al Centro del Diabético, Tegucigalpa.

b) Información básica utilizada para la cadena de custodia

Identificación de la muestra (nombre y código), identificación del sitio de muestreo (georreferenciación, latitud, longitud), tipo de fuentes y características de la misma (pozo, perforación, rio, canal o represa), destino (consumo humano, animal riego o para investigación), información acerca del establecimiento y nombre del propietario o encargado con datos de dirección e-mail e información adicional de problemas que detecta el personal que puedan atribuirse al agua. Condiciones de muestreo (fecha y hora en que inicia y termina el muestreo), nombre de quien realizó el muestreo, tipo de análisis a realizar (fisicoquímico, microbiológico)

c) Rotulado de las muestras

Los envases utilizados fueron enumerados antes de iniciar el muestreo ya que se cuenta con mejores condiciones de higiene. Los números colocados a los envases tienen que ser seguros teniendo el cuidado que la información no se borre, se pierda o destruya durante el traslado de la muestra.

d) Control y vigilancia de las muestras

Este proceso fue esencial a la hora de asegurar la preservación de las muestras, desde la recolección hasta el reporte de los resultados. Este proceso representó la confiabilidad de las mismas, también se consideró que las muestra estuvieran bajo cadena de custodia

Cuadro 1. Descripción de factores de almacenamiento para realizar el muestreo (Pradillo 2016)

Muestreo y preservación de Muestras de Acuerdo a las Mediciones				
Determinación	Recipiente	Volumen mínimo de la muestra ml	Preservación	Almacenamiento Máximo recomendado
Oxígeno Disuelto	P,V	300	Refrigerar	48 h
Potencial de hidrogeno (pH)	P,V	50	Análisis inmediato	
Nitratos	P,V	350	Analizar lo más rápido posible o refrigerar	48 h (28 días para muestras cloradas)
Temperatura	P,V	50	Análisis inmediato	24 h
Turbidez	P,V	1000	Analizar el mismo día para más de 24 h guardar en oscuridad y refrigerar	48 h
Sólidos Totales Disueltos	P,V	1000		48 h
DBO	P,V	1000	Refrigerar	48 h
Fósforo	V	1000	Para fosfato filtrar inmediatamente	48 h
Coliformes Fecales	P,V	1000		48 h

4.5 Análisis de la Calidad de Agua mediante el Índice del ICA- NSF

Fórmula para calcular el Índice de la Calidad del Agua

$$ICA = \sum_{i=1}^{n} \mathrm{q}i * W_i$$ **Fórmula 2.**

ICA = Índice de la Calidad del Agua Global

n = Parámetros

W_i = Peso relativo asignado a cada parámetro

qi = Subíndice del parámetro i

Cuadro 2. Rango de Clasificación del ICA-NSF según Criterio General (Caicedo 2013).

ICA	Criterio General
91-100	Excelente
71-90	Buena
51-70	Regular
26-50	Mala
0-25	Pésima

4.5.1 Pesos de parámetros analizados

Luego de ser analizados los parámetros y con los resultados listos se hizo una comparación con las curvas de acumulación ya establecidas para ver en que rango de contaminación está cada uno

Cuadro 3. Pesos Relativos para cada parámetro del ICA. (Randozo 2012)

N°	Sub_i	Wi
1	DBO_5	0.10
2	pH	0.12
3	Nitratos	0.10
4	Sólidos Disueltos Totales	0.08
5	Fósforo total	0.10
6	Temperatura	0.10

7	Turbidez	0.08
8	Oxígeno Disuelto	0.17
9	Coliformes Termotolerantes	0.15

4.6 Medición del caudal del río Talgua

Para medir el caudal del río se hizo uso del molinete de copas marca Gurley que sirve como instrumento para medir la velocidad del agua en canales abiertos.

Paso 1. Se seleccionó en el río un tramo uniforme, sin piedras grandes ni troncos de árboles, en el que el agua fluya libremente, sin turbulencias ni impedimentos para realizar el trabajo

Paso2. Se divide el ancho en secciones adecuadas y sobre todo deben ser pares, esto debe ser según su medida. La profundidad se toma en todos los puntos, pero el molinete se coloca en una de por medio (Figura 9).

a) b)





Figura 9. Fotografía a) medición de cada sección, fotografía b) medición de profundidad de cada punto

Fórmula para determinar la velocidad

V = a n+ b

V= 0.675*n + 0.009

$$n = \frac{número\ de\ \ vueltas}{60\ segundos}$$ **Fórmula 3**

Donde:

n = número de vueltas

a y b son constantes propias de cada molinete

Fórmula para determinar el caudal

Q = Vel * Área **Fórmula 4**

Vel = Velocidad en m/s

A = Área m^2

Q = Caudal m^3/s

4.7 Análisis de la calidad del agua a través de macroinvertebrados bentónicos

4.7.1 Recolección y clasificación de macroinvertebrados bentónicos

En los diferentes puntos ubicados correctamente en la microcuenca del río Talgua se realizaron tres muestreos colocando tres trampas por punto. Las mismas se dejaron por tres semanas aproximadamente. Se recolectaron para verificar la presencia de macroinvertebrados en los diferentes puntos (Figura 10).

a) b)

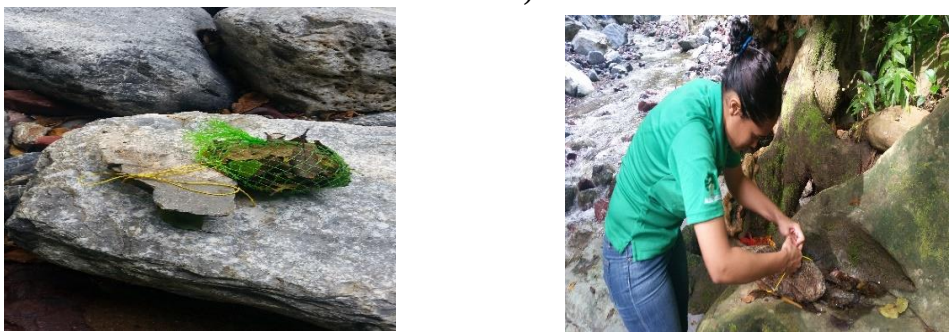


Figura 10. Fotografía a) Trampa para macroinvertebrados, fotografía b) colocación de trampas en cada punto

Luego de ser recolectados, con ayuda de los instrumentos que contiene el kit de monitoreo, se colocaron en las bandejas de preferencia blancas, se hizo uso de las tarjetas, claves y lupas donde se pudieron identificar a qué tipo de orden, por ende la familia a la cual pertenecen.

En el laboratorio se montaron placas con los macroinvertebrados encontrados, para diferenciar cada una de las características que los identifica. Fueron observados en estereoscopios y microscopios en el laboratorio de biología de la Universidad Nacional de Agricultura, de esa manera se obtuvieron datos y fotografías de los mismos validando de una mejor manera el trabajo (Figura 11).

a) b)

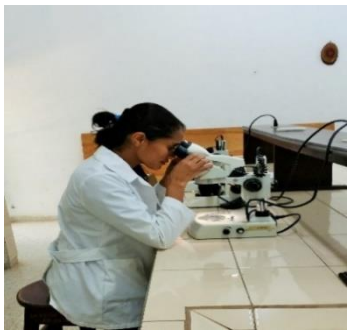




Figura 11. Fotografía a**)** observación de insectos en el laboratorio, fotografía b) insecto del orden *Ephemeroptera*.

Se utilizó el índice biótico del EPT (*Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera*) que son los grupos de macroinvertebrados más sensibles a la contaminación orgánica, por lo tanto determina la calidad del agua. Para calcular el EPT se debe elaborar una tabla con el orden al que pertenecen, la familia o sea la riqueza, el lugar de cada punto de muestreo y el número de individuos encontrados ósea la abundancia. Luego se sacan los que pertenecen las tres principales órdenes para sumarlos y dividirlos entre el número total de todos los individuos encontrados

Fórmula para calcular el EPT

IEPT= (NEPT/NT de todos los individuos)*100

Expresada

$$\frac{\textit{Ephemeroptera} + \textit{Plecoptera} + \textit{Trichoptera}}{\text{Número total de todos los individuos}}$$

Fórmula 5

El resultado de sumar las tres órdenes se divide con el número total de todos los individuos encontados en la muestra. Cuando ya se tiene el resultado de la división, se procede a multiplicarlo por 100% para que este quede representado en porcentaje.

Donde:

IEPT= Índice EPT

NEPT= Número total de individuos EPT en la muestra

N = Número total en la muestra

4.7.2. Instrumentos que contiene el kit de monitoreo para macroinvertebrados bentónicos

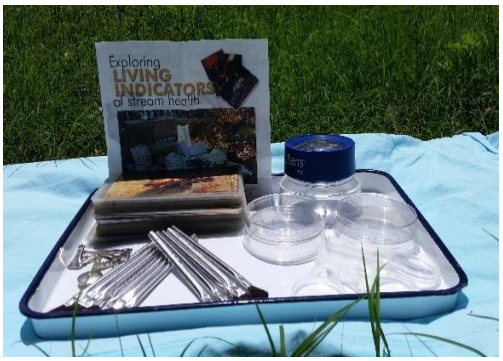


Figura 12. Lupas, tarjetas y placas Petri



Figura 13. Redes,frascos y bolsa

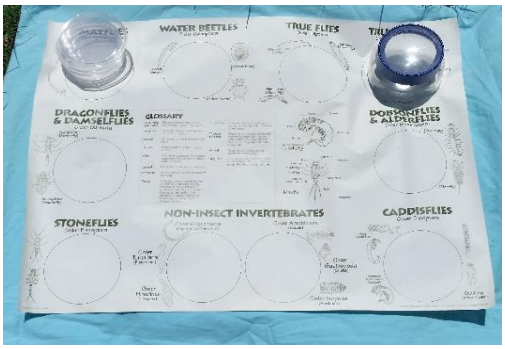


Figura 14. Claves para determinar el ciclo de vida



Figura 15. Reglas y termómetros

Cuadro 4. Clasificación de la calidad del agua según el Índice EPT (Álvarez y Pérez 2012)

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

Se hizo uso del software PAST para conocer la diversidad específica de macroinvertebrados bentónicos existentes en el río Talgua.

Lo primero que se debe hacer es construir una matriz en Excel con las familias encontradas en cada punto. Luego copiarlas y pegarlas en el programa para analizar los resultados obtenidos

De igual manera se hizo uso del análisis multivariado de componentes principales haciendo uso del software InfoStat, ya que es una técnica estadística de síntesis de la información o reducción de la dimensión, con el objetivo de reducir o sintetizar los datos. Se hará una correlación de datos para conocer la variabilidad que hay entre los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos, el índice EPT y el Índice de la Calidad del Agua (ICA).

Un aspecto clave en el análisis de componentes principales es la interpretación de los factores, ya que esta no viene dada a priori, si no que será deducida tras observar la relación de los factores con las variables iniciales, se tendrá que estudiar el signo como la magnitud de las correlaciones.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Actividades antrópicas que contribuyen a la contaminación de la microcuenca del río Talgua según las personas encuestadas

5.1.2 muestras del número de encuestas aplicadas

Cuadro 5. Muestras representativas de encuestas para cada comunidad en el río Talgua

Comunidad	Muestra para aplicación de encuesta
Flor del Café	31 encuestas
Buena Vista	29 encuestas
Pinabetal	32 encuestas
Santa Fe	14 encuestas
La Florida	22 encuestas
Los Ángeles	26 encuestas
Total	154 encuestas

5.1.3 Sexo de las personas

Como se puede apreciar en el siguiente grafico la mayoría de los jefes de familia encuestados fueron los del sexo femenino. Otra opción era que si no estaba el jefe de familia podía encuestarse a su esposa o a cualquier otro familiar (Figura 16).

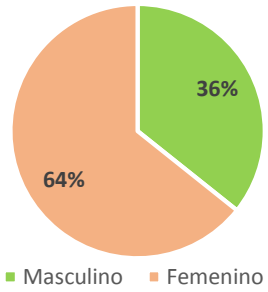


Figura 16. Sexo de las personas en las comunidades del río Talgua, Catacamas

5.1.4 Rangos de edad de las personas

Las encuestas aplicadas a los pobladores en las diferentes comunidades, fueron dirigidas en su totalidad a personas mayores de 18 años. Una gran parte de las personas a las que se les aplicó la encuesta están entre las edades de 31 a 50 años (Figura 17).

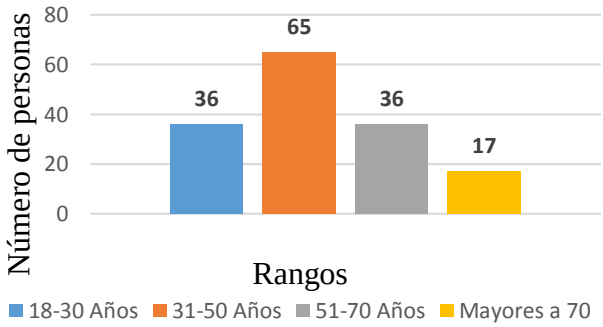


Figura 17. Edad de las personas en las comunidades del río Talgua, Catacamas

5.1.5 Grado de escolaridad

Con los datos obtenidos en la presente investigación, la tasa de analfabetismo en las diferentes comunidades se ha incrementado, ya que un 94% de las personas no han logrado culminar sus estudios de primaria. Diferentes factores influyen de manera directa en que las personas no consigan salir del atraso educativo como ser las extensas jornadas de trabajos en los cafetales u otros tipos de cultivo que representan fuentes de ingresos diarios a sus hogares.

Algunos menores de edad son involucrados, perdiendo la oportunidad de educarse ya que esto les impide ir a las escuelas. Otro factor que lo impide son las largas distancias para llegar a los centros educativos que a su vez son atendidos por maestros unidocentes lo que implica que sus alumnos solo reciban clases tres veces a la semana. Los pobladores que han logrado superarse profesionalmente son una mínima cantidad o casi nula (Figura 18).

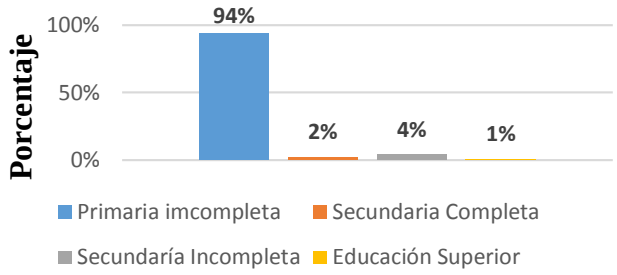


Figura 18. Grado de escolaridad en las comunidades del río Talgua, Catacamas

5.1.6 Personas por vivienda

Según los datos brindados por las personas encuestadas, se puede apreciar que entre 1 y 5 personas viven en cada vivienda representando un 77%. De acuerdo a USAID (2007) algunas de estas casas están ubicadas bajo y sobre bordes en laderas con pendientes pronunciadas expuestas a derrumbes y también en las riberas del río lo que puede provocar inundaciones que se ven convertidas en la pérdida de cultivos, de igual manera poniendo en peligro la vida de las personas.

Según el INE (2016) Existen en Honduras 1, 972, 520 viviendas, habitadas por 1, 992, 974 hogares, que tiene en promedio 3.7 piezas y de estas 1.9 son piezas para dormir, es decir que como resultado 1.5 personas deben dormir por habitación, según el censo poblacional (Figura 19).

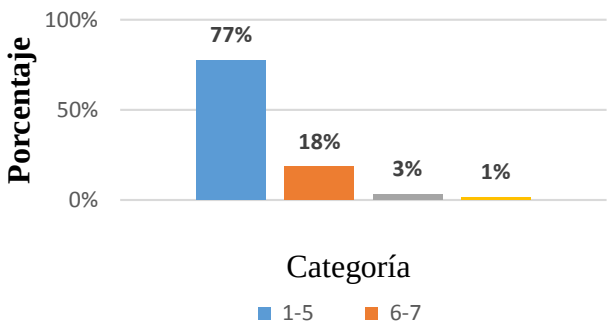


Figura 19. Número de personas por vivienda en las comunidades del río Talgua, Catacamas

5.1.7 Percepción del hogar según las personas

Según la percepción de las personas en las diferentes comunidades, el 49% de sus viviendas se encuentra en áreas protegida debido a que están dentro del Parque Nacional Sierra de Agalta. Pero es importante resaltar que un 45% de estas personas considera que sus casas están construidas en terreno privado provocando conflicto por tenencia de tierras entre autoridades y personas que viven en estas zonas (Figura 20).

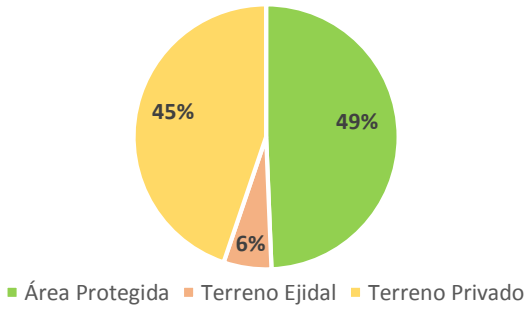


Figura 20. Ubicación de su hogar según las personas en las comunidades del río Talgua, Catacamas

5.1.8 Actividades a las que se dedican las personas

Según los datos brindados por las personas encuestadas, la principal actividad a la que se dedican es a la agricultura de subsistencia con un 91.56%., y solo un 5.8% se dedica a la

producción de café. Según USAID (2007) el incremento de la frontera agrícola en la microcuenca de rio Talgua se ha venido incrementando y deteriorando el suelo en toda la misma, provocando erosión y acrecentando el problema de la agricultura migratoria (Figura 21).

