



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS



RESUMEN TESIS DE GRADO

AUTOR (ES):

NOMBRE (S): JOSÉ LUIS _____ **APELLIDOS:** RODRÍGUEZ LAGUADO
NOMBRE (S): RUBÉN DARÍO _____ **APELLIDOS:** TORO BERBESÍ

FACULTAD: _____ EDUCACIÓN, ARTES Y HUMANIDADES
PLAN DE ESTUDIOS: _____ LICENCIATURA EN BIOLOGÍA Y QUÍMICA

DIRECTOR:

NOMBRE (S): JORGE _____ **APELLIDOS:** SARMIENTO DELGADO

TITULO DE LA TESIS: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA CALIDAD ECOLÓGICA DEL AGUA DE LAS ESTACIONES EL DIAMANTE, CONFLUENCIA ISCALÁ, LA GARITA, EL PÓRTICO Y SAN RAFAEL DEL CAUCE PRINCIPAL DEL RÍO PAMPLONITA, NORTE DE SANTANDER – COLOMBIA

RESUMEN:

En el presente proyecto se hace un análisis histórico de la calidad del agua con base a los estudios ya realizados por el grupo GUIA y un monitoreo de actualización, teniendo en cuenta como variables, los macroinvertebrados a nivel de familias, la calidad del aguadelríoon con el índice biológico BMWP adaptado para el río, los parámetros fisicoquímicos y el paisaje a través del registro fotográfico de las estaciones de monitoreo, con el fin de conocer el desarrollo y la evolución de la cuenca en su calidad ecológica en el tiempo.

Palabras clave: evaluación, macroinvertebrados, BMWP, parámetros físicos – químicos, río Pamplonita

CARACTERÍSTICAS:

PAGINAS: 326 PLANOS: _____ ILUSTRACIONES: _____ CD-ROM: 1

EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA CALIDAD ECOLÓGICA DEL AGUA DE
LAS ESTACIONES EL DIAMANTE, CONFLUENCIA ISCALÁ, LA GARITA, EL
PÓRTICO Y SAN RAFAEL DEL CAUCE PRINCIPAL DEL RÍO PAMPLONITA,
NORTE DE SANTANDER – COLOMBIA

JOSÉ LUIS RODRÍGUEZ LAGUADO
RUBÉN DARÍO TORO BERBESÍ

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE EDUCACIÓN, ARTES Y HUMANIDADES
PLAN DE ESTUDIOS DE LICENCIATURA
EN BIOLOGÍA Y QUÍMICA
SAN JOSÉ DE CÚCUTA
2014

EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA CALIDAD ECOLÓGICA DEL AGUA DE
LAS ESTACIONES EL DIAMANTE, CONFLUENCIA ISCALÁ, LA GARITA, EL
PÓRTICO Y SAN RAFAEL DEL CAUCE PRINCIPAL DEL RÍO PAMPLONITA,
NORTE DE SANTANDER – COLOMBIA

JOSÉ LUIS RODRÍGUEZ LAGUADO
RUBÉN DARÍO TORO BERBESÍ

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
Licenciado en Biología y Química

Director:
JORGE SARMIENTO DELGADO
Licenciado en Biología y Química

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE EDUCACIÓN, ARTES Y HUMANIDADES
PLAN DE ESTUDIOS DE LICENCIATURA
EN BIOLOGÍA Y QUÍMICA
SAN JOSÉ DE CÚCUTA
2014



ACTA DE SUSTENTACION DE UN TRABAJO DE GRADO
PROGRAMA ACADÉMICO LICENCIATURA EN BIOLOGIA Y QUIMICA

FECHA: San José de Cúcuta, mayo 08 de 2014
HORA: 16:00
LUGAR: Sala 3 Edificio del CREAD (Tercer piso)

TITULO: "EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA CALIDAD ECOLÓGICA DEL AGUA DE LAS ESTACIONES EL DIAMANTE, CONFLUENCIA ISCALÁ, LA GARITA, EL PÓRTICO Y SAN RAFAEL DEL CAUCE PRINCIPAL DEL RÍO PAMPLONITA, NORTE DE SANTANDER – COLOMBIA".