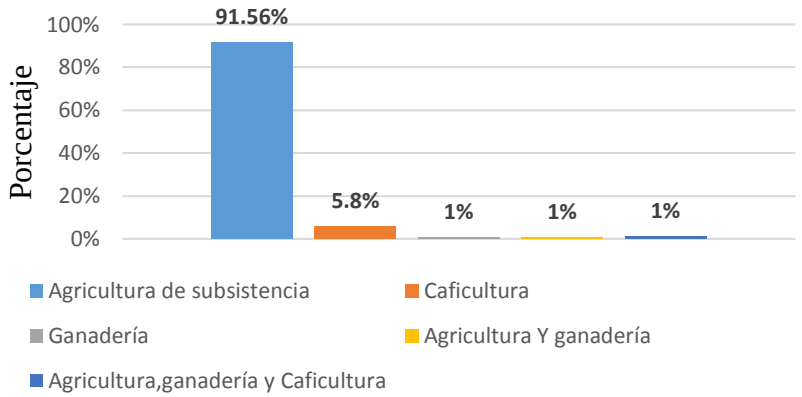


Figura 21. Actividades a las que se dedican las personas en las comunidades del río Talgua, Catacamas

5.1.9Área de terreno que poseen las personas

El terreno que poseen las personas encuestadas en las diferentes comunidades es de 1,709.25 MZ en total, un 75% de este terreno está desocupado, mientras que solo el 25% es utilizado para sembrar, representando un porcentaje bajo para el terreno que dichas personas poseen (Figura 22).

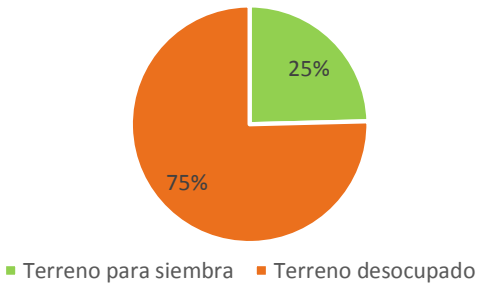


Figura 22. Área de terreno utilizada para cultivar en las comunidades del río Talgua, Catacamas

5.1.10 Cultivos producidos en la zona

En la siguiente grafica se puede apreciar que un 43% los cultivos que más se producen en estas zonas son los granos básicos imprescindibles para la dieta alimenticia, otro rubro importante que se cultiva en las diferentes comunidades es el café. Su productividad se ve afectada por las prácticas tradicionales que se llevan a cabo en este rubro, debido a la no adopción de nuevas tecnologías y la existencia de fincas que han caducado su vida útil y que necesitan hacer una renovación en sus cultivos (USAID 2007). El 27% de los pobladores se dedican a estos dos rubros al mismo tiempo. Estos cultivos son comercializados en los mercados más cercanos de la ciudad de Catacamas (Figura 23).

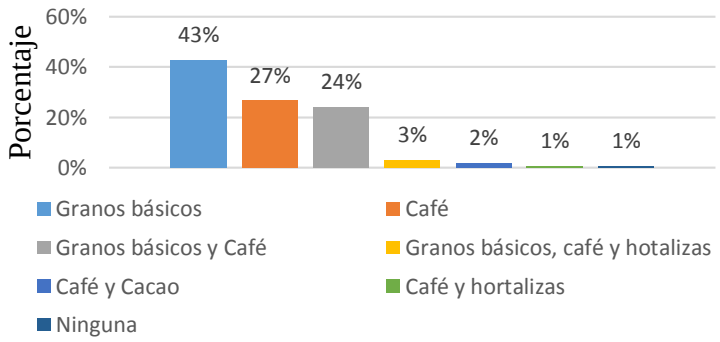


Figura 23. Cultivos producidos en las comunidades del río Talgua, Catacamas

5.1.11 Productos agroquímicos utilizados

Los productos agroquímicos más utilizados en la agricultura y las fincas de café son los herbicidas. El mal manejo de estos productos puede provocar contaminación a las fuentes de agua, intoxicaciones, muertes a ancianos y niños que son los más vulnerables (Figura 24).

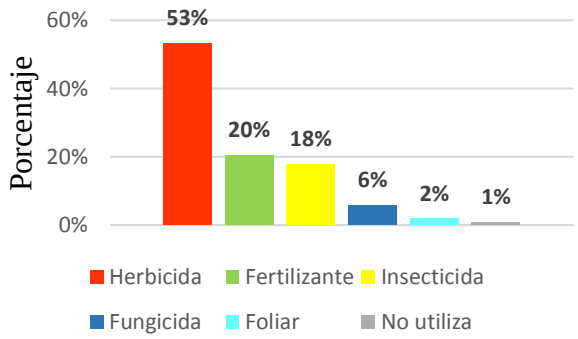


Figura 24. Productos agroquímicos utilizados en las comunidades del río Talgua, Catacamas

5.1.12 Lugares de donde adquieren el agua potable las personas encuestadas

El agua que utilizan las personas para la preparación de sus productos agroquímicos la obtienen de diferentes lugares; el 53% utiliza agua de sus propias casas ya que tienen el servicio del nuevo proyecto de agua potable, 37% utiliza agua de los pozos de captación que hacen en los terrenos donde siembran sus cultivos, siendo esta una técnica utilizada desde hace mucho tiempo (Figura 25).

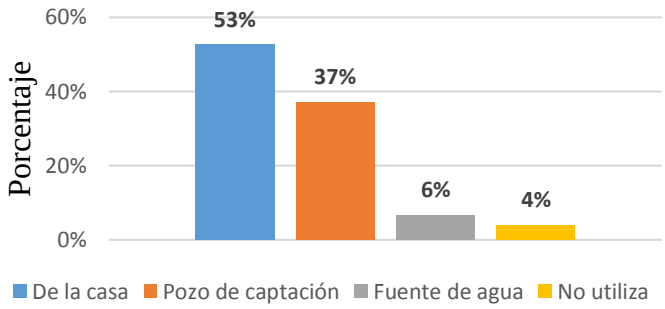


Figura 25. Agua utilizada para la preparación de agroquímicos en las comunidades del río Talgua, Catacamas

5.1.13 Lugares donde lavan el equipo para el manejo de productos agroquímicos las personas encuestadas

El 51% de las personas encuestadas lavan el equipo que utilizan para la aplicación de productos agroquímicos en su casa. Si no se tiene el cuidado correspondiente se pueden ver en gran peligro principalmente los niños ya que pueden ingerir el agua con la cual se lavan los utensilios. En un 42% las personas los lavan en su terreno y en un 2% lo hacen en las fuentes de agua lo que provoca contaminación y muerte para las especies acuáticas de estos lugares (Figura 26).

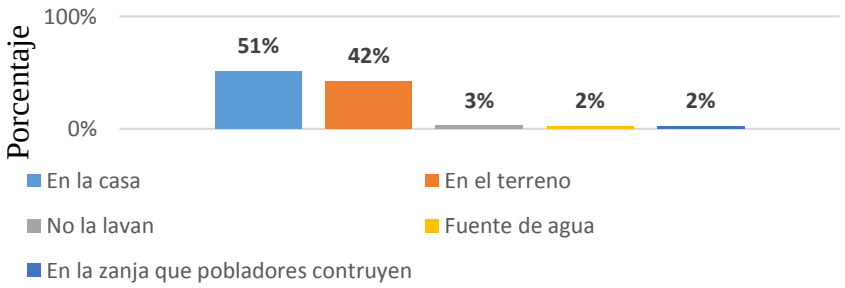


Figura 26. Lugares donde lavan su equipo en las comunidades del río Talgua, Catacamas

5.1.14 Recibimiento de capacitaciones

Según los datos que proporcionaron las personas encuestadas, 77% de ellas no han recibido capacitaciones para lo que es el uso adecuado de los productos agroquímicos, tan solo un 23% de los pobladores han logrado recibirlas (Figura 27).

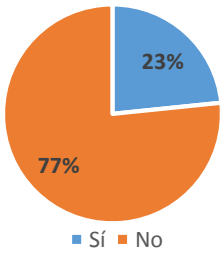


Figura 27. Personas que han recibido capacitaciones en las comunidades del río Talgua, Catacamas

5.1.15 Instituciones que brindan capacitaciones a personas encuestadas

En la siguiente grafica se puede apreciar que el 77% de las personas en estas comunidades no ha recibido capacitaciones por parte de ninguna institución para el uso adecuado de agroquímicos. Sin embargo por medio de los datos obtenidos 35 personas han recibido capacitaciones por diferentes instituciones representando un 23%. Estas capacitaciones han sido brindadas por Cruz Roja, Proyecto Guayape, IHCAFE, UNA, ANACAFE, COCAOL, ANED LADERAS, ICF e INFOP (Figura 28).

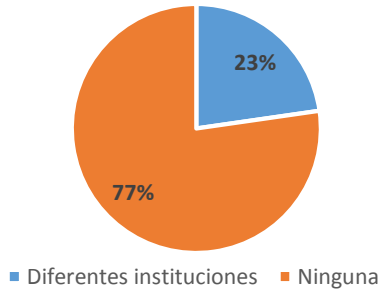


Figura 28. Instituciones que han brindado capacitaciones en las comunidades del río Talgua, Catacamas

5.1.16 Lugares de donde obtienen el agua las personas

El agua utilizada en los hogares de las personas encuestadas es obtenida de diferentes lugares. El 72% es del nacimiento de agua, y el 28% es traída de la quebrada más cercana. De acuerdo a USAID (2007) existen seis sistemas con obra toma en la microcuenca donde los miembros de las juntas de agua trabajan voluntariamente para la administración de los sistemas. Sin embargo esto es ineficiente debido a la poca organización de las mismas y a las bajas tarifas establecidas por las comunidades (Figura 29).

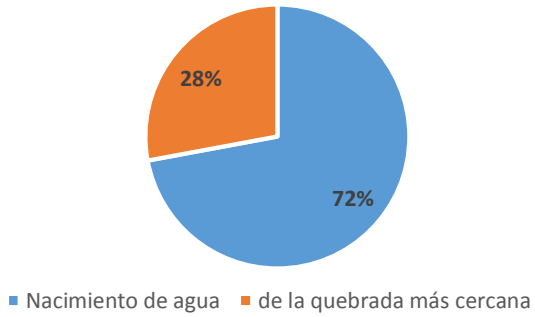


Figura 29. Lugares de donde obtienen el agua en las comunidades del río Talgua, Catacamas

5.1.17 Beneficio que tienen las personas con el agua de la microcuenca

El 85% de las personas que se benefician con el agua de la microcuenca es para actividades domésticas, un 13% la utilizan para ambas cosas. El 2% es usado para riego de cultivos debido a que las normas del nuevo proyecto de agua potable no permiten que esta agua sea utilizada para riego (Figura 30).

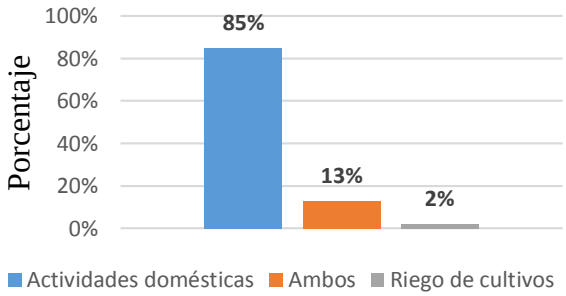


Figura 30. Utilidad que le dan las personas al agua de la microcuenca en las comunidades del río Talgua, Catacamas

5.1.18 Lugares donde vierten sus aguas residuales las personas

El 77% de las personas que viven en las diferentes zonas de estudio, realizan el vertido de sus aguas residuales en zanja que ellos mismos construyen. De acuerdo a Rodríguez (2015) se debe tener en cuenta que al no darle el manejo adecuado a estas aguas, existe la presencia de organismo patógeno proveniente del tracto intestinal. Son consideradas extremadamente

peligrosas provocando enfermedades. De igual manera lo hacen en las quebradas con alta carga de contaminación y sin darle un adecuado tratamiento dañando al medio ambiente con malos olores y acciones toxicas e infectivas (Figura 31).

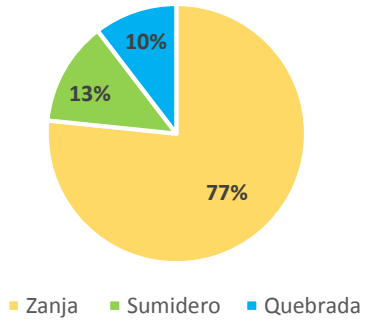


Figura 31. Lugar donde vierten sus aguas residuales en las comunidades del río Talgua, Catacamas

5.1.19 Tipo de sanitario que poseen las personas

En las diferentes comunidades un 53% de las personas encuestadas poseen sanitario lavable, por otra parte un 33% tienen letrina. Es importante conocer que un 24% de esta población no tiene sanitario lo que provoca contaminación al medio ambiente, por sus malos olores como también contaminación a fuentes de agua subterráneas (Figura 32).

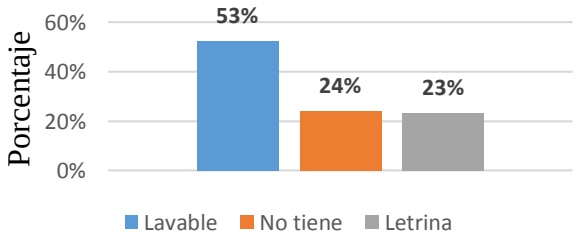


Figura 32. Sanitario que poseen las personas en las comunidades del río Talgua, Catacamas

5.1.20 Destino final que le dan las personas a los residuos solidos

Con los resultados obtenidos se encontró que un 66% de las personas encuestadas queman sus residuos sólidos. Lo que genera un humo con gran cantidad de sustancias químicas dañinas para los seres humanos provocando enfermedades respiratorias y de igual manera contaminan el medio ambiente. Según la OMS (20016) más del 50% de las muertes por neumonía en menores de 5 años son causadas por partículas inhaladas del aire contaminado (Figura 33).

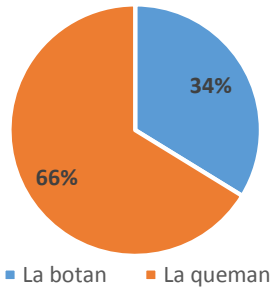


Figura33. Destino final que le dan a los residuos sólidos en las comunidades del río Talgua, Catacamas

5.2. Determinacion de la calidad del agua a través de parametros fisico químicos y microbiológicos

Se tomaron muestras puntuales donde se realizaron análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en el laboratorio CESCCO (Centro de Estudios y Control de Contaminantes). Fueron tomados cinco puntos de investigación los cuales son Río seco, Quebrada de Agua, quebrada de Pinabetal estos tres representan los principales afluentes de la microcuenca Talgua, el cuarto fue en el punto de aforo de la misma, el quinto es el punto UNA

El muestreo fué realizado el 12 de diciembre del año 2017. Las muestras fueron colectadas en una jornada de 5:29 am – 8:45 am. Fueron transportadas en un lapso de cuatro horas al laboratorio para ser analizadas donde se obtuvieron los siguientes resultados:

5.3 Resultados de parámetros evaluados

5.3.1 Potencial de hidrógeno

Para el caso de este parámetro el cual fue analizado en los cinco puntos de muestreo, las concentraciones de iones hidrogeno fueron similares donde los más altos están en Quebrada de Agua con un pH de 7.4 y en Río Seco con 7.83. Los pH mayores a 7 dan como resultado alcalinidad. De acuerdo a Rojas (2012) la alcalinidad de las aguas superficiales está determinada generalmente por el contenido de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos pero están dentro de los rangos generales de las mismas que van desde 6.5 y 8.5 °C (Figura 34).

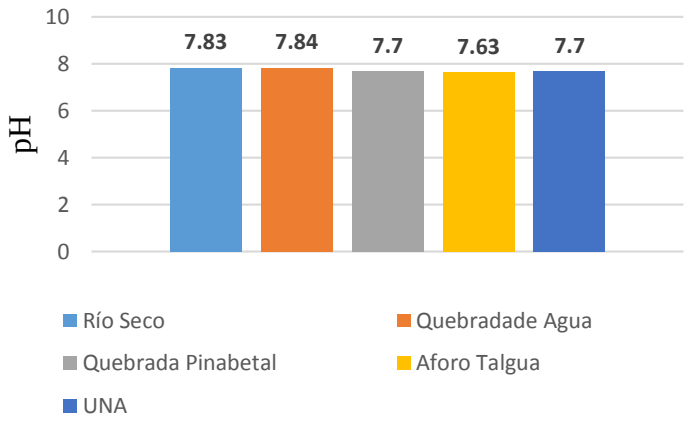


Figura 34. Potencial de hidrogeno en los diferentes puntos de investigación en el río Talgua, Catacamas

5.3.2 Temperatura

Según los resultados obtenidos en el respectivo muestreo se puede observar que existe cierta variabilidad en los diferentes puntos de muestreo. La temperatura más alta fue en la UNA con 21 °C, esto pudo ser influenciado por la hora en que se tomó la muestra, pero estos valores son admisibles dentro de la Norma Técnica de Agua potable en Honduras ya que el máximo para aguas superficiales es de 30°C. Según Cortes (2009) la temperatura de las aguas superficiales tiene una influencia sobre los procesos biológicos y químicos que suceden dentro de este compuesto la cual varía según la región donde se encuentre. Es por esto que existe una gran variedad de ecosistemas acuáticos (Figura 35)

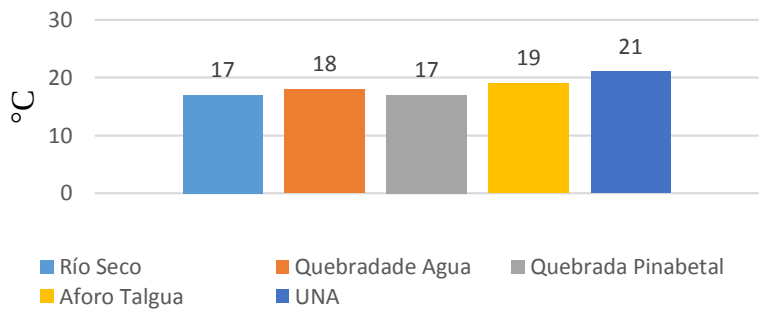


Figura 35. Temperatura en los diferentes puntos de investigación en el río Talgua, Catacamas

5.3.3 Coliformes Termotolerantes

De acuerdo a los resultados obtenidos de las muestras que se enviaron al laboratorio Centro de Estudios y Control de Contaminantes (CESCCO), estas no cumplen con los límites máximos permisibles en la norma de referencia para coliformes termotolerantes.

Los valores más altos de coliformes termotolerantes se encontraron en el punto número cinco, el cual es en la UNA, donde se hallaron 40 UFC, esto se debe probablemente al vertido de aguas residuales por las comunidades que están en el trayecto y cerca de misma De acuerdo a Madigan (2009) para el caso de coliformes fecales y la calidad del agua es indispensable

no encontrar números de bacterias, pues esto indica que hay algún tipo de contaminación. Se debe tener en cuenta que estos resultados pueden cambiar según la época en la que se realiza el muestreo (Figura 36).

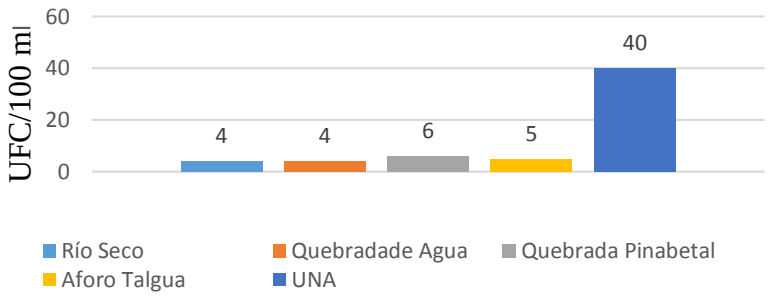


Figura 36. Coliformes termotolerantes en las comunidades del río Talgua, Catacamas

5.3.4 Demanda Bioquímica de Oxígeno

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede observar que no hubo diferencia significativa, en cada uno de los puntos de muestreo ya que estos están dentro de los valores admisibles por la Norma Técnica de agua potable y el máximo para aguas superficiales es de 2. Según cortés (2009) esta demanda expresa los requerimientos de oxígeno para la degradación bioquímica de la materia orgánica. De igual manera la cantidad de oxígeno necesaria para que una población microbiana estabilice la materia orgánica biodegradable en muestras de agua (Figura 37).

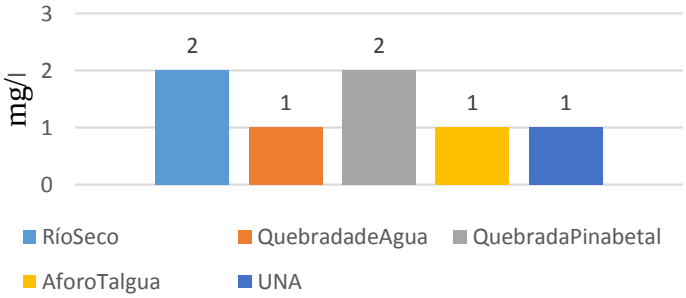


Figura 37. Demanda Bioquímica de Oxígeno en los diferentes puntos de investigación en río Talgua, Catacamas

5.3.5 Turbidez

Este parámetro fue analizado en los cinco puntos de estudio. Los resultados obtenidos presentaron variabilidad, pero se mantuvieron dentro de los valores admisibles por la Norma Técnica de Agua Potable de Honduras el máximo para este parámetro es de 5 UNT. La turbidez se utiliza para indicar la calidad del agua y la eficiencia de la filtración para determinar si hay presencia de organismos que provoquen enfermedades. Una alta turbidez suele asociarse a altos niveles de microorganismos como virus parásitos y algunas bacterias (Rovira 2014) (Figura 38).

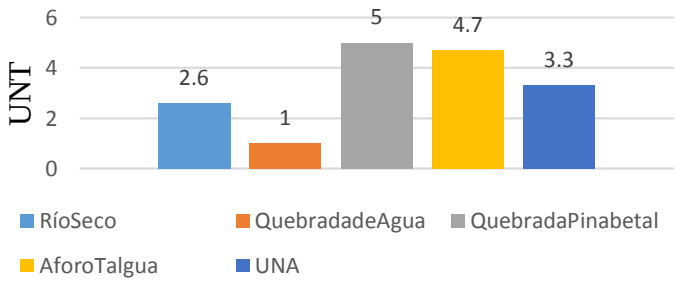


Figura 38. Turbidez en UNT en los diferentes puntos de investigación en río Talgua, Catacamas

5.3.6 Fósforo total

En relación a los resultados obtenidos se puede apreciar que todos los puntos presentan valores permisibles según la Norma Técnica de Agua Potable ya los valores máximos para aguas superficiales es de 0.025mg/l. De acuerdo a ABES (2010) es considerado un parámetro critico en el proceso de eutrofización, de ahí la importancia de disponer de las técnicas analíticas y del muestreo adecuado para la determinación de la concentración de las diferentes especies que puedan estar disueltas en el agua , absorbidas sobre partículas asociadas con organismos acuáticos (Figura 39).

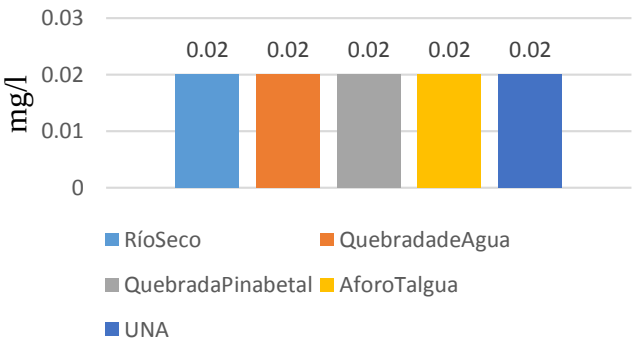


Figura 39. Fósforo total en los diferentes puntos de investigación en el río Talgua, Catacamas

5.3.7 Nitratos

Según los datos obtenidos se puede observar que los resultados fueron variables, pero de igual manera resaltar que están dentro de los valores admisibles por la Norma Técnica de Agua Potable ya el máximo es de 50 mg/l. El nitrato es encontrado naturalmente en el suelo y agua, pero usualmente a bajas concentraciones (menos de 4 mg/l en agua), sin embargo este es altamente soluble y es transportado fácilmente cuando fuentes contaminantes entran en contacto con el agua (Singler 2012). Según datos obtenidos en las encuestas los productos agroquímicos no han logrado llegar en altas concentraciones al cuerpo de agua (Figura 40).

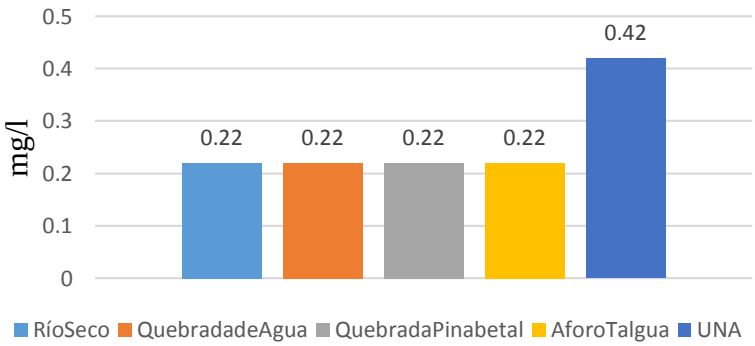


Figura 40. Nitratos en los diferentes puntos de investigación en el río Talgua, Catacamas

5.3.8 Sólidos disueltos totales

Como se puede observar en la siguiente gráfica, el comportamiento de este parámetro en los diferentes puntos de muestreo es variable pero están dentro de los valores admisibles de la Norma Técnica de Agua Potable ya que su máximo es de 1000 mg/l. El aumento de estos como se ve el punto cinco se debe al vertido de aguas de cocina por parte de las comunidades que están en el trayecto y cerca del mismo. Rojas (2012) expresa que los sólidos disueltos pueden afectar adversamente la calidad de un cuerpo de agua de diversas formas. Aguas para el consumo humano con un contenido alto de los mismos no son de agrado para el paladar del consumidor (Figura 41).

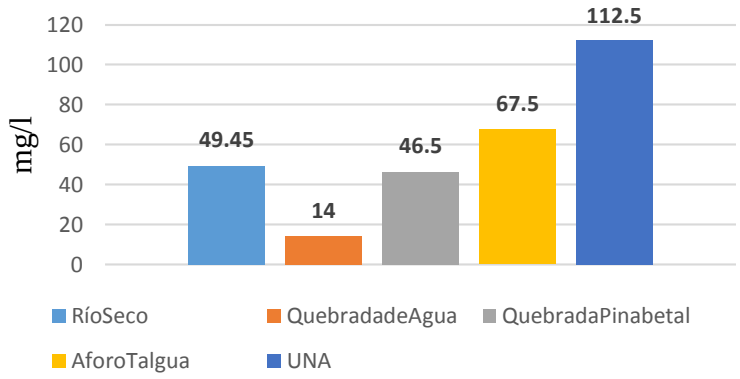


Figura 41. Sólidos disueltos totales en los diferentes puntos de investigación en el río Talgua, Catacamas

5.4 Medición del caudal del río

El caudal fue tomado en los cinco puntos de muestreo establecidos, donde hubo variaciones. Como se puede apreciar en la gráfica, el caudal más alto se obtuvo en el punto número cinco siendo este en la Universidad Nacional de Agricultura con 3.17 $m^{3/}S$, en el punto número cuatro se obtuvo un caudal de 2,67 $m^{3/}S$ y en el punto tres fue de 1.08 $m^{3/}S$. El punto número dos fue el más bajo con de 0.46 $m^{3/}S$ y el punto uno es de 1.62 $m^{3/}S$ (Figura 42)

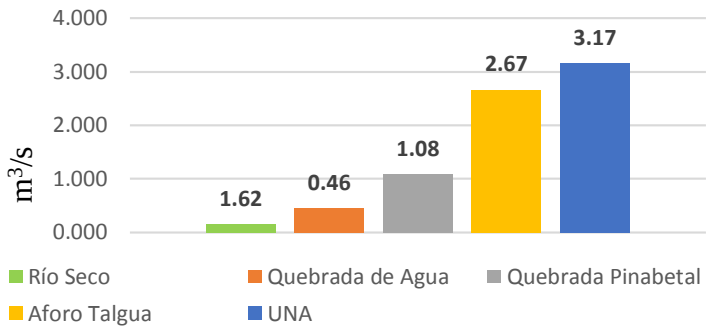


Figura 42. Caudal en los diferentes puntos de investigación en el río Talgua, Catacamas

5.5 Índice de la calidad del agua para cada uno de los puntos de investigación

Según los datos obtenidos se puede apreciar que el índice de la calidad del agua para los diferentes punto de investigación uno, dos, tres y cinco los resultados están dentro de la categoría de buena sin embargo, el ICA para el punto número cuatro es de 90.72 siendo de categoría Excelente. Las aguas de este tipo según Brown son capaces de poseer una alta diversidad de vida acuática. De igual manera seria conveniente para todas las formas de contacto humano directo con ella

Es importante resaltar que aunque el punto número cinco (UNA) está dentro de categoría buena con un ICA de 73% este resultado es el más bajo relacionado a los demás. Esto se debe a que dentro de los parámetros analizados, los resultados más significativos fueron los coliformes termotolerantes y los sólidos disueltos totales, esto es atribuido a que las comunidades que están cerca de la microcuenca y en el trayecto del río Talgua vienen contaminando con aguas de cocina.

Según Mitchell (1991) los coliformes termotolerantes son una bacteria que se encuentra en el excremento humano y de otros animales de sangre caliente. Esta bacteria ocurre de manera natural en el aparato digestivo humano y ayuda a la digestión de los alimentos y por sí sola no es patógena. Sin embargo con otros organismos patógenos causan complicaciones en la salud humana y contaminación en los cuerpos de agua (Cuadro 6).

Cuadro 6. Índices de la Calidad del Agua para cada punto de investigación

Puntos de muestreo	ICA
Río Seco	80.40
Quebrada de Agua	80.50
Quebrada de Pinabetal	79.61
Punto de Aforo Cuevas de Talgua	90.72
UNA	73.99

5.6 Clasificación de la población de macroinvertebrados bentónicos

Como se puede apreciar se colectó un total de 245 individuos, pertenecientes a ocho órdenes y diez familias. Se encontraron un total de 109 individuos de la orden Díptera (Chirinomidae, Tipulidae), de igual manera se encontraron 70 individuos, orden Ephemeroptera (Leptoflebiidae), de la orden coleóptera se encontró un total de 31 individuos (Dysticidae, Elmidae), de la orden plecóptera (Nemouridae) se encontraron 20 individuos y en menor cantidades las ordenes de Trichoptera,Annelida, Blattodea y Odonata (Figura 43) (Anexo 9).

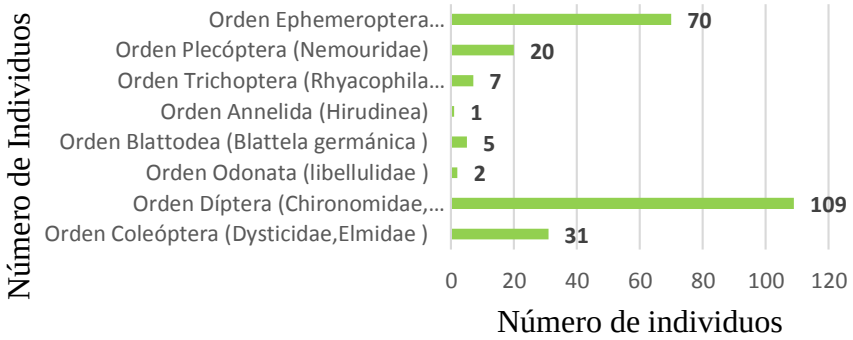
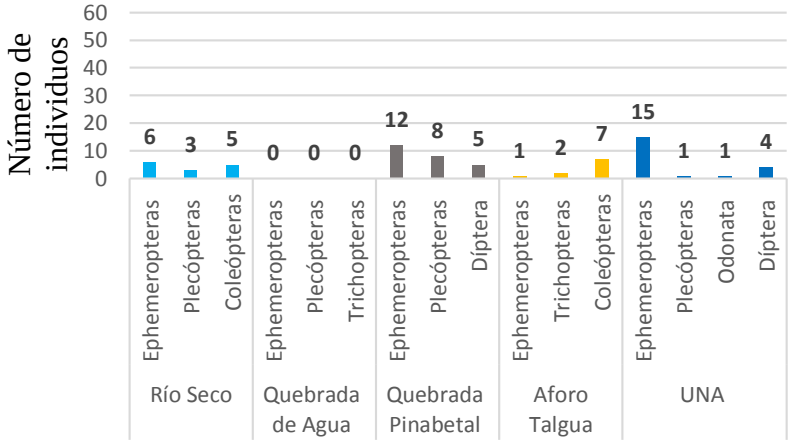


Figura 43. Ordenes de macroinvertebrados encontrados en los diferentes puntos de investigación en el río Talgua, Catacamas

5.6.1 Primer muestreo

El primer muestreo fue realizado del 19 al 2 de octubre, en los cinco puntos establecidos. Como se puede observar el punto de Quebrada de Pinabetal fue donde se encontró la mayor presencia de individuos, siendo estos 25 en total. Es importante resaltar que en el punto numero dos quebrada de agua no fue encontrado ningún insecto indicador de la calidad del agua (Figura 44).



Ephemeroptera *Plecoptera* *Diptera*

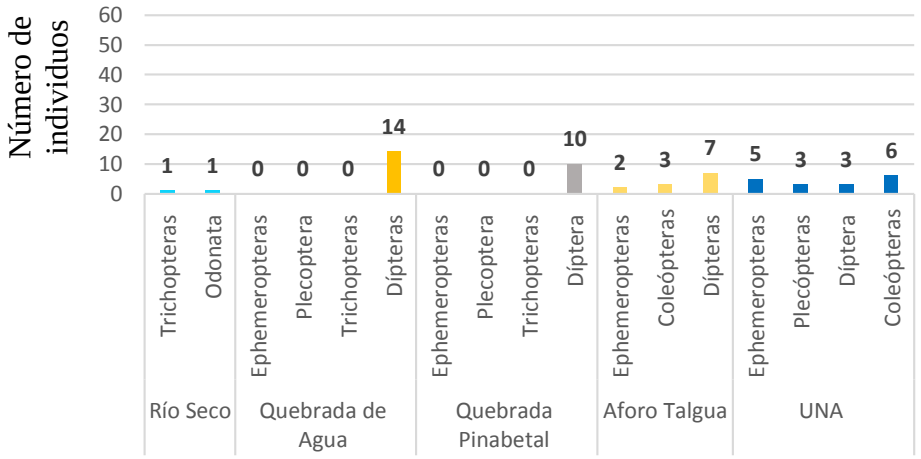


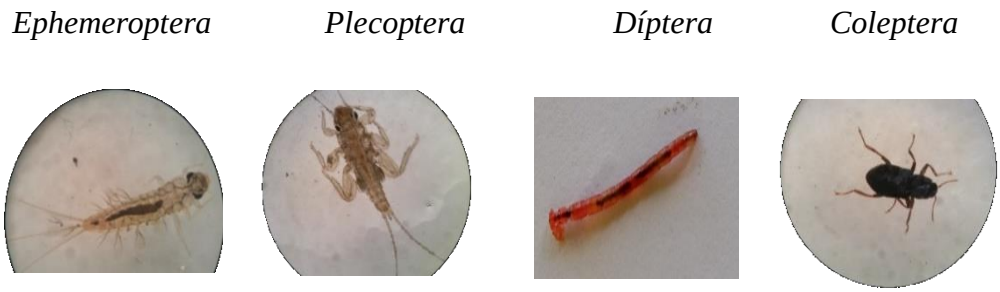
Fotografías: Leonela Gudiel

Figura 44. Insectos encontrados en el primer muestreo (2 de octubre 2017) en los puntos de muestreo en el río Talgua, Catacamas

5.6.2 Segundo muestreo

El segundo muestreo fue realizado del 4 al 21 de noviembre, de igual manera se hizo en los cinco puntos de investigación establecidos. El punto donde se encontró el mayor número de individuos fue en el número cinco UNA, con 17 individuos en total. En el segundo punto no se encontró ningún insecto mientras que en el tercer punto no se encontraron insectos que conforman el índice del EPT por tal razón solo está representada la orden díptera la cual indica que este punto ha sido intervenido (Figura 45)





Fotografías por: Leonela Nicole Gudiel

Figura 45. Insectos encontrados en el segundo muestreo (21 de noviembre del 2017) en los puntos de muestreo en el río Talgua, Catacamas

5.6.3 Tercer muestreo

Este muestreo fue realizado del 21 de diciembre del 2017 al 7 de enero del 2018. El mayor número de individuos se encontró en el punto UNA, con un total de 82 individuos, encontrándose la orden Díptera con 55 individuos de la familia Chirinomidae. Según Paggi (2001) esta familia es encontrada en fangos, arena y abundante materia orgánica en descomposición. Debido a que en el punto número uno para la fecha ya estaba seco no fueron encontrados insectos indicadores de la calidad del agua.