DIRECTOR (A): JORGE SARMIENTO DELGADO, Lic. En Biología y Química

JURADOS: ANA EMILCE GARCIA BUSTAMANTE
JORGE CORREDOR RODRIGUEZ
JUAN CARLOS RAMIREZ BERMUDEZ

NOMBRE DEL ESTUDIANTE	CÓDIGO	CALIFICACION	A.M.L
JOSE LUIS RODRIGUEZ LAGUADO	1310327	4.4	APROBADA
RUBEN DARIO TORO BERBESI	1310335	4.4	APROBADA


ANA EMILCE GARCIA BUSTAMANTE


JORGE CORREDOR RODRIGUEZ


05288
JUAN CARLOS RAMIREZ BERMUDEZ


BEATRIZ CASTRELLON GOMEZ
Coordinador Programa Académico
Licenciatura en Biología y Química
Myriam A.

DEDICATORIA

A mi mamá, por brindarme toda su disponibilidad, apoyo, comprensión y en especial su cariño y amor incondicional en mi formación profesional.

A mi papá, por brindarme su respaldo y consideración en esta etapa tan importante en mi vida.

A mis hermanos, por su colaboración y entendimiento en la realización de mis estudios.

A mis amigos, en especial a Rubén por su compañía, respaldo y confianza en la realización de nuestro proyecto de grado.

José Luis Rodríguez Laguado

DEDICATORIA

A mi madre, motor más importante de mi vida, por su esfuerzo y sacrificio constante por ver en su hijo el reflejo de su amor y de su espíritu de vida.

A mi hermano por su entendimiento y generosidad para con mi proceso de formación profesional.

A mi familia, por su apoyo, especialmente a mis tíos y primos, que con su solidaridad y apoyo me ayudaron a salir adelante.

A mis amigos, por los buenos momentos compartidos, especialmente a mi amigo y compañero José Luis; que con sus buenos valores, logramos superar toda adversidad, obteniendo excelentes resultados a lo largo de nuestra formación.

Rubén Dario Toro Berbesi

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Jorge Sarmiento Delgado, Licenciado en Biología y Química, director del proyecto, por su acompañamiento, amistad y sobre todo por ser nuestro guía en cada una de las acciones a realizar para alcanzar nuestros objetivos.

Marjorie J. Sánchez Herrera, M. Sc. Por su respaldo, compañía y asesoría en nuestra formación profesional y en la realización de nuestro proyecto; y sobre todo por depositar en nosotros la confianza para formar parte del grupo GUIA.

Mylenda Avendaño Sánchez, por su asesoría técnica y orientación.

Elizabeth Reyes Sánchez, por su contribución y colaboración en el trabajo de campo.

A los miembros del grupo GUIA por su valiosa ayuda y colaboración en la toma de muestras en el trabajo de campo.

GLOSARIO

Afluente: se considera afluente aquel río que desemboca en otro río y que tiene menos caudal y menos cuenca de recepción que el río principal.

Alcalinidad: capacidad de las aguas de neutralizar compuestos de carácter ácido, derivada del contenido de carbonatos, bicarbonatos, hidróxidos, y ocasionalmente de boratos, silicatos y fosfatos.

Alóctono: se refiere a algo que se formó en otra parte y fue transportado al lugar en cuestión.

Anoxia: carencia parcial o total de oxígeno.

Antropogénico: que tiene su origen en las actividades del hombre, impactos sobre el medio ambiente causados por la acción del hombre.

Autóctono: el ser o haber sido formado in situ, significa nativo. Se usa para designar especies de flora y fauna cuyo hábitat no presenta variaciones.

Autodepuración o autopurificación: proceso natural que ocurre en una corriente o cuerpo de agua, el cual resulta en la reducción de la contaminación bacteriana, el cumplimiento de las normas para la dbo, la estabilización de los componentes orgánicos, la renovación de oxígeno disuelto consumido y retorno a la condición normal del cuerpo de agua. Se conoce también como depuración natural.

Bentos: conjunto de organismos asociados con el fondo de un cuerpo de agua, o sea, con la interfase sólido-líquido de los sistemas acuáticos.

Biodiversidad: hace referencia a la variedad de especies que se presentan en una dimensión espacio-temporal definido, resultante de conjuntos de interacción entre especies que se integran en un proceso de selección, adaptación mutua y evolución, dentro de un marco histórico de variaciones medioambientales locales.