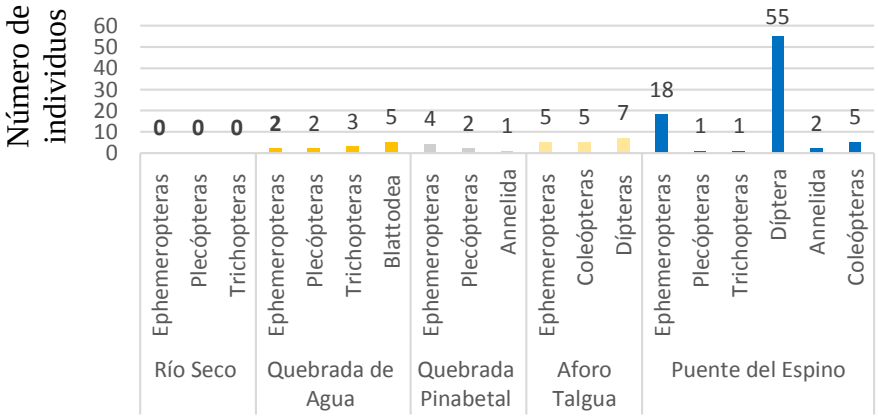


Figura 46. Insectos encontrados en el tercer muestreo (7 de enero del 2018) en los puntos de muestreo en el río Talgua, Catacamas

5.7 Índices EPT (*Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera*)

5.7.1 EPT para el primer muestreo

Valores del EPT (*Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera*) y la clasificación de la calidad del agua en cada uno de los puntos muestreados. En el primer muestreo se puede observar que en los puntos uno, tres, cuatro y cinco no presentan impacto , sin embargo el punto numero dos quebrada de agua está severamente impactado ya que no se encontró ningún individuo (Cuadro 7).

Cuadro 7. Clasificación de la calidad del agua según el índice EPT para el primer muestreo

Puntos de Muestreo	EPT	Condición	Color
Río Seco	64.28%	Sin impacto	
Quebrada de Agua	0%	Severamente impactado	
Quebrada Pinabetal	80%	Sin impacto	
Aforo Talgua	30%	Sin impacto	
UNA	76.19%	Sin impacto	

5.7.2 EPT para el segundo muestreo

Con los resultados obtenidos en el segundo muestreo, se puede apreciar que hubo cierta variabilidad debido a que en el punto uno cuatro y cinco no presentan ningún impacto. Mientras el punto dos y tres está severamente impactados debido a que no se encontraron individuos que conforman este índice (Cuadro 8).

Cuadro 8. Clasificación de la calidad del agua según el índice EPT para el segundo muestreo

Puntos de Muestreo	EPT	Condición	Color
Río Seco	50%	Sin impacto	
Quebrada de Agua	0%	Severamente impactado	
Quebrada Pinabetal	0%	Severamente impactado	
Aforo Talgua	16.6	Sin impacto	
UNA	47	Sin impacto	

5.7.3 EPT para el tercer muestreo

En el tercer y último muestreo se puede observar que el punto número uno está severamente impactado ya que no se encontró ningún individuo. Esto se le atribuye a que en esos días el río se había secado. Mientras que los de más puntos no presentan ningún tipo de impacto (Cuadro 9).

Cuadro 9. Clasificación de la calidad del agua según el índice EPT para el tercer muestreo

Puntos de Muestreo	EPT	Condición	Color
Río Seco	0%	No aplica	
Quebrada de Agua	58.3%	Sin impacto	
Quebrada Pinabetal	36.36%	Sin impacto	
Aforo Talgua	29.41%	Sin impacto	
UNA	24.39%	Sin impacto	

Se puede apreciar que en los tres muestreos los resultados que siempre han variado son Río Seco, Quebrada de Agua y Quebrada de Pinabetal esto se le atribuye a que realizaron en diferentes meses del año, donde interfiere el clima como es el caso del tercer muestreo en Río Seco que no se pudo muestrear, ya que en el mes de enero se había secado. Mientras que en el Punto cuatro Aforo Talgua y la UNA en los tres muestreo presentaron la categoría de que no están siendo impactados (Cuadro 7,8 y 9).

5.8 Índice de *Shannon Weaver* para cada uno de los puntos de investigación

Con los resultados obtenidos se puede apreciar que los tres muestreos presenta una baja diversidad de especies debido a que está por debajo de los rangos considerables ya que los valores varían entre 0.5 y 5, aunque su valor normal esta entre 2 y 3. Valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3 altos en diversidad de especies esto es

atribuido a que los puntos de investigación están siendo intervenidos por actividades humanas que alteran las condiciones del agua. Sin embargo es importante resaltar que en el primer muestreo en el punto numero dos como resultado dio cero **(**Cuadro 10).

Cuadro 10. Índice de *Shannon Weaver* para cada muestreo

Puntos de Muestreo	Índice de Shannon muestreo N° 1	Índice de Shannon muestreo N° 2	Índice de Shannon muestreo N° 3
Río Seco	1.061	1	0
Quebrada de Agua	0	1	1.309
Quebrada de Pinabetal	1.039	1	1.264
Aforo Talgua	0.8018	0.9596	1.366
UNA	0.8461	1.34	0.9694

5.9 Análisis estadístico multivariado de componentes principales

El componente principal número uno (CP-1) con un 39.3% de análisis de la varianza dictamina que las variables que están más influenciados son el EPT 3 y el EPT 2 en una tendencia general, los coliformes termotolerantes y los sólidos totales disueltos tienen la misma tendencia .Esto puede ser atribuido a que el punto UNA está cambiando las condiciones de la calidad del agua ya que las comunidades que están en el trayecto y cercanas al río vierten sus aguas residuales y sus aguas de cocina.

En el (CP-2) con un 23.7% de análisis de la varianza describe que la turbidez en Quebrada de Pinabetal es más alta ya que esta es el grado en el cual el agua pierde su transparencia debido a que se encontraron el máximo de partículas en suspensión. De acuerdo a los resultados se puede observar que si la turbidez sube el pH baja dando un efecto de alcalinidad, esto se le atribuye a los contenidos de carbonatos, bicarbonatos, e hidróxidos también sales débiles como boratos silicatos y fosfatos (Rojas (2012). El ICA está relacionado con la DBO_5 y con el índice de Shannon debido a los resultados analizados en el laboratorio ya los resultados salieron de manera similar determinando intervenciones humanas (Figura 48)

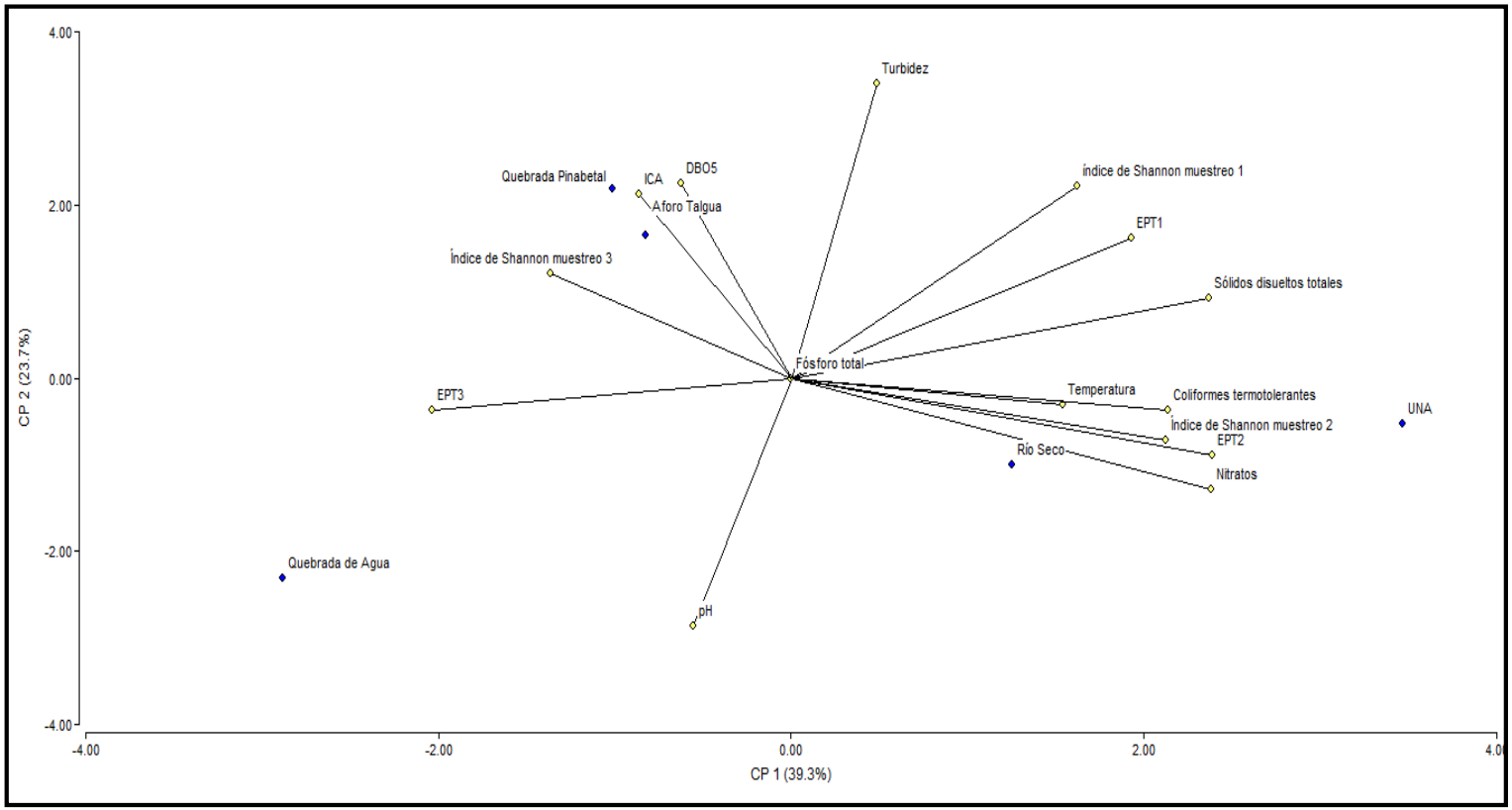


Figura 47. Componentes principales 1 y 2 considerando los parámetros físico-químicos y microbiológicos, ICA y EPT en el río Talgua, Catacamas

VI. CONCLUSIONES

Las actividades antropogénicas que contribuyen a la contaminación de la microcuenca son el mal manejo de plaguicidas, la no letrinización de ciertos hogares, el manejo inadecuado de residuos sólidos y el vertido de aguas residuales en diferentes lugares de la misma.

Los resultados del laboratorio determinaron que la mayor alteración de contaminación al cuerpo de agua son coliformes termotolerantes

Los resultados del ICA en referencia a la calidad del agua determinaron que el punto de Aforo Talgua presenta condiciones excelentes con un índice de 90.72. El punto UNA presenta un desequilibrio ecológico con un ICA de 73. 99

Con el Índice EPT, se determinó que el punto UNA presenta un grado alto de intervención antropogénica , ya que la orden que más fue encontrada es la Díptera dando como resultado un desequilibrio ecológico.

El índice de *Shannon Weaver* determinó que todos los puntos de investigación presentan baja diversidad específica. Pero los puntos que presentan cero son los más afectados como Quebrada de pinabetal en el primer muestreo y Río Seco en el tercer muestreo.

Con el análisis estadístico multivariado de componentes principales, se determinó que la variable con mayor significancia fue el EPT 2 y el EPT 3.

VII. RECOMENDACIONES

Se deben debe desarrollar un plan integral para la gestión de las comunidades que están dentro de la microcuenca con la finalidad obtener información y resolver problemas que ayuden a mejorar la situación de la misma.

Es necesario que la UNA lleve a cabo un proyecto de construcción de pilas de oxidación para evitar la contaminación al recurso hídrico.

Es necesario implementar el estudio de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de manera continua con el objetivo de conocer la variabilidad de la calidad del agua en el trascurso del año

Se deben realizar muestreos periódicamente de macroinvertebrados bentónicos para llevar un control de clasificación de órdenes y familias a las cuales pertenecen .con la finalidad de conocer la calidad ecológica de la microcuenca

Es necesario que se realicen investigaciones en dos puntos de comparación, que sean totalmente opuestos en cuanto a la distancia como ser Quebrada de Agua y el punto UNA, donde puedan ser analizadas más variables.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

ABES (Asociación Brasileña de Ingeniería Sanitaria y Ambiental). El fosforo parámetro crítico de la calidad del agua, técnicas analíticas de muestreo (en línea). Consultado 22 Ene 2017. Disponible en ww.bvsde.paho.org/bvsaidis/caliagua/v-100.pdf

Alatorre-Monroy, NL. 2007. La microcuenca como elemento de estudio de la vulnerabilidad ambiental (en línea). Centro de Estudio en Geografía Humana. Vol. 5(8). Consultado 14 Ago 2017. Disponible http://www.inecc.gob.mx/descargas/cuencas/cong_nal_06/tema_03/25_norberto_alatorre.pdf

Alonso-Zarazaga, MA. 2015. Orden coleóptera (en línea). Consultado 20 Ago 2017. Disponible en http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_55.pdf

Álvarez, SM; Pérez, LE. 2012. Evaluación de la calidad de agua mediante la utilización de macroinvertebrados acuáticos en la subcuenta del Yeguare, Honduras (en línea). Consultado 31 Jul 2017. Disponible en https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/524/1/IAD-2007-T001.pdf

Aznar,CG. 2000. Determinación de los parámetros físico-químicos de calidad de las aguas (en línea). Vol 2(23). Consultado 30 Jul 2017. Disponible en http://ocw.uc3m.es/ingenieria-quimica/ingenieria-ambiental/otros-recursos-1/OR-F-001.pdf

Barrenechea, AO. 2005. Aspectos fisicoquímicos de la calidad del agua (en línea). Consultado 30 Jul 2017. Disponible en http://www.ingenieroambiental.com/4014/uno.pdf

Betancourt, JM. 2009. Manual de técnicas analíticas para la determinación de parámetros fisicoquímicos y contaminantes marinos: aguas, sedimentos y organismos (en línea). Consultado 30 Jul 2017. Disponible en http://www.invemar.org.co/redcostera1/invemar/docs/7010manualTecnicasanaliticas.pdfCa

Bustamante-Rojas, OF.2006. Manual básico para medir caudales. Consultado 16 Ago 2017. Disponible en http://www.bivica.org/upload/medir-caudales-manual.pdf

Caballero, JM. 2008. La microcuenca como ámbito de planificación de los recursos naturales (en línea). Consultado 14 Ago 2017. Disponible en http://www.fao.org/climatechange/30329-07fbead2365b50c707fe5ed283868f23d.pdf

Caicedo-Quintero, OR. González, V. Aguirre, N. 2013. Aplicación de los índices de la calidad del agua NSF, DINIUS, y BMWP (en línea). Gestión y Ambiente. Vol 16(1). Consultado 1 Ago 2017. Disponible en http://www.agren.cl/referencias/files/assets/downloads/page0082.pd

Campos FL. 2006. Variación de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en relación con localidad de las aguas (en línea). Madrid, ES. Consultado 18 Jul 2017. Disponible en http://www.limnetica.org/Limnetica/Limne25/L25b683_Macroinvertebrados_bentonicos_calidad_agua.pdf

CDB (Convenio sobre la Diversidad Biológica). 2008. Agua potable, Diversidad Biológica y Desarrollo (en línea). Consultado 5 Sep. 2017. Disponible en https://www.cbd.int/development/doc/cbd-good-practice-guide-water-booklet-web-es.pdf

Cortes, OJ. 2009. Diagnóstico de la calidad del recurso hídrico superficial: índice de la calidad del agua. Bogotá, Col. 8p.