Bioindicación: esta técnica consiste en la utilización de organismos vivos, ya sean animales o vegetales, para medir y controlar la contaminación de un entorno determinado.

Biota: conjunto de los componentes vivos (bióticos) de un ecosistema. Todas las especies de plantas y animales existentes en un área determinada.

Bmwp: siglas para identificar el biological, monitoring, working, party score un método sencillo y rápido para evaluar la calidad del agua usando los macroinvertebrados como bioindicadores. Los individuos son identificados hasta el nivel de familia.

Bosque ripario: vegetación propia de las orillas de los ríos y otras corrientes o masas de agua. Sinónimo de ribereño.

Calidad del agua: características químicas, físicas, microbiológicas y biológicas relacionadas con el uso para un fin determinado. El agua puede ser de buena calidad para cierto propósito y de mala calidad para otro, dependiendo de sus características y de las exigencias requeridas para su uso específico.

Calidad: propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo, que permiten determinar su estado en comparación con parámetros establecidos en normas, decretos y demás leyes existentes.

Carga contaminante: cantidad de material transportado en un cuerpo de agua, que ejerce efectos nocivos sobre determinados usos del agua. Para las aguas se expresa frecuentemente en términos de la dbo o la dco.

Comunidad: es un conjunto de poblaciones de diferentes especies que conviven en un sitio donde pueden interactuar, al menos potencialmente, de diversas formas.

Conductividad: la medida indirecta de los electrolitos en el agua.

Contaminación del agua: es la polución de ésta, que produce o puede producir enfermedad y aún la muerte del consumidor (decreto 1594/84).

Contaminación: se puede definir como la adición por parte del hombre de materiales o energía calorífica en cantidades que causan alteraciones indeseables del agua, aire o suelo.

Cuenca: esta zona se extiende unos 400 metros alrededor de la vegetación que crece a la orilla del río. Lo que ocurra en esta área afecta directamente la calidad del agua.

Degradación: erosión del lecho de un río.

Demanda bioquímica de oxígeno - dbo: es una medida de la cantidad de oxígeno consumido en el proceso biológico de oxidación de la materia orgánica contenida en el agua. Es el parámetro de uso más frecuente para medir el grado de contaminación.

Deriva orgánica: la flotación río abajo de los organismos fluviales que se produce principalmente durante la noche.

Descarga: liberación al ambiente de una corriente residual o de cualquiera de sus componentes.

Detrito, detritus: materia orgánica muerta y sus elementos microbianos asociados, particulada (mop) o disuelta (mod).

Diversidad: variedad de especies biológicas que se presenta en una dimensión espacio-temporal definida, resultante de conjuntos de interacción entre especies que se integran en un proceso de selección, adaptación mutua y evolución, dentro de un marco histórico de variaciones medioambientales locales.

Dureza temporal: dureza del agua que se elimina por la precipitación del CaCO_3 y MgCO_3 después de la ebullición.

Dureza: la calidad del agua que impide que el jabón se disuelva, principalmente debido al Ca^{++} y Mg^{++} .

Ecoespecies: organismos diferentes que cumplen prácticamente las mismas funciones en comunidades separadas.

Ecosistema acuático lótico: sistema de agua corriente como los ríos, arroyos y manantiales. Los sistemas lóticos se caracterizan porque tienen un sentido definido, sus aguas están en movimiento continuo, son ambientes de escasa profundidad, abiertos que se comunican con otros ambientes lóticos generando sistemas o redes fluviales, su flora y la fauna son características de cada región donde ingresan.

Ecosistema: unidad básica funcional y estructural de la naturaleza; incluye tanto a los organismos como al medioambiente no viviente, cada uno interactuando con el otro y ambos necesarios para el mantenimiento de la vida en la tierra. Todos los componentes vivos e inertes de una comunidad.

Edáfico: se refiere al suelo, particularmente en relación con el material derivado de los suelos o a su influencia.

Estenotípicos: organismos cuyos rangos de tolerancia ambiental son estrechos y por ello son indicadores de una condición fisicoquímica concreta.

Euritípicos: organismos que se caracterizan por tolerar amplios rangos ambientales, por lo tanto, pueden presentar gran distribución en la dimensión espacio temporal de los ecosistemas.