Chang JV. 2007. calidad del agua. (en línea). Guayaquil, EC. Consultado 16 Jul 2017. Disponible en https://es.scribd.com/presentation/258509291/Calidad-de-Agua-Unidad-1-2-3

CLIMATE-DATA.0RG .2017. Consultado 10 Sep 2017. Disponible en https:// es. Climate-data.org/location/3785/

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2005. Impacto de la ganadería en la disponibilidad y la calidad del agua (en línea). Consultado 23 Jul 207. Disponible en http://www.fao.org/ag/wfe2005/docs/LEADwater_es.pdf

_____.2006. La ganadería amenaza al medioambiente. Consultado 23 jul 2017. Disponible en http://www.fao.org/Newsroom/es/news/2006/1000448/index.html. _importancia_como_bioindicadores_de_calidad_del_agua_en_el_rio_Alambi.

Giacometty, JO. 2015. Macroinvertebrados acuáticos y su importancia como bioindicadores en la calidad del Agua en el río Lambi (en línea). Sangolquí, EC. Consultado 17 Jul 2017. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/267967001_Macroinvertebrados_acuaticos_y_su

Guzmán, MV. 2006. La calidad de las aguas (en línea). Madrid, ES. Consultado 16 Jul 2017. Disponible en http://www.chj.es/eses/medioambiente/planificacionhidrologica/Documents/Plan%20de%20Recuperaci%C3%B3n%20del%20J%C3%BAcar/Cap.3_part2._Libro_blanco_del_agua.pdf

INE (Instituto Nacional de Estadística). 2016. Hacinamiento poblacional en Honduras (en línea). Consultado 16 Jul 2017. Disponible en http://www.latribuna.hn/2016/12/05/desde-los-26-los-40-anos-poblacion-vive-hacinamiento/

Ladrera, RN. 2012. Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores del estado ecológico de los ríos (en línea). Consultado 31 Jul 2017. Disponible en file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Dialnet-

Madigan, JA. 2009. Calidad de las aguas superficiales (en línea). Consultado 22 Ene 2017. Disponible en file:///C:/Users/Usuario/Documents/TALGUA/Informe%20de%20Calidad%20del%20Agua%20Superficial%20de%20San%20Jos%C3%A9%202013.pdf

Mendizábal, MR. 2010. Contaminación del agua (en línea). Revista Virtual REDESMA no 2. Consultado 16 Jul 2017. Disponible en http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S199510782010000300002&script=sci_arttext&tlng=en

Mitchell, M.1991. Manual de campo de proyectos del río. Una guía para monitorear la cantidad de agua del río Bravo. Segunda edición México 200 p.

Moreno, CE. 2001. Métodos para medir la biodiversidad (en línea). M&T- Manuales y Tesis, vol 1. Consultado 28 Ago 2017. Disponible en http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf

OMS (Organización Mundial de la Salud). 2016. Contaminación del aire de interiores y salud (en línea). Consultado 21 Ene 2017. Disponible en http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs292/es/

OPS (Organización Panamericana de la salud), OMS (Organización Mundial de la Salud). 1995. Norma Tecnica para la calidad del agua potable en Honduras (en línea). Consultado 21 Ago 2017. Disponible en http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/e/cd-cagua/normas/lac/11.HON/01.norma.pdf

Orta, LM. 2002. Contaminación del agua por plaguicidas químicos (en línea). Vol 6(2). Redalyc. Consultado 23 Jul 2017. Disponible en http://www.redalyc.org/pdf/2091/209118292006.pdf

Oscoz , JC. 2009. Guía de macroinvertebrados de la cuenca del Ebro (en línea). Consultado 31 Jul 2017. Disponible en http://www.zaragoza.es/contenidos/medioambiente/materialesdidacticos/otros/guia-macroinvertebrados.pdf

Paggi, RM. 2001. Orden Chirinomidae en línea. Consultado 30 Ene 2017. Disponible en https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos/pom_coello/diagnostico/apendices/invertebrados/fichas_dipteros.pdf

Piñeros-Herrera, KD. 2016. Subcuencas y microcuencas hidrográficas (en línea). Consultado 18 Ago 2017. Disponible en https://es.slideshare.net/kimberlynveronica/subcuencas-y-microcuencas

Pradillo, BJ. 2016. Parámetros de control de agua potable (en línea). Consultado 30 Jul 2017. Disponible en https://www.iagua.es/blogs/beatriz-pradillo/parametros-control-agua-potable.

Prat NJ, Ríos BE, Acosta RC, Rieraverall MB. 2008. Los Macroinvertebrados como indicadores de la calidad de las Aguas (en línea). Consultado 22 Jul 2017. Disponible en http://www.ub.edu/fem/docs/caps/2009%20MacroIndLatinAmcompag0908.pdf

Puerto-Rodríguez, AV. 2014. Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud (en línea). Revista Cubana de higiene y epidemiología. Vol 52(3). Consultado 23 Jul 2017. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032014000300010.

Ramírez, AM. 2014. Bioindicadores de la calidad del agua en la cuenca del río Tolantongo, Hidalgo (en línea). Consultado 31 Jul 2017. Disponible en http://suelos.chapingo.mx/tesis/tesis/103.pdf

Randozzo, FJ. 2011. Índices de la calidad del agua y síntesis de la situación ambiental de la cuenca (en linea). Consultado 25 Ago 2017. Disponible en http://www.aic.gob.ar/sitio/archivos/201702/ica%20-%20indices%20de%20calidad%20del%20agua.pdf

Reyes, VS. 2007. Foro del agua centroamericano: avances, retos y desafíos para la Gestión Integrada del Agua en Centroamérica Hacia el IV Foro Mundial del Agua (en línea). Consultado 30 Jul 2017. Disponible en https://www.upct.es/~minaeees/analisis_microbiologico_aguas.pdf

Reyes RH, Arrivillaga JF. 2008. Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de la calidad ambiental (en línea). Boletín de malareología y salud ambiental. Vol 8(2). Consultado 17 jul 2017. Disponible enhttps://www.researchgate.net/profile/Rosa_Reyes_Gil/publication/239586192_Macroinvertebrados_bentonicos_como_bioindicadores_de_salud_ambiental/links/53fc5fe40cf2dca8ffff165f/Macroinvertebrados-bentonicos-como-bioindicadores-de-salud-ambiental.pdf

Reyes, SI.1996. IV Simposio sobre la importancia de la calidad del agua (en línea). Granada, ES.319p. Consultado 16 Jul 2017. Disponible en https://books.google.hn/books?id=ZSDh7KCQtXAC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false.

Rodríguez, H. 2015. Las aguas residuales y sus efectos contaminantes (en línea). Consultado 21 Ene 2018. Disponible en https://www.iagua.es/blogs/hector-rodriguez-pimentel/aguas-residuales-y-efectos-contaminantes.

Rojas, SA. 2012. Parametros fisicoquímicos: alcalinidad (en linea). Consultado 22 Ene 2017. Disponible en https://www.uprm.edu/biology/profs/massol/manual/p2-alcalinidad.pdf

Roldán, GJ. 1999. Los macroinvertebrados y su valor como indicadores en la calidad del agua (en línea). Medellín, CL. Consultado 22 Jul 2017. Disponible en http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/30389621/375-387.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1500736641&Signature=arfiaI%2Fw8GaAbh%2BWaXCqL04QtCM%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DLos_macroinvertebrados_y_su_valor_como_i.pdf

Rovira, DM. 2014. parámetros fisicoquímicos y microbiológicos como indicadores de la calidad del agua de la subcuenca baja del río David, provincia de Chiriquí Panamá. Consultado 23 Ene 2017.Disponible en http://www.oteima.ac.pa/nueva/investigaciones/Par%C3%A1metros%20F%C3%ADsico-quimico%20listo.pdf

Singler, AW. 2012. Educación en el agua de pozo (en línea). Consultado 23 Ene 2017. Disponible en http://region8water.colostate.edu/PDFs/we_espanol/Nitrate%202012-11-15-SP.pdf

Torralba-Burrial, A.2015. Orden Odonata (en linea). Consultado 10 Ago 2017. Disponible en http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_41.pdf

USAID (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo). 2007. Manejo Integrado de Recursos Ambientales, Plan de Manejo de Recursos Naturales en la microcuenca río Talgua. Olancho, HN.

Valdivia, AM. 2010. Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la Calidad del Agua del Trópico en las microcuencas de los alrededores de Bluefields (en línea). Consultado 18 Ago 2017. Disponible en file:///C:/Users/Usuario/Downloads/515-1433-1-PB%20(2).pdf

Vega, KM. 2012. Composición de los nitratos (en línea). Consultado 18 Ago 2017. Disponible en https://iiacmx.com/wp-content/uploads/2017/02/nitratos-y-nitrosaminas.pdf

Zamora-Muñoz, C.2015. Orden Trichóptera (en linea). Consultado 18 Ago 2017.Disponible en http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_64.pdf

ANEXOS

Anexo 1. Encuesta

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

Catacamas, Olancho

Encuesta para el Diagnóstico de las Actividades Antrópicas dentro de la microcuenca del rio Talgua.

La aplicación de esta herramienta es únicamente con fines académicos enfocado en el desarrollo comunitario mediante una práctica profesional supervisada (PPS), previo a la obtención del título de Licenciatura en Recursos Naturales y Ambiente.

Nombre de la Comunidad: _____

I. Datos Generales

Sexo: F ☐ M ☐ Edad ☐ Grado de Escolaridad _____

1. ¿Cuántas personas viven en su hogar?

_____

2. Su hogar se encuentra en:

a) Área protegida b) terreno ejidal c) terreno privado d) otro

_____

II. Actividades Productivas

3. ¿A qué actividades se dedican?

a. Agricultura b. Ganadería c. Otros

---

4. ¿Cuánta área de terreno posee?

---

5. ¿Cuánta área de su terreno utiliza para sembrar?

---

6. ¿Qué cultivos producen en la zona?
   a. Granos básicos b. Café c. Hortalizas d. otros

---

7. ¿Qué productos agroquímicos utiliza para el manejo de sus cultivos?

---

8. ¿De dónde adquiere el agua que utiliza para la preparación de sus productos agroquímicos?

---

9. ¿Dónde lava el equipo que utiliza para la aplicación de los productos agroquímicos?

---

10. ¿Recibe capacitaciones para el uso de agroquímicos?
    a. Sí b. No

11. ¿ Por parte de que instituciones recibe capacitaciones

_____

III. Saneamiento Básico

12. ¿De dónde obtienen el agua que se utiliza en su hogar?

a. De la quebrada más cercana b. Nacimiento de agua c. Comprada

13. ¿De qué manera se beneficia con el agua de la microcuenca?

a. Actividades domésticas b. Riego de cultivo d. Ambos

14. ¿Dónde vierte sus aguas residuales?

a. Cuneta b. pozos c. quebradas d. otro

_____

15. ¿Qué tipo de sanitario tienen?

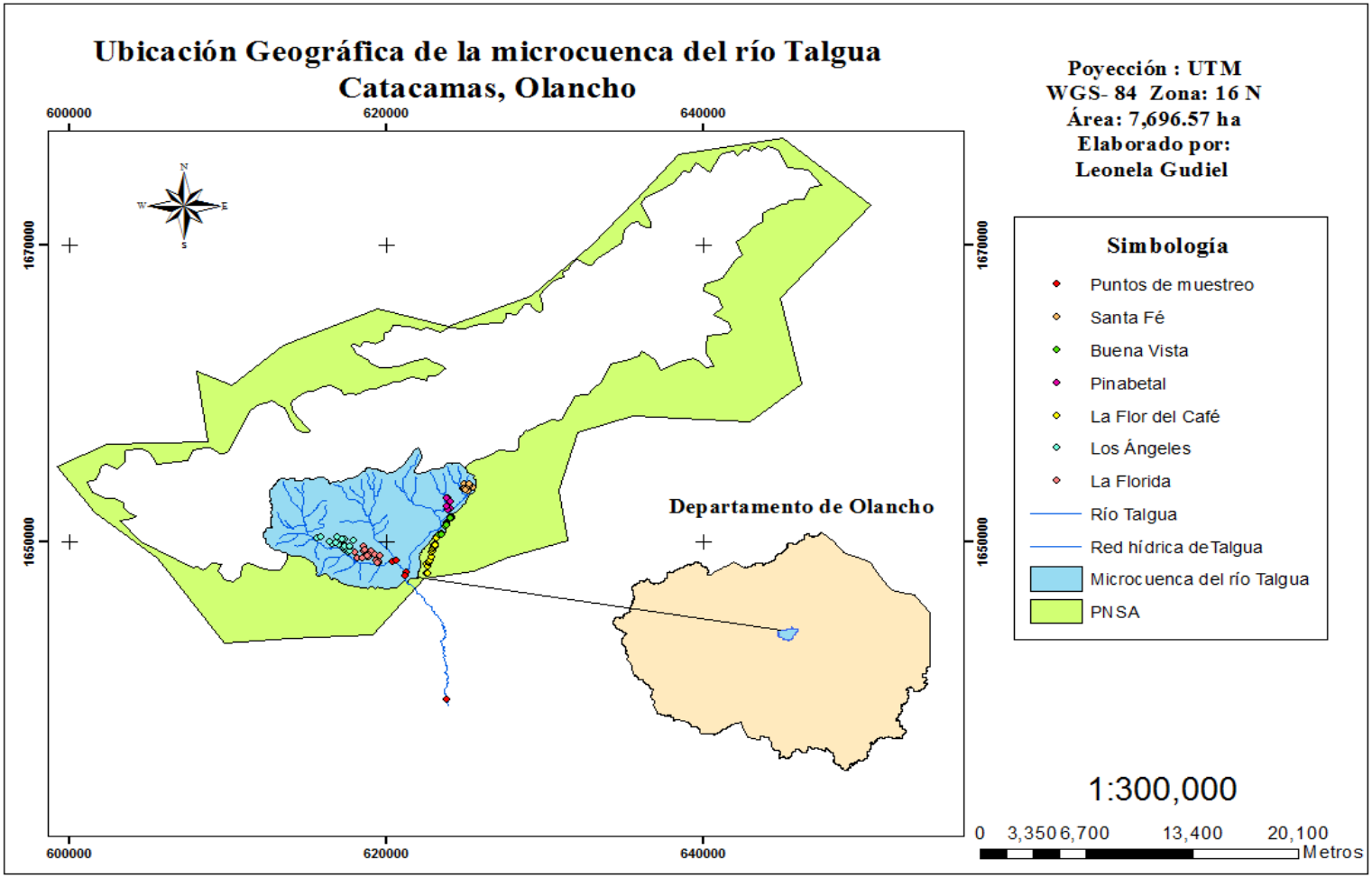
a. Lavable b. Letrina c. No tiene

16. ¿Qué hacen con la basura?

a. Botadero b. La queman c. Pasa el tren de aseo d. Otros

_____

Anexo 2. Georeferenciación de viviendas muestreadas



Anexo 3. Resultados de laboratorio

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 Pág. 1/1

Unidad de Microbiología

INFORME DE ANALISIS DE LABORATORIO

Informe No: 1158 **Fecha:** 21/12/207 **Orden de Pago:** 116 **Fecha:** 08/12/2017
Recibo No. 4291100 **Fecha:** 08/12/2017 **Valor:** Lps. 5,517.00

1. **Nombre del Solicitante**: Leonela Nicole Gudiel	2. **Dirección del Solicitante**: Olancho, Catacamas.
3. **Tipo de Muestra**: Agua Superficial.	4. **Recolectada por:** Leonela Nicole Gudiel.
5. **Fecha y Hora de recolección de la muestra:** 13/12/2017 5:29 a.m.	6. **Fecha y Hora de ingreso al laboratorio:** 13/12/2017 2:00 p.m.
7. **Punto de Recolección**: Rio Seco Punto, N°1.	8. **Procedencia de la muestra:** Microcuenca Talgua.

RESULTADOS

# MUESTRA	FECHA DE EJECUCIÓN DEL ANÁLISIS	MÉTODO APLICADO[1]	ANÁLISIS	RESULTADO	VALOR REFERENCIA[2]
1287	13/12/2017	9222-D	Recuento de Coliformes Termotolerantes	4 UFC/100 mL	0 UFC/100 mL

REFERENCIA DEL METODO: Métodos Estándar para el Análisis de Agua y Agua Residual 22 Edición.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA[2]: Norma Técnica nacional para la calidad de agua potable.

OBSERVACIONES: Esta Muestra puntual, recolectada por Leonela Nicole Gudiel, No cumple con los límites máximos permitidos en la norma de referencia para *Coliformes Termotolerantes.*

Abreviaciones:
UFC/100 mL= Unidades formadoras de Colonia por cada cien mililitros de muestra.

DR. VICTOR MANUEL PINEDA
Jefe Laboratorio de Microbiología

LIC. CARLOS THOMPSON
Director CESCCO

"No se permite reproducir parcial o totalmente el certificado de resultados sin aprobación escrita del laboratorio"

C.Archivo

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

Unidad de Microbiología

INFORME DE ANALISIS DE LABORATORIO

Informe No: 1159 **Fecha**: 21/12/207 **Orden de Pago:** 116 **Fecha:** 08/12/2017
Recibo No. 4291100 **Fecha:** 08/12/2017 **Valor:** Lps. 5,517.00

1. **Nombre del Solicitante**: Leonela Nicole Gudiel	2. **Dirección del Solicitante**: Olancho, Catacamas.
3. **Tipo de Muestra**: Agua Superficial.	4. **Recolectada por:** Leonela Nicole Gudiel.
5. **Fecha y Hora de recolección de la muestra:** 13/12/2017 6:09 a.m.	6. **Fecha y Hora de ingreso al laboratorio:** 13/12/2017 2:00 p.m.
7. **Punto de Recolección**: Quebrada de Agua, Punto, N°2.	8. **Procedencia de la muestra:** Microcuenca Talgua.