Eutroficación: crecimiento desordenado y acelerado de vegetales en cuerpos de agua (lagos, lagunas, caños), por acumulación excesiva de nutrientes o materia orgánica (nitritos, nitratos y fosfatos). Los nutrientes provienen generalmente de la sobreutilización de fertilizantes químicos.

Fauna: conjunto de animales que viven en un país o región.

Fitoplancton: la porción de la comunidad planctónica compuestas por algas y cianobacterias.

Flora: lista de todos los vegetales de diverso rango taxonómico (especie, subespecie, variedad) de una localidad o un territorio dado.

Heterotrofia: se refiere a la ganancia de energía vía la degradación de las moléculas orgánicas producidas originalmente por los organismos autótrofos, degradación herbívora, omnívora, detritívora, carnívora y microbiana.

Holístico: se designan como tales, aquellos enfoques o tratamientos investigativos que se orientan al estudio de lo global, de la integralidad, en los cuales es más importante la visión totalizadora que las aproximaciones parciales o sectorizadas. Para el estudio de lo ambiental, es un requerimiento lógico manejar concepciones holísticas que permitan reflexiones globalizantes, junto con estudios particulares de las relaciones sociedad naturaleza.

Léntico: se refiere al agua quieta, como en los estanques y lagos. Término empleado en limnología.

Limnología: es una rama de la ecología, ciencia del agua dulce que estudia las aguas continentales, lagos, embalses, ríos, arroyos y humedales como sistemas, separadas del mundo oceánico; es multidisciplinar porque involucra a todas las ciencias que intervienen en el entendimiento de las aguas naturales (física, química, geología, ciencias biológicas y matemáticas).

Línea base: los estudios denominados de línea base son aquellos en los cuales se evalúan los ecosistemas en su contexto global, con el propósito de identificar las características más relevantes de su estructura y funcionamiento.

Lótico: se refiere al agua corriente, como en los ríos y arroyos. Término empleado en limnología.

Macrófitas: son plantas superiores que crecen en el agua bien sea sumergidas o flotantes. Algunas especies son utilizadas como tratamiento secundario en aguas servidas con alto contenido de nutrientes.

Macroinvertebrados: son todos aquellos organismos que se pueden observar a simple vista y su tamaño debe ser superior a 0.5 mm. Viven en el fondo de los cuerpos de aguas lenticas y loticas; enterrados en la arena, adheridos a troncos, vegetación, rocas, o nadando activamente dentro del agua o sobre la superficie de la misma. Son los organismos que han sido utilizados con mayor frecuencia en los estudios relacionados con la contaminación de los ríos, como indicador de las condiciones ecológicas o de la calidad de las aguas.

Meandro: sinuosidad de un río o curso de agua.

Mesotrofia: la condición de agua que es solo moderadamente rica en nutrientes vegetales y sus consecuencias.

Monitoreo: los estudios de monitoreo se proyectan en el tiempo. Su propósito es observar periódicamente ecosistemas que puedan ser afectados por la presencia de tenses que incrementen, declinen o simplemente cambien en el tiempo, para de este modo definir su tendencia. El monitoreo en el río consiste en determinar los cambios ocurridos en el agua, los animales y la tierra que le rodea, a través de varias observaciones o estudios.

Muestreo aleatorio simple (mas): es aquel que confiere idénticas posibilidades de extracción a todos los individuos de una colección.

Necton: grandes invertebrados y peces que se encuentran en la zona limnética y capaces de nadar a pesar de la turbulencia.

Neuston: la comunidad de organismos asociados con la película producida por la tensión superficial, incluye al hiponeuston y al epineuston, que viven en la superficie, en la parte inferior y superior respectivamente.

Nivel trófico: etapa en la red alimentaria de los organismos que utilizan las mismas fuentes alimenticias.

Oligotrofia: la condición del agua pobre en nutrientes vegetales y su consecuencia.

Parámetros físicoquímicos: parámetros que ejercen una influencia notable sobre los procesos químicos y biológicos que ocurren en los sistemas acuáticos.

Parásito: animal o planta que vive a expensas de otros seres vivos, causándoles daño.