RESULTADOS

# MUESTRA	FECHA DE EJECUCIÓN DEL ANÁLISIS	MÉTODO APLICADO[1]	ANÁLISIS	RESULTADO	VALOR REFERENCIA[2]
1288	13/12/2017	9222-D	Recuento de Coliformes Termotolerantes	4 UFC/100 mL	0 UFC/100 mL

REFERENCIA DEL METODO: Métodos Estándar para el Análisis de Agua y Agua Residual 22 Edición.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA[2]: Norma Técnica nacional para la calidad de agua potable.

OBSERVACIONES: Esta Muestra puntual, recolectada por Leonela Nicole Gudiel, No cumple con los límites máximos permitidos en la norma de referencia para *Coliformes Termotolerantes.*

Abreviaciones:
UFC/100 mL= Unidades formadoras de Colonia por cada cien mililitros de muestra.

DR. VICTOR MANUEL PINEDA
Jefe Laboratorio de Microbiología

LIC. CARLOS THOMPSON
Director CESCCO

"No se permite reproducir parcial o totalmente el certificado de resultados sin aprobación escrita del laboratorio"
C:Archivo

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

Unidad de Microbiología
INFORME DE ANALISIS DE LABORATORIO

Informe No: 1160 **Fecha:** 21/12/207 **Orden de Pago:** 116 **Fecha:** 08/12/2017
Recibo No. 4291100 **Fecha:** 08/12/2017 **Valor:** Lps. 5,517.00

1. **Nombre del Solicitante**: Leonela Nicole Gudiel	2. **Dirección del Solicitante**: Olancho, Catacamas.
3. **Tipo de Muestra**: Agua Superficial.	4. **Recolectada por:** Leonela Nicole Gudiel.
5. **Fecha y Hora de recolección de la muestra:** 13/12/2017 6:42 a.m.	6. **Fecha y Hora de ingreso al laboratorio:** 13/12/2017 2:00 p.m.
7. **Punto de Recolección**: Quebrada de Pinabetal., Punto, N°3.	8. **Procedencia de la muestra:** Microcuenca Talgua.

RESULTADOS

# MUESTRA	FECHA DE EJECUCIÓN DEL ANÁLISIS	MÉTODO APLICADO[1]	ANÁLISIS	RESULTADO	VALOR REFERENCIA[2]
1289	13/12/2017	9222-D	Recuento de Coliformes Termotolerantes	6 UFC/100 mL	0 UFC/100 mL

REFERENCIA DEL METODO: Métodos Estándar para el Análisis de Agua y Agua Residual 22 Edición.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA[2]: Norma Técnica nacional para la calidad de agua potable.

OBSERVACIONES: Esta Muestra puntual, recolectada por Leonela Nicole Gudiel, No cumple con los límites máximos permitidos en la norma de referencia para *Coliformes Termotolerantes.*

Abreviaciones:
UFC/100 mL= Unidades formadoras de Colonia por cada cien mililitros de muestra.

DR. VICTOR MANUEL PINEDA
Jefe Laboratorio de Microbiología

LIC. CARLOS THOMPSON
Director CESCCO

"No se permite reproducir parcial o totalmente el certificado de resultados sin aprobación escrita del laboratorio"
C:Archivo

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

Unidad de Microbiología

INFORME DE ANALISIS DE LABORATORIO

Informe No: 1161 **Fecha:** 21/12/207 **Orden de Pago:** 116 **Fecha:** 08/12/2017
Recibo No. 4291100 **Fecha:** 08/12/2017 **Valor:** Lps. 5,517.00

1. **Nombre del Solicitante**: Leonela Nicole Gudiel	2. **Dirección del Solicitante**: Olancho, Catacamas.
3. **Tipo de Muestra**: Agua Superficial.	4. **Recolectada por:** Leonela Nicole Gudiel.
5. **Fecha y Hora de recolección de la muestra:** 13/12/2017 7:12 a.m.	6. **Fecha y Hora de ingreso al laboratorio:** 13/12/2017 2:00 p.m.
7. **Punto de Recolección**: Punto de Alforo Cuevas, Punto, N°4.	8. **Procedencia de la muestra:** Microcuenca Talgua.

RESULTADOS

# MUESTRA	FECHA DE EJECUCIÓN DEL ANÁLISIS	MÉTODO APLICADO[1]	ANÁLISIS	RESULTADO	VALOR REFERENCIA[2]
1290	13/12/2017	9222-D	Recuento de Coliformes Termotolerantes	5 UFC/100 mL	0 UFC/100 mL

REFERENCIA DEL METODO: Métodos Estándar para el Análisis de Agua y Agua Residual 22 Edición.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA[2]: Norma Técnica nacional para la calidad de agua potable.

OBSERVACIONES: Esta Muestra puntual, recolectada por Leonela Nicole Gudiel, No cumple con los límites máximos permitidos en la norma de referencia para *Coliformes Termotolerantes.*

Abreviaciones:
UFC/100 mL= Unidades formadoras de Colonia por cada cien mililitros de muestra.

DR. VICTOR MANUEL PINEDA
Jefe Laboratorio de Microbiología

LIC. CARLOS THOMPSON
Director CESCCO

"No se permite reproducir parcial o totalmente el certificado de resultados sin aprobación escrita del laboratorio"
C:Archivo

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

Unidad de Microbiología

INFORME DE ANALISIS DE LABORATORIO

Informe No: 1162 **Fecha**: 21/12/207 **Orden de Pago:** 116 **Fecha:** 08/12/2017
Recibo No. 4291100 **Fecha:** 08/12/2017 **Valor:** Lps. 5,517.00

1. **Nombre del Solicitante**: Leonela Nicole Gudiel	2. **Dirección del Solicitante**: Olancho, Catacamas.
3. **Tipo de Muestra**: Agua Superficial.	4. **Recolectada por:** Leonela Nicole Gudiel.
5. **Fecha y Hora de recolección de la muestra:** 13/12/2017 8:34 a.m.	6. **Fecha y Hora de ingreso al laboratorio:** 13/12/2017 2:00 p.m.
7. **Punto de Recolección**: Universidad Nacional de Agricultura, Punto, N°5.	8. **Procedencia de la muestra:** Microcuenca Talgua.

RESULTADOS

# MUESTRA	FECHA DE EJECUCIÓN DEL ANÁLISIS	MÉTODO APLICADO[1]	ANÁLISIS	RESULTADO	VALOR REFERENCIA[2]
1291	13/12/2017	9222-D	Recuento de Coliformes Termotolerantes	40 UFC/100 mL	0 UFC/100 mL

REFERENCIA DEL METODO: Métodos Estándar para el Análisis de Agua y Agua Residual 22 Edición.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA[2]: Norma Técnica nacional para la calidad de agua potable.

OBSERVACIONES: Esta Muestra puntual, recolectada por Leonela Nicole Gudiel, No cumple con los límites máximos permitidos en la norma de referencia para *Coliformes Termotolerantes*.

Abreviaciones:
UFC/100 mL= Unidades formadoras de Colonia por cada cien mililitros de muestra.

DR. VICTOR MANUEL PINEDA
Jefe Laboratorio de Microbiología

LIC. CARLOS THOMPSON
Director CESCCO

"No se permite reproducir parcial o totalmente el certificado de resultados sin aprobación escrita del laboratorio"

C.Archivo

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

Unidad de Calidad de Aguas

INFORME DE ANALISIS DE LABORATORIO

Informe No: 1147 **Fecha**: 21/12/207 **Orden de Pago:** 116 **Fecha:** 08/12/2017
Recibo No. 4291100 **Fecha:** 08/12/2017 **Valor:** Lps. 5,517.00

1. **Nombre del Solicitante**: Leonela Nicole Gudiel	2. **Dirección del Solicitante**: Olancho, Catacamas.
3. **Tipo de Muestra**: Agua Superficial.	4. **Recolectada por:** Leonela Nicole Gudiel.
5. **Fecha y Hora de recolección de la muestra:** 13/12/2017 5:29 a.m.	6. **Fecha y Hora de ingreso al laboratorio:** 13/12/2017 2:00 p.m.
7. **Punto de Recolección**: Rio Seco Punto, N°1.	8. **Procedencia de la muestra:** Microcuenca Talgua.

RESULTADOS

# MUESTRA	FECHA DE EJECUCIÓN DEL ANÁLISIS	MÉTODO APLICADO[1]	ANÁLISIS	RESULTADO	VALOR REFERENCIA[2]
1287	15/12/2017	Part 5210 B (5 días)	Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO_5)	2 mg/L	-/-
	19/12/2017	Part 4500-P B-5 ; D (Digestión con Persulfato y Cloruro de Estaño)	Fosforo total	< 0,02 mg/L	-/-
	13/12/2017	Part 4500-H^+ B (Potenciométrico)	Potencial de hidrogeno (pH)	7,83 a 21,2 °C	-/-
	13/12/2017	Part 2540 C (Gravimetrico-secado a 180°C)	Solidos Disueltos Totales	49,50 mg/L	-/-
	13/12/2017	Part 2130 B (Nefelometrico)	Turbidez	2,6 UNT	-/-

REFERENCIA DEL METODO[1]: Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22th, 2012

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA[2]: -/-

OBSERVACIONES: Para los resultados de los parámetros analizados no se cuenta con valor de referencia de acuerdo al uso declarado por el cliente.

Abreviaciones:
mg/L : miligramos por litro
°C : grados centigrados
UNT : Unidades Nefelometricas de Turbidez

"No se permite reproducir parcial o totalmente el certificado de resultados sin aprobación escrita del laboratorio"
C:Archivo

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

DRA. ARACELY MEMBREÑO
Jefe de Laboratorio Calidad de Agua

LIC. CARLOS THOMPSON
Director 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

Unidad de Calidad de Aguas

INFORME DE ANALISIS DE LABORATORIO

Informe No: 1148 **Fecha:** 21/12/207 **Orden de Pago:** 116 **Fecha:** 08/12/2017
Recibo No. 4291100 **Fecha:** 08/12/2017 **Valor:** Lps. 5,517.00

1. **Nombre del Solicitante**: Leonela Nicole Gudiel	2. **Dirección del Solicitante**: Olancho, Catacamas.
3. **Tipo de Muestra**: Agua Superficial.	4. **Recolectada por:** Leonela Nicole Gudiel.
5. **Fecha y Hora de recolección de la muestra:** 13/12/2017 6:09 a.m.	6. **Fecha y Hora de ingreso al laboratorio:** 13/12/2017 2:00 p.m.
7. **Punto de Recolección**: Quebrada de Agua, Punto, N°2.	8. **Procedencia de la muestra:** Microcuenca Talgua.

RESULTADOS

# MUESTRA	FECHA DE EJECUCIÓN DEL ANÁLISIS	MÉTODO APLICADO[1]	ANÁLISIS	RESULTADO	VALOR REFERENCIA[2]
1288	15/12/2017	Part 5210 B (5 días)	Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO_5)	< 1 mg/L	-/-
	19/12/2017	Part 4500-P B-5 ; D (Digestión con Persulfato y Cloruro de Estaño)	Fosforo total	< 0,02 mg/L	-/-
	13/12/2017	Part 4500-H^+ B (Potenciométrico)	Potencial de hidrogeno (pH)	7,84 a 21,7 °C	-/-
	13/12/2017	Part 2540 C (Gravimetrico-secado a 180°C)	Solidos Disueltos Totales	14,00 mg/L	-/-
	13/12/2017	Part 2130 B (Nefelometrico)	Turbidez	1 UNT	-/-

REFERENCIA DEL METODO[1]: Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22th, 2012

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA[2]: -/-

OBSERVACIONES: Para los resultados de los parámetros analizados no se cuenta con valor de referencia de acuerdo al uso declarado por el cliente.

Abreviaciones:
mg/L : miligramos por litro
°C : grados centigrados
UNT : Unidades Nefelometricas de Turbidez

"No se permite reproducir parcial o totalmente el certificado de resultados sin aprobación escrita del laboratorio"

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 Pág. 2/2

DRA. ARACELY MEMBREÑO
Jefe de Laboratorio Calidad de Agua

LIC. CARLOS THOMPSON
Director 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

Unidad de Calidad de Aguas

INFORME DE ANALISIS DE LABORATORIO

Informe No: 1149 **Fecha:** 21/12/207 **Orden de Pago:** 116 **Fecha:** 08/12/2017
Recibo No. 4291100 **Fecha:** 08/12/2017 **Valor:** Lps. 5,517.00

1. **Nombre del Solicitante**: Leonela Nicole Gudiel	2. **Dirección del Solicitante**: Olancho, Catacamas.
3. **Tipo de Muestra**: Agua Superficial.	4. **Recolectada por:** Leonela Nicole Gudiel.
5. **Fecha y Hora de recolección de la muestra:** 13/12/2017 6:42 a.m.	6. **Fecha y Hora de ingreso al laboratorio:** 13/12/2017 2:00 p.m.
7. **Punto de Recolección**: Quebrada de Pinabetal., Punto, N°3.	8. **Procedencia de la muestra:** Microcuenca Talgua.

RESULTADOS

# MUESTRA	FECHA DE EJECUCIÓN DEL ANÁLISIS	MÉTODO APLICADO[1]	ANÁLISIS	RESULTADO	VALOR REFERENCIA[2]
1289	15/12/2017	Part 5210 B (5 días)	Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO_5)	2 mg/L	-/-
	19/12/2017	Part 4500-P B-5 ; D (Digestión con Persulfato y Cloruro de Estaño)	Fosforo total	< 0,02 mg/L	-/-
	13/12/2017	Part 4500-H^+ B (Potenciométrico)	Potencial de hidrogeno (pH)	7,70 a 20,4 °C	-/-
	13/12/2017	Part 2540 C (Gravimetrico-secado a 180°C)	Solidos Disueltos Totales	46,50 mg/L	-/-
	13/12/2017	Part 2130 B (Nefelometrico)	Turbidez	5 UNT	-/-

REFERENCIA DEL METODO[1]: Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22th, 2012

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA[2]: -/-

OBSERVACIONES: Para los resultados de los parámetros analizados no se cuenta con valor de referencia de acuerdo al uso declarado por el cliente.

Abreviaciones:
mg/L : miligramos por litro
°C : grados centigrados
UNT : Unidades Nefelometricas de Turbidez

"No se permite reproducir parcial o totalmente el certificado de resultados sin aprobación escrita del laboratorio"
C:Archivo

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 Pág. 2/2

DRA. ARACELY MEMBREÑO
Jefe de Laboratorio Calidad de Agua

LIC. CARLOS THOMPSON
Director 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

Unidad de Calidad de Aguas

INFORME DE ANALISIS DE LABORATORIO

Informe No: 1150 **Fecha:** 21/12/207 **Orden de Pago:** 116 **Fecha:** 08/12/2017
Recibo No. 4291100 **Fecha:** 08/12/2017 **Valor:** Lps. 5,517.00

1. **Nombre del Solicitante**: Leonela Nicole Gudiel	2. **Dirección del Solicitante**: Olancho, Catacamas.
3. **Tipo de Muestra**: Agua Superficial.	4. **Recolectada por:** Leonela Nicole Gudiel.
5. **Fecha y Hora de recolección de la muestra:** 13/12/2017 7:12 a.m.	6. **Fecha y Hora de ingreso al laboratorio:** 13/12/2017 2:00 p.m.
7. **Punto de Recolección**: Punto de Alforo Cuevas, Punto, N°4.	8. **Procedencia de la muestra:** Microcuenca Talgua.

RESULTADOS

# MUESTRA	FECHA DE EJECUCIÓN DEL ANÁLISIS	MÉTODO APLICADO[1]	ANÁLISIS	RESULTADO	VALOR REFERENCIA[2]
1290	15/12/2017	Part 5210 B (5 días)	Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO_5)	< 1 mg/L	-/-
	19/12/2017	Part 4500-P B-5 ; D (Digestión con Persulfato y Cloruro de Estaño)	Fosforo total	< 0,02 mg/L	-/-
	13/12/2017	Part 4500-H^+ B (Potenciométrico)	Potencial de hidrogeno (pH)	7,63 a 23,7 °C	-/-
	13/12/2017	Part 2540 C (Gravimetrico-secado a 180°C)	Solidos Disueltos Totales	67,50 mg/L	-/-
	13/12/2017	Part 2130 B (Nefelometrico)	Turbidez	4,7 UNT	-/-

REFERENCIA DEL METODO[1]: Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22th, 2012

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA[2]: -/-

OBSERVACIONES: Para los resultados de los parámetros analizados no se cuenta con valor de referencia de acuerdo al uso declarado por el cliente.

Abreviaciones:
mg/L : miligramos por litro
°C : grados centigrados
UNT : Unidades Nefelometricas de Turbidez

"No se permite reproducir parcial o totalmente el certificado de resultados sin aprobación escrita del laboratorio"
C.Archivo

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

DRA. ARACELY MEMBREÑO
Jefe de Laboratorio Calidad de Agua

LIC. CARLOS THOMPSON
Director 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

Unidad de Calidad de Aguas

INFORME DE ANALISIS DE LABORATORIO

Informe No: 1151 **Fecha**: 21/12/207 **Orden de Pago:** 116 **Fecha:** 08/12/2017
Recibo No. 4291100 **Fecha:** 08/12/2017 **Valor:** Lps. 5,517.00

1. **Nombre del Solicitante**: Leonela Nicole Gudiel	2. **Dirección del Solicitante**: Olancho, Catacamas.
3. **Tipo de Muestra**: Agua Superficial.	4. **Recolectada por:** Leonela Nicole Gudiel.
5. **Fecha y Hora de recolección de la muestra:** 13/12/2017 8:34 a.m.	6. **Fecha y Hora de ingreso al laboratorio:** 13/12/2017 2:00 p.m.
7. **Punto de Recolección**: Universidad Nacional de Agricultura, Punto, N°5.	8. **Procedencia de la muestra:** Microcuenca Talgua.

RESULTADOS

# MUESTRA	FECHA DE EJECUCIÓN DEL ANÁLISIS	MÉTODO APLICADO[1]	ANÁLISIS	RESULTADO	VALOR REFERENCIA[2]
1291	15/12/2017	Part 5210 B (5 días)	Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO_5)	< 1 mg/L	-/-
	19/12/2017	Part 4500-P B-5 ; D (Digestión con Persulfato y Cloruro de Estaño)	Fosforo total	< 0,02 mg/L	-/-
	13/12/2017	Part 4500-H^+ B (Potenciométrico)	Potencial de hidrogeno (pH)	7,70 a 25 °C	-/-
	13/12/2017	Part 2540 C (Gravimetrico-secado a 180°C)	Solidos Disueltos Totales	112,50 mg/L	-/-
	13/12/2017	Part 2130 B (Nefelometrico)	Turbidez	3,3 UNT	-/-

REFERENCIA DEL METODO[1]: Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22th, 2012

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA[2]: -/-

OBSERVACIONES: Para los resultados de los parámetros analizados no se cuenta con valor de referencia de acuerdo al uso declarado por el cliente.

Abreviaciones:
mg/L : miligramos por litro
°C : grados centígrados
UNT : Unidades Nefelometricas de Turbidez

"No se permite reproducir parcial o totalmente el certificado de resultados sin aprobación escrita del laboratorio"

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

Por Delegación
DRA. ARACELY MEMBREÑO
Jefe de Laboratorio Calidad de Agua

LIC. CARLOS THOMPSON
Director CESCCO

Anexo 4. Resultados de Nitratos Según el Laboratorio Industrial (MQ)

Laboratorio de Análisis Industriales MQ	**INFORME DE ENSAYOS** Colonia Matamoros frente a Hospital Nacional el Diabético, Tegucigalpa Honduras. Telefax : 2221- 0242 info@labmq.com	Código: RT-26 Versión: Segunda Página 1 de 5 Correlativo: 12 839

Cliente	Leonela Nicole Gudiel	Tipo de muestra	Agua superficial
Contacto	Leonela Nicole Gudiel	Punto de muestreo	**Punto #1 Rio Seco**
Dirección	Catacamas, Olancho	Responsable muestreo	Leonela Nicole Gudiel
Teléfono	9835-1725	Fecha de muestreo:	13 de diciembre del 2017
Fecha de recibo	13 de diciembre del 2017	Hora de muestreo:	5:29 am
Fecha de análisis	13-16 de diciembre del 2017	Entregada por:	Leonela Gudiel
Fecha de informe	16 de diciembre del 2017	Numero de muestras	1
N° laboratorio	60 511	Cantidad de muestra:	1 litro
Preservación	Hielo	Tipo de envase:	Plástico

ANALISIS	RESULTADO	UNIDADES	METODO DE ANALISIS
Nitratos	< 0,22	mg/L NO_3	ME 8192

Observaciones: Ubicación: Microcuenca Rio Talgua, Catacamas Olancho.

ME: Métodos de Ensayo según el Texto Standard Methods for Examination of Water and Waste Water 23ND Edition

Firma responsable
Ing. Nadezda V. Chang

El material bajo análisis se conservará en custodia por el Laboratorio 24 h. después de entregado el presente informe para cualquier observación de su parte.
Estos análisis, opiniones o interpretaciones están basados en material proporcionado por el cliente.
Este documento es de uso exclusivo y confidencial del mismo. No se permite la reproducción parcial ni total de este informe
RTNMQ 08019995332108

Laboratorio de Análisis Industriales MQ	**INFORME DE ENSAYOS** Colonia Matamoros frente a Hospital Nacional el Diabético, Tegucigalpa Honduras. *Telefax : 2221- 0242* info@labmq.com	Código: RT-26 Versión: Segunda Página 2 de 5 Correlativo: 12 639

Cliente	Leonela Nicole Gudiel	Tipo de muestra	Agua superficial
Contacto	Leonela Nicole Gudiel	Punto de muestreo	**Punto #2 Quebrada de agua**
Dirección	Catacamas, Olancho	Responsable muestreo	Leonela Nicole Gudiel
Teléfono	9835-1725	Fecha de muestreo:	13 de diciembre del 2017
Fecha de recibo	13 de diciembre del 2017	Hora de muestreo:	6:09 am
Fecha de análisis	13-16 de diciembre del 2017	Entregada por:	Leonela Gudiel
Fecha de informe	16 de diciembre del 2017	Numero de muestras	1
N° laboratorio	60 512	Cantidad de muestra:	1 litro
Preservación	Hielo	Tipo de envase:	Plástico

ANALISIS	RESULTADO	UNIDADES	METODO DE ANALISIS
Nitratos	< 0,22	mg/L NO_3	ME 8192

Observaciones: Ubicación: Microcuenca Rio Talgua, Catacamas Olancho.

ME: Métodos de Ensayo según el Texto Standard Methods for Examination of Water and Waste Water 23ND Edition

Firma responsable
Ing. Nadezda V. Chang

El material bajo análisis se conservará en custodia por el Laboratorio 24 h. después de entregado el presente informe para cualquier observación de su parte.
Estos análisis, opiniones o interpretaciones están basados en material proporcionado por el cliente.
Este documento es de uso exclusivo y confidencial del mismo. No se permite la reproducción parcial ni total de este informe
RTNMQ 08019995332108

Laboratorio de Análisis Industriales MQ	**INFORME DE ENSAYOS** Colonia Matamoros frente a Hospital Nacional el Diabético, Tegucigalpa Honduras. *Telefax : 2221- 0242* info@labmq.com	Código: RT-26 Versión: Segunda Página 3 de 5 Correlativo: 12 839

Cliente	Leonela Nicole Gudiel	Tipo de muestra	Agua superficial
Contacto	Leonela Nicole Gudiel	Punto de muestreo	**Punto #3 Quebrada de Pinabetal**
Dirección	Catacamas, Olancho	Responsable muestreo	Leonela Nicole Gudiel
Teléfono	9835-1725	Fecha de muestreo:	13 de diciembre del 2017
Fecha de recibo	13 de diciembre del 2017	Hora de muestreo:	6:42 am
Fecha de análisis	13-16 de diciembre del 2017	Entregada por:	Leonela Gudiel
Fecha de informe	16 de diciembre del 2017	Numero de muestras	1
Nº laboratorio	60 513	Cantidad de muestra:	1 litro
Preservación	Hielo	Tipo de envase:	Plástico

ANALISIS	RESULTADO	UNIDADES	METODO DE ANALISIS
Nitratos	< 0,22	mg/L NO_3	ME 8192

Observaciones: Ubicación: Microcuenca Rio Talgua, Catacamas Olancho.

ME: Métodos de Ensayo según el Texto Standard Methods for Examination of Water and Waste Water 23ND Edition

Firma responsable
Ing. Nadezda V. Chang

El material bajo análisis se conservará en custodia por el Laboratorio 24 h. después de entregado el presente informe para cualquier observación de su parte.
Estos análisis, opiniones o interpretaciones están basados en material proporcionado por el cliente.
Este documento es de uso exclusivo y confidencial del mismo. No se permite la reproducción parcial ni total de este informe
RTNMQ 08019995332108

Laboratorio de Análisis Industriales MQ	**INFORME DE ENSAYOS** Colonia Matamoros frente a Hospital Nacional el Diabético, Tegucigalpa Honduras. *Telefax : 2221- 0242* Info@labmq.com	Código: RT-26 Versión: Segunda Página 4 de 5 Correlativo: 12 839

Cliente	Leonela Nicole Gudiel	Tipo de muestra	Agua superficial
Contacto	Leonela Nicole Gudiel	Punto de muestreo	**Punto #4 Punto de Aforo, Cuevas de Talgua**
Dirección	Catacamas, Olancho	Responsable muestreo	Leonela Nicole Gudiel
Teléfono	9835-1725	Fecha de muestreo:	13 de diciembre del 2017
Fecha de recibo	13 de diciembre del 2017	Hora de muestreo:	7:12 am
Fecha de análisis	13-16 de diciembre del 2017	Entregada por:	Leonela Gudiel
Fecha de informe	16 de diciembre del 2017	Numero de muestras	1
N° laboratorio	60 514	Cantidad de muestra:	1 litro
Preservación	Hielo	Tipo de envase:	Plástico

ANALISIS	RESULTADO	UNIDADES	METODO DE ANALISIS
Nitratos	< 0,22	mg/L NO_3	ME 8192

Observaciones: Ubicación: Microcuenca Rio Talgua, Catacamas Olancho.

ME: Métodos de Ensayo según el Texto Standard Methods for Examination of Water and Waste Water 23ND Edition

Firma responsable
Ing. Nadezda V. Chang

El material bajo análisis se conservará en custodia por el Laboratorio 24 h. después de entregado el presente informe para cualquier observación de su parte.
Estos análisis, opiniones o interpretaciones están basados en material proporcionado por el cliente.
Este documento es de uso exclusivo y confidencial del mismo. No se permite la reproducción parcial ni total de este informe
RTNMQ 08019995332108

Laboratorio de Análisis Industriales MQ	**INFORME DE ENSAYOS** Colonia Matamoros frente a Hospital Nacional el Diabético, Tegucigalpa Honduras. *Telefax : 2221- 0242* info@labmq.com	Código: RT-26 Versión: Segunda Página 5 de 5 Correlativo: 12 839

Cliente	Leonela Nicole Gudiel	Tipo de muestra	Agua superficial
Contacto	Leonela Nicole Gudiel	Punto de muestreo	**Punto #5 Universidad Nacional de Agricultura**
Dirección	Catacamas, Olancho	Responsable muestreo	Leonela Nicole Gudiel
Teléfono	9635-1725	Fecha de muestreo:	13 de diciembre del 2017
Fecha de recibo	13 de diciembre del 2017	Hora de muestreo:	8:34 am
Fecha de análisis	13-16 de diciembre del 2017	Entregada por:	Leonela Gudiel
Fecha de informe	16 de diciembre del 2017	Numero de muestras	1
N°laboratorio	60 515	Cantidad de muestra:	1 litro
Preservación	Hielo	Tipo de envase:	Plástico

ANALISIS	RESULTADO	UNIDADES	METODO DE ANALISIS
Nitratos	0,42	mg/L NO_3	ME 8192

Observaciones: Ubicación: Microcuenca Rio Talgua, Catacamas Olancho.

ME: Métodos de Ensayo según el Texto Standard Methods for Examination of Water and Waste Water 23ND Edition

Firma responsable
Ing. Nadezda V. Chang

El material bajo análisis se conservará en custodia por el Laboratorio 24 h. después de entregado el presente informe para cualquier observación de su parte.
Estos análisis, opiniones o interpretaciones están basados en material proporcionado por el cliente.
Este documento es de uso exclusivo y confidencial del mismo. No se permite la reproducción parcial ni total de este informe
RTNMQ 08019995332108

Anexo 5. Curvas de Valoración para cada parámetro

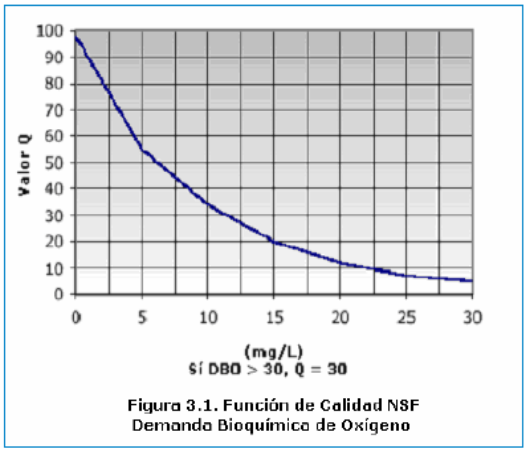


Figura 3.1. Función de Calidad NSF
Demanda Bioquímico de Oxígeno

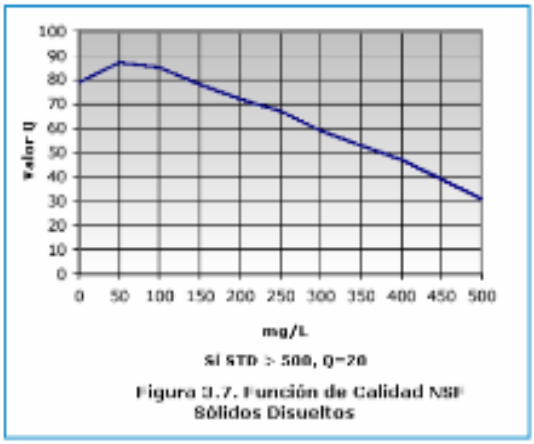


Figura 3.7. Función de Calidad NSF
Sólidos Disueltos

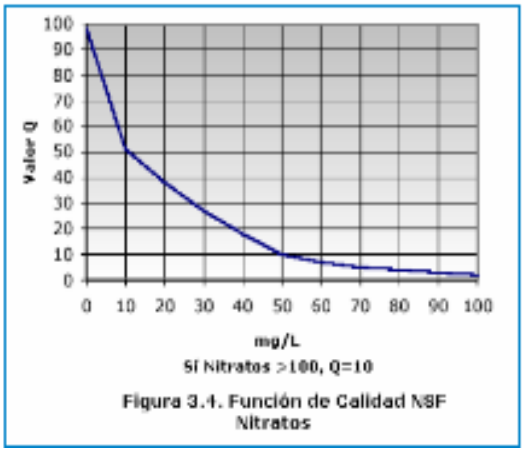


Figura 3.4. Función de Calidad NSF
Nitratos

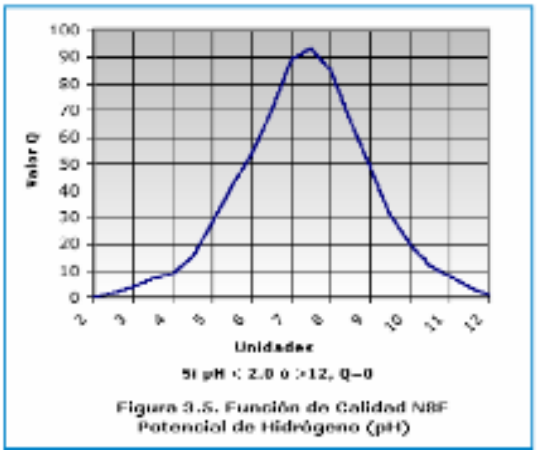


Figura 3.5. Función de Calidad NSF
Potencial de Hidrógeno (pH)

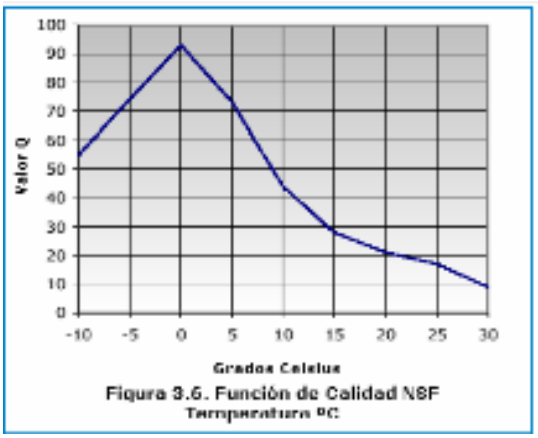


Figura 3.6. Función de Calidad NSF
Temperatura °C

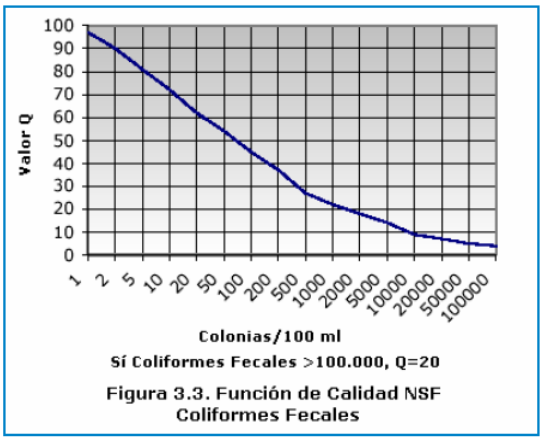


Figura 3.3. Función de Calidad NSF
Coliformes Fecales

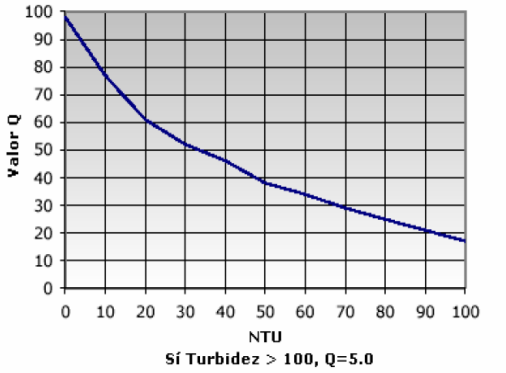


Figura 3.9. Función de Calidad NSF
Turbidez

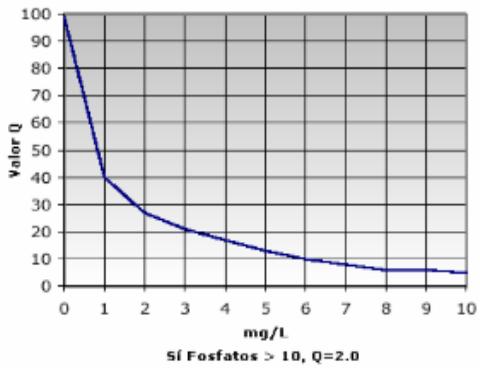


Figura 3.8. Función de Calidad NSF
Ortofosfatos

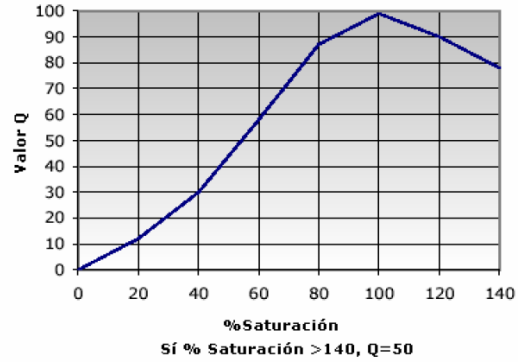


Figura 3.2. Función de Calidad NSF
Porcentaje de Saturación de Oxígeno Disuelto

Anexo 6. Índices de la Calidad del Agua para cada punto de investigación

N°	Parámetros	Unidad de medida	Peso Asignado	Pesos Modificados	Lec. Original	Punto N°1 Río Seco	
						Valor Q	ICA
1	Potencial de Hidrogeno	°C	0.12	0.1404	7.83	94	13.20
2	Turbidez	UNT	0.08	0.0936	2.6	90	8.42
3	Temperatura	°C	0.1	0.117	17	23	2.69
4	DBO5	mg/L	0.1	0.117	2	83	9.71
5	Sólidos Totales Disueltos	mg/L	0.08	0.0936	49.45	88	8.24
6	Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	0.15	0.1755	4	88	15.44
7	Nitratos	mg/L	0.1	0.117	0.22	96	11.23
8	Fósforo Total	mg/L	0.1	0.117	0.02	98	11.47
9	Oxígeno Disuelto	mg/L	0.17	0.1989	-	-	-
	Total						**80.40**