Perifiton: la biota adherida a superficies sumergidas; comunidad de organismos tanto vegetales como animales fijados a los tallos y a las hojas de las plantas enraizadas, o que se adhieren a ellos o a otros sustratos o superficies de los ríos y lagos.

Plan de manejo ambiental: son las acciones de ingeniería, planeación, entre otros aspectos tendientes a mitigar los efectos negativos y magnificar los efectos positivos que ocasiona un proyecto en sus diferentes etapas sobre el medio ambiente.

Plancton: son organismos microscópicos animales y vegetales que por su tamaño flotan en el agua y se mueven a merced de la corriente.

Polución del agua: es la alteración de sus características físicas, químicas o bacteriológicas como resultado de las actividades humanas o procesos naturales.

Preservación: prevención de acciones futuras que puedan afectar un ecosistema.

Quebrada: pequeña corriente de agua, de carácter permanente. Riachuelo.

Recursos hídricos: cantidad de las aguas superficiales o subterráneas disponibles para el uso en una región determinada.

Recursos renovables: recursos que están disponibles con distintos intervalos de tiempo. El empleo de las fuentes actuales no disminuye la disponibilidad futura, siempre que la tasa de consumo no exceda a la generación.

Ribereño: se refiere a la costa de un río, la tierra que bordea a la corriente.

Río: son aguas continentales, que escurren a través de su cauce o lecho, por la superficie de los continentes, desde su nacimiento hasta su desembocadura, dejando en su curso sedimentos de lodo, arena y grava (pequeñas rocas), naciendo en montañas, lagos o en sitios donde se concentran las lluvias, o aguas de deshielo, y desembocando en otro río, o en el mar.

Saneamiento ambiental: conjunto de acciones que tienden a conservar o mejorar las condiciones del medio ambiente en beneficio de la salud.

Saturación: condición de un líquido que contiene en solución la máxima condición posible de una sustancia, a una determinada presión y temperatura.

Seston: materia orgánica particulada en el agua, incluyendo las fracciones vivas y no vivas.

Sólidos totales disueltos - std: sólidos disueltos totales; residuo filtrable; generalmente se expresa en gramos por litro o miligramos por litro, después de la evaporación de una muestra calibrada de agua filtrada.

Sustentabilidad ambiental: se trata del equilibrio que pueden alcanzar la sociedad y la naturaleza, en sus mutuas relaciones, si la acción social sobre los recursos naturales se efectúa de manera que permita garantizar la continuidad de dichos recursos y, con ello, la supervivencia de los seres humanos y del planeta.

Tolerancia: capacidad de un sistema ambiental para absorber determinados impactos de duración e intensidad tales que su calidad y estabilidad no se afecten hasta el punto de volverlo inadecuado para los usos a que está destinado.

Vertimiento no puntual: es aquel en el cual no se puede precisar el punto exacto de descarga al recurso; tal es el caso de vertimientos provenientes de escorrentía, aplicación de agroquímicos u otros similares (decreto 1594/84)

Vertimiento: es cualquier descarga líquida en este caso son las aguas residuales generadas en desarrollo de actividades económicas tales como prestación de servicios o procesos productivos.

Zona trofófica: región de un lago o río donde la destrucción de los compuestos orgánicos es predominante: se refiere generalmente a la región de la degradación.

Zooplankton: está constituido por pequeños animales microscópicos como protozoos, rotíferos y microcrustáceos, los cuales juegan un papel muy importante en la productividad secundaria de los cuerpos de agua.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	34
1. PROBLEMA	36
1.1 TÍTULO	36
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	36
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	38
1.4 JUSTIFICACIÓN	38
1.5 OBJETIVOS	39
1.5.1 Objetivo general	39
1.5.2 Objetivos específicos	40
1.6 DELIMITACIÓN	40
1.6.1 Delimitación espacial	40
1.6.2 Delimitación temporal	40
1.6.3 Delimitación conceptual	40
1.7 ALCANCES Y LIMITACIONES	41
1.7.1 Alcances	41
1.7.2 Limitaciones	41
2. MARCO DE REFERENCIA	42
2.1 MARCO DE ANTECEDENTES	42
2.2 MARCO CONTEXTUAL	48
2.3 MARCO TEÓRICO	52