N°	Parámetros	Unidad de medida	Peso Asignado	Pesos Modificados	Lec. Original	Punto N°2 Quebrada de Agua	
						Valor Q	ICA
1	Potencial de Hidrogeno	°C	0.12	0.1404	7.84	94	13.20
2	Turbidez	UNT	0.08	0.0936	1	96	8.99
3	Temperatura	°C	0.1	0.117	18	22	2.57
4	DBO5	mg/L	0.1	0.117	1	90	10.53
5	Sólidos Totales Disueltos	mg/L	0.08	0.0936	14	83	7.77
6	Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	0.15	0.1755	4	88	15.44
7	Nitratos	mg/L	0.1	0.117	0.22	90	10.53
8	Fósforo Total	mg/L	0.1	0.117	0.02	98	11.47
9	Oxígeno Disuelto	mg/L	0.17	0.1989	-	-	-
Total							**80.50**

N°	Parámetros	Unidad de medida	Peso Asignado	Pesos Modificados	Lec. Original	Punto N°3 Quebrada Pinabetal	
						Valor Q	ICA
1	Potencial de Hidrogeno	°C	0.12	0.1404	7.7	93	13.06
2	Turbidez	UNT	0.08	0.0936	5	90	8.42
3	Temperatura	°C	0.1	0.117	17	23	2.69
4	DBO5	mg/L	0.1	0.117	2	88	10.30
5	Sólidos Totales Disueltos	mg/L	0.08	0.0936	46.5	86	8.05
6	Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	0.15	0.1755	6	86	15.09
7	Nitratos	mg/L	0.1	0.117	0.22	90	10.53
8	Fósforo Total	mg/L	0.1	0.117	0.02	98	11.47
9	Oxígeno Disuelto	mg/L	0.17	0.1989	-	-	-
Total							**79.61**

N°	Parámetros	Unidad de medida	Peso Asignado	Pesos Modificados	Lec. Original	Punto N°4 Aforo Talgua	
						Valor Q	ICA
1	Potencial de Hidrogeno	°C	0.12	0.1404	7.63	92	12.92
2	Turbidez	UNT	0.08	0.0936	4.7	92	8.61
3	Temperatura	°C	0.1	0.117	19	21	2.46
4	DBO5	mg/L	0.1	0.117	1	90	10.53
5	Sólidos Totales Disueltos	mg/L	0.08	0.0936	67.5	88	8.24
6	Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	0.15	0.1755	5	88	15.44
7	Nitatos	mg/L	0.2	0.234	0.22	90	21.06
8	Fósforo Total	mg/L	0.1	0.117	0.02	98	11.47
9	Oxígino Disuelto	mg/L	0.17	0.1989	-	-	-
Total							**90.72**

N°	Parámetros	Unidad de medida	Peso Asignado	Pesos Modificados	Lec. Original	Punto N°5 UNA	
						Valor Q	ICA
1	Potencial de Hidrogeno	°C	0.12	0.1404	7.7	93	13.06
2	Turbidez	UNT	0.08	0.0936	3.3	93	8.70
3	Temperatura	°C	0.1	0.117	21	19	2.22
4	DBO5	mg/L	0.1	0.117	1	90	10.53
5	Sólidos Totales Disueltos	mg/L	0.08	0.0936	112.5	83	7.77
6	Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	0.15	0.1755	40	60	10.53
7	Nitratos	mg/L	0.1	0.117	0.42	83	9.71
8	Fósforo Total	mg/L	0.1	0.117	0.02	98	11.47
9	**Oxígeno Disuelto**	mg/L	0.17	0.1989	-	-	-
	Total						**73.99**

Anexo 7.Medición de Caudal de cada punto de investigación

Sección	Ancho de sección (cm)	Prof. del molinete	Prof. de sección (m)	Área m2	# de vueltas	Valor de n	Tiempo S	Velocidad m/s	Caudal m^3/s
1	0.5	x	0.1	0.025	X	x	x	x	x
2	0.5	5	0.1	0.05	1	0.0166667	60	0.02025	0.0260125
3	0.5	x	0.21	0.105	X	x	x	x	
4	0.5	10	0.23	0.0575	45	0.75	60	0.51525	0.134626875
Total									0.160639375

Total	0.1606394
1%	0.0016064
Qtotal	**0.162**

Sección	Ancho de sección (cm)	Prof. del molinete	Prof. de sección (m)	Área m2	# de vueltas	Valor de n	Tiempo S	Velocidad m/s	Caudal m^3/s
1	0.633	x	0.1	0.03165	x	x	x	x	X
2	0.633	5	0.1	0.0633	53	0.88333333	60	0.60525	0.069962325
3	0.633	x	0.18	0.11394	x	x	x	x	
4	0.633	9	0.23	0.14559	41	0.68333333	60	0.47025	0.182403698
5	0.633	x	0.22	0.13926	x	x	x	x	
6	0.633	11	0.27	0.085455	58	0.96666667	60	0.6615	0.195788483
total									0.448154505

Total	0.44815451
2%	0.00896309
Qtotal	**0.46**

Sección	Ancho de sección (cm)	Prof. del molinete	Prof. de sección m	Área m2	# de vultas	Valor de n	Tiempo S	Velocidad m/s	Caudal m^3/s
1	0.78	x	0.23	0.0897	X	x	x	x	x
2	0.78	9	0.23	0.1794	48	0.8	60	0.549	0.1881906
3	0.78	x	0.34	0.2652	X	x	x	x	
4	0.78	14	0.34	0.2652	88	1.4666667	60	0.999	0.5301348
5	0.78	x	0.23	0.1794	X	x	x	x	
6	0.78	5	0.13	0.1014	35	0.5833333	60	0.40275	0.22023885
7	0.78	x	0.13	0.1014	X	x	x	x	
8	0.78	5	0.1	0.039	27	0.45	60	0.31275	0.11359725
total									1.0521615

Total	1.0521615
3%	0.0315648
Qtotal	**1.08**

Sección	Ancho de sección (cm)	Prof. del molinete	Prof. de sección (m)	Área m2	# de vueltas	Valor de n	Tiempo S	Velocidad m/s	Caudal m^3/s
1	1.17	X	0.14	0.0819	x	X	x	x	x
2	1.17	5	0.14	0.1638	27	0.45	60	0.31275	0.13312845
3	1.17	X	0.15	0.1755	x	X	x	x	
4	1.17	10	0.24	0.2808	55	0.91666667	60	0.62775	0.3517722
5	1.17	X	0.3	0.351	x	X	x	x	
6	1.17	12	0.3	0.351	78	1.3	60	0.8865	0.6621615
7	1.17	X	0.35	0.4095	x	X	x	x	
8	1.17	18	0.44	0.5148	74	1.23333333	60	0.8415	0.8427042
9	1.17	X	0.47	0.5499	x	X	x	x	
10	1.17	18	0.42	0.2457	29	0.48333333	60	0.33525	0.63227093
Total									2.62203728

Total	2.62203728
2%	0.052440746
Qtotal	2.67

Sección	Ancho de sección (cm)	Prof. del molinete (m)	Prof. de sección	Área m2	# de vultas	Valor de n	Tiempo (S)	Velocidad (m/s)	Caudal m^3/s
1	1.65	x	0.3	0.2475	x	X	x	x	x
2	1.65	12	0.3	0.495	52	0.86666667	60	0.594	0.54153
3	1.65	x	0.47	0.7755	x	X	x	x	
4	1.65	22	0.55	0.9075	80	1.33333333	60	0.909	1.6004175
5	1.65	x	0.5	0.825	x	X	x	x	
6	1.65	13	0.33	0.27225	34	0.56666667	60	0.3915	0.93158588
Total									3.07353338

Total	3.07353338
3%	0.092206001
Caudal total	3.17

Anexo 8. Datos para elaborar el Índice EPT para cada uno de los muestreos

a) Primer Muestreo

Orden	**Riqueza (Familia)**	**Lugar**	**Abundancia**	**EPT**
Ephemeroptera	Leptoflebiidae	Río seco	6	6
Coleóptera	Dysticidae	Río seco	5	
Plecóptera	Nemouridae	Río seco	3	3
Total			14	9/14*100→ 64.28% Buena
Díptera	Chironomidae	Quebrada pinabetal	5	
Plecóptera	Nemouridae	Quebrada pinabetal	8	8
Ephemeroptera	Leptoflebiidae	Quebrada pinabetal	12	12
Total			25	20/25*100→ 80% Muy buena
Ephemeroptera	Ephemerellidae	Talgua	1	1
coleóptera	Elmidae	Talgua	7	

Trichoptera	Rhyacophila brunnea	Talgua	2	2
Total			10	3/10*100 → 30% Regular
Ephemeroptera	Leptoflebiidae	UNA	15	15
Plecóptera	Nemouridae	UNA	1	1
Díptera	Chironomidae	UNA	4	
Odonata	Libellulidae	UNA	1	
Total			21	16/21*100 → 76.19% Muy buena

b) Segundo Muestreo

Orden	**Riqueza (Familia)**	**Lugar**	**Abundancia**	**EPT**
Odonata	Libellulidae	Río seco	1	
Trichoptera	Rhyacophila brunnea	Río seco	1	1
Total			2	**1/2*100 → 50% Buena**

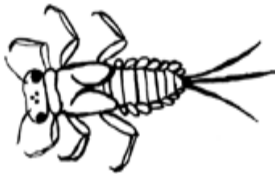
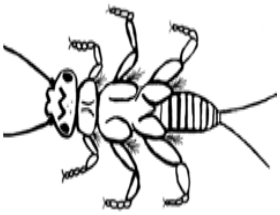
Dípteras	Chironomidae	Quebrada de Agua	14	**No aplica → Mala**
Díptera	Chironomidae	Quebrada Pinabetal	10	**No aplica → Mala**
Coleóptera	Dysticidae	Cuevas de Talgua	3	
Ephemeropteras	Ephemerellidae	Cuevas de Talgua	2	2
Díptera	Chironomidae	Cuevas de Talgua	7	
Total			**12**	**2/ 12*100 → 16.6% Mala**
Ephemeroptera	Leptoflebiidae	UNA	5	
Plecóptera	Nemouridae	UNA	3	3
Díptera	Chironomidae	UNA	3	
Coleóptera	Aeshnidae	UNA	6	
Total			**17**	**8/17*100 → 47.05% Muy buena**

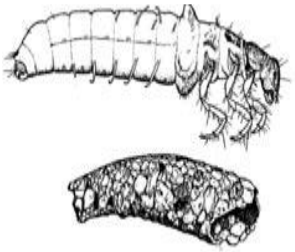
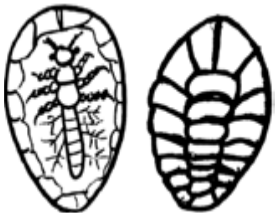
c) Tercer Muestreo

Orden	Riqueza (Familia)	Lugar	Abundancia	EPT
Ephemeroptera	Leptoflebiidae	Quebrada de Agua	**2**	**2**
Plecóptera	Nemouridae	Quebrada de Agua	**2**	**2**
Trichoptera	Rhyacophila brunnea	Quebrada de Agua	**3**	**3**
Blattodea	Blattela germánica	Quebrada de Agua	**5**	
Total			**12**	**7/12*100 → 58.3% Buena**
Annelida	Hirudinea	Quebrada pinabetal	1	
Díptera	Chironomidae	Quebrada pinabetal	4	
Plecóptera	Nemouridae	Quebrada pinabetal	2	
Ephemeroptera	Ephemerellidae	Quebrada pinabetal	4	4
Total			**11**	**4/11*100 → 36.36% Regular**
Ephemeoptera	Leptoflebiidae	Talgua	5	5
coleóptera	Elmidae	Talgua	5	

Díptera	Chironomidae		3	
Díptera	Tipulidae		4	
Total			**17**	**5/17*100 → 29.41% Regular**
Ephemeroptera	Leptoflebiidae	UNA	18	18
Plecóptera	Nemouridae	UNA	1	1
Trichoptera	Rhyacophila brunnea	UNA	1	1
Díptera	Chironomidae	UNA	55	
Annelida	Hirudinea	UNA	2	
Coleóptera	Dysticidae	UNA	5	
Total			82	**22/82*100 → 24.39% Mala**

Anexo 9. Macroinvertebrados encontrados en la investigación

Orden	Características	Rasgos Claves
Ephemeroptera  **Por: Leonela Gudiel**	• Nombre común: Efímeras • Familias más comunes: Baetidae,Leptohypidae • Leptophlebiidae,Caenidae • Ciclo de vida: ninfas acuáticas y adultos voladores • Fase indicadora: ninfas • Alimentación: ninfas herbívoras • Hábitat: ríos y lagunas	• Abdomen con un par de cercos alargados y un filamento central normalmente visible , uñas tarsales únicas 
Plecóptera  **Por: Leonela Gudiel**	• Ciclo de vida hemimetábolos ninfas acuáticas y adultos voladores • Fase indicadora ninfas muy sensibles a la contaminación • Alimentación : ninfas carnívoras Hábitat: ríos de agua turbulentas, lechos de grava	• Abdomen con un par de cercos sencillos o multiarticulado, uñas tarsales pares. 

Trichoptera  **Por: Leonela Gudiel**	• Nombre común: Frigáneas • Familias más comunes: Hidropsiphidae, Hidroptilidae Leptoceridae • Ciclo de vida: hemimetábolos ninfas y pupas acuáticas y adultos voladores • Fase indicadora: Ninfas • Alimentación : ninfas depredadoras o herbívoras • Habitat: ríos, aguas quietas y rápidas	• Larvas acuáticas construyen un estudio o refugio que varía según la familia 
Coleóptera  **Por: Leonela Gudiel**	• Nombre común: Escarabajos • Familias comunes: Elmidae, Ptylodactalidae,Pheseni dae, Dytiscidae, Hydrophilidae • Ciclo de vida: Holometábolos, larvas, pulpas y adultos • Fase Indicadora: larvas • Alimentación: ninfas herbívoras y depredadoras • Hábitat: amplio rango indicativo, salinidad y zonas lacustres	Patas grandes y caminan por el fondo del agua. Respiran aire por el abdomen o disponen de apéndices filamentosos 

Odonata  **Por: Leonela Gudiel**	• Nombre común: Libélulas. Caballitos del diablo • Familias más comunes : Libellulidae, coenagrionidae • Ciclo de vida : hemimetábolos, larvas acuáticas y adultos voladores • Fase indicadora: larvas • Alimentación : ninfas depredadoras • Habitat: ríos de aguas quietas	• Ojos compuestos prominentes, branquias plumosas externas en la parte posterior del abdomen 
Diptera  **Por: Leonela Gudiel**	• Familia Chironomidae Se encuentran en cuerpos de agua naturales como artificiales, en aguas someras o profundas corrientes o estancadas sobre amplias superficies o en pequeños reservorios. También se les encuentra en fango, arena y con abundante materia orgánica. 	• Cuerpo generalmente provisto de setas o pelos ordenados en hileras en mechones o irregularmente distribuidos en el último segmento abdominal se localiza un par de procercos que generalmente finalizan con un mechón de largas setas anales. 

Dítera  **Por: Leonela Gudiel**	 **Por: Leonela Gudiel**	Blattodea  **Por: Leonela Gudiel**

Anexo 10. Resultados de análisis estadísticos

Análisis de componentes principales

Datos estandarizados

Autovalores

Lambda	Valor	Proporción	Prop Acum
1	5.89	0.39	0.39
2	3.55	0.24	0.63
3	3.00	0.20	0.83
4	1.56	0.10	0.93
5	1.00	0.07	1.00
6	0.00	0.00	1.00
7	0.00	0.00	1.00
8	0.00	0.00	1.00
9	0.00	0.00	1.00
10	0.00	0.00	1.00
11	0.00	0.00	1.00
12	0.00	0.00	1.00
13	0.00	0.00	1.00
14	0.00	0.00	1.00
15	0.00	0.00	1.00

Autovectores

Variables	e1	e2
EPT1	0.30	0.25
EPT2	0.37	-0.14
EPT3	-0.31	-0.06
pH	-0.08	-0.44
Temperatura	0.24	-0.05
DBO5	-0.10	0.35
Coliformes termotolerantes..	0.33	-0.06
Fósforo total	0.00	0.00
Sólidos disueltos totales	0.36	0.14
Turbidez	0.07	0.52
Nitratos	0.37	-0.20
ICA	-0.13	0.33
índice de Shannon muestreo..	0.25	0.34
Índice de Shannon muestreo..	0.33	-0.11
Índice de Shannon muestreo..	-0.21	0.18