2.3.1 Ecosistemas acuáticos	52
2.3.1.1 Ecosistema acuáticos lóticos	53
2.3.2 La contaminación de las fuentes hídricas	55
2.3.2.1 Contaminación hídrica en Colombia	56
2.3.2.2 Principales fuentes de contaminación hídrica	56
2.3.3 Usos del agua	57
2.3.4 La calidad ecológica del agua	57
2.3.4.1 Bioindicadores de la calidad del agua	57
2.3.4.2 Macroinvertebrados.	58
2.3.4.3 Ley de la tolerancia.	59
2.3.4.3.1 Organismos Euritípicos	60
2.3.4.3.2 Organismos Estenotípicos	61
2.3.4.4 Principales contaminantes de las comunidades de organismos.	61
2.3.5 Parámetros fisicoquímicos.	62
2.3.6 Índice biológico: BMWP: Biological Monitoring Working Party Score.	67
2.4 MARCO LEGAL	69
3. METODOLOGÍA	72
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	72
3.1.1 Población	72
3.1.2 Muestra	72
3.2 FASES DE LA INVESTIGACION	72
3.3 INSTRUMENTOS Y MATERIALES	78
3.3.1 Equipos de laboratorio	78
3.3.2 Equipos de campo	78

3.3.3 Equipos tecnológicos	78
3.4 PARAMETROS FISICOQUÍMICOS	79
3.4.1 Parámetros físicoquímicos in situ	79
3.5 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	80
3.5.1 Recolección de información primaria	80
3.5.2 Recolección de información secundaria	80
4. RESULTADOS	81
4.1 GENERALIDADES DE LA CUENCA DEL RÍO PAMPLONITA	81
4.1.1 Clasificación de la cuenca del río Pamplonita	83
4.1.2 Características climáticas de la cuenca del río Pamplonita	83
4.1.3 Precipitación	83
4.1.4 Zonas de vida de la cuenca del río Pamplonita	85
4.2 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	87
4.2.1 Estación El Diamante	87
4.2.2 Estación Confluencia Iscalá	88
4.2.3 Estación La Garita	89
4.2.4 Estación El Pórtico	91
4.2.5 Estación San Rafael	92
4.3 FUNDAMENTOS LIMNOLÓGICOS	93
4.3.1 Macroinvertebrados acuáticos	93
4.3.2 Bioindicación	94
4.3.3 Calidad ecológica del agua	96
4.4 MONITOREO DE ACTUALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	98
4.4.1 Resultados del monitoreo	98

4.4.1.1 Estado fisicoquímico	98
4.4.1.2 Estado biológico e inventario de diversidad	106
4.4.1.3 Calidad biológica del agua – Índice BMWP adaptado para el río Pamplonita	109
4.5 ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD ECOLÓGICA DEL RÍO PAMPLONITA ZONA ALTA-MEDIA	111
4.5.1 Aspectos fisicoquímicos	111
4.5.1.1 Estación El Diamante zona alta-media	111
4.5.1.2 Estación confluencia Iscalá – R.P zona alta-media	118
4.5.1.3 Estación La Garita zona alta-media	124
4.5.1.4 Estación El Pórtico zona alta-media	131
4.5.1.5 Estación San Rafael zona alta-media	138
4.5.2 Aspectos de biodiversidad zona alta-media	146
4.5.2.1 Estación el Diamante zona alta-media	146
4.5.2.2 Estación confluencia Iscalá – río Pamplonita zona alta-media	149
4.5.2.3 Estación La Garita zona alta-media	152
4.5.2.4 Estación El Pórtico zona alta-media	156
4.5.2.5 Estación San Rafael zona alta-media	159
4.5.3 Aspectos de la calidad biológica del agua.	164
4.5.4 Aspectos paisajísticos.	176
4.6 CATÁLOGO FOTOGRÁFICO Y CONCEPTUAL ACTUALIZADO DE LOS MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS DEL RÍO PAMPLONITA, ZONA MEDIA - BAJA DE LA QUEBRADA ISCALÁ (CHINÁCOTA) Y PUERTO LEÓN (RÍO ZULIA), NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA.	201
5. CONCLUSIONES	202

6. RECOMENDACIONES	206
BIBLIOGRAFÍA	207
ANEXOS	212