


|   |  |                             |                  |          |            |
|---|--|-----------------------------|------------------|----------|------------|
|  | GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS |                             | CÓDIGO           | FO-GS-15 |            |
|   |  |                             | VERSIÓN          | 02       |            |
|   | ESQUEMA HOJA DE RESUMEN                          |                             |                  | FECHA    | 03/04/2017 |
|   |  |                             |                  | PÁGINA   | 1 de 1     |
| ELABORÓ   |  | REVISÓ                      | APROBÓ           |          |            |
| Jefe División de Biblioteca   |  | Equipo Operativo de Calidad | Líder de Calidad |          |            |

## RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES):

NOMBRE(S): KELLY YESSENIA

APELLIDOS: BALLESTEROS TIRIA

NOMBRE(S): MARIA TERESA

APELLIDOS: ORTIZ REMOLINA

FACULTAD: CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA AMBIENTAL

DIRECTOR:

NOMBRE(S): MARJORIE JOSEFINA

APELLIDOS: SÁNCHEZ DE AVENDAÑO

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN DE LAS SUBFAMILIAS CHIRONOMINAE, PODONOMINAE, ORTHOCLADIINAE, TANYPODINAE (DIPTERA: CHIRONOMIDAE) DURANTE EL TRANCURSO DEL AÑO 2003 AL 2014 EN EL CAUCE PRINCIPAL DEL RÍO PAMPLONITA

### RESUMEN

El trabajo de grado que se presenta a continuación tuvo como propósito realizar un análisis de la distribución de las subfamilias Chironominae, Podonominae, Orthocladiinae, Tanypodinae (Diptera: Chironomidae) en el transcurso de tiempo del 2003 al 2014 en el cauce principal del Río Pamplonita. Este trabajo se desarrolló en tres etapas, la primera consistió en una revisión bibliográfica, de claves taxonómicas y de los trabajos realizados por el Grupo de Investigaciones Ambientales (GUIA-UFPS) para el período 2003 -2014, la segunda consistió en la observación de las subfamilias de lo cual se realizó toma fotográfica de cada uno de los especímenes y su respectiva edición por medio de Photoshop que permitió diligenciar las 617 plantillas taxonómicas y los rótulos referentes a cada subfamilia, en la tercera etapa se realizaron tablas de frecuencia y graficas de barras con el programa estadístico Statistical Package for the Social Sciences.

PALABRAS CLAVES: Macroinvertebrados acuáticos, subfamilia, clave taxonómica

CARACTERISTICAS:

PÁGINAS:123

PLANOS:

ILUSTRACIONES:

CD ROOM:

ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN DE LAS SUBFAMILIAS CHIRONOMINAE,  
PODONOMINAE, ORTHOCLADIINAE, TANYPODINAE (DIPTERA: CHIRONOMIDAE)  
DURANTE EL TRANCURSO DEL AÑO 2003 AL 2014 EN EL CAUCE PRINCIPAL DEL  
RÍO PAMPLONITA

KELLY YESSENIA BALLESTEROS TIRIA

MARÍA TERESA ORTIZ REMOLINA

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA AMBIENTAL  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2020

ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN DE LAS SUBFAMILIAS CHIRONOMINAE,  
PODONOMINAE, ORTHOCLADIINAE, TANYPODINAE (DIPTERA: CHIRONOMIDAE)  
DURANTE EL TRANCURSO DEL AÑO 2003 AL 2014 EN EL CAUCE PRINCIPAL DEL  
RÍO PAMPLONITA

KELLY YESSENIA BALLESTEROS TIRIA

MARÍA TERESA ORTIZ REMOLINA

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR AL  
INGENIERO AMBIENTAL

M.SC MARJORIE JOSEFINA SÁNCHEZ DE AVENDAÑO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA AMBIENTAL

2020



**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA  
LA CONSULTA, LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y LA PUBLICACIÓN  
ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO**

Cúcuta,

Señores

BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS

Ciudad

Cordial saludo:

Kelly Yessenia Ballesteros Tiria y María Teresa Ortiz Remolina, identificado(s) con la C.C. N° 1093792590 y 1093778865, autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado titulado Análisis de la Distribución de las Subfamilias Chironominae, Podonominae, Orthocladinae, Tanyptodinae (Diptera: Chironomidae) Durante el Tránsito del Año 2003 al 2014 en el Cauce Principal del Río Pamplonita presentado y aprobado en el año 2011, como requisito para optar al título de Ingeniero ambiental; autorizo(amos) a la biblioteca de la Universidad Francisco de Paula Santander, Eduardo Cote Lamus, para que con fines académicos, muestre a la comunidad en general a la producción intelectual de esta institución educativa, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo de grado en la página web de la Biblioteca Eduardo Cote Lamus y en las redes de información del país y el exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad Francisco de Paula Santander.
- Permita la consulta, la reproducción, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD-ROM o digital desde Internet, Intranet etc.; y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

Lo anterior, de conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la ley 1982 y el artículo 11 de la decisión andina 351 de 1993, que establece que "los derechos morales del trabajo son propiedad de los autores", los cuales son inrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

1093792590  
FIRMA Y CEDULA

1093778865

**ACTA DE SUSTENTACIÓN TRABAJO DE GRADO**

**FECHA:** 23 de Diciembre de 2020

**HORA:** 2:00 pm

**LUGAR:** Google Meet

**PLAN DE ESTUDIOS:** INGENIERÍA AMBIENTAL

**TÍTULO:** "Análisis de la Distribución de las Subfamilias Chironominae, Podonominae, Orthoclaadiinae, Tanypodinae (Diptera: Chironomidae) Durante el Transcurso del Año 2003 al 2014 en el Cauce Principal del Río Pamplonita"

**MODALIDAD:** Trabajo Dirigido

**JURADOS:** Zaida Rocío Contreras Velásquez  
Seir Antonio Salazar Mercado  
Carlos Humberto Oviedo Sanabria

**DIRECTOR:** Marjorie Josefina Sánchez de Avendaño

| <b>NOMBRE DEL ESTUDIANTE</b>     | <b>CODIGO</b> | <b>CALIFICACIÓN</b> |
|----------------------------------|---------------|---------------------|
| Kelly Yessenia Ballesteros Tiria | 1650593       | 3.9                 |
| María Teresa Ortiz Remolina      | 1650512       | 3.9                 |

**OBSERVACIONES:** APROBADO

**FIRMA DE LOS JURADOS:**

  
Carlos Humberto Oviedo Sanabria

  
Seir Antonio Salazar Mercado

  
Zaida Rocío Contreras Velásquez

Vo.Bo. Coordinador Comité Curricular

  
JUDITH YAMILE ORTEGA CONTRERAS

## Tabla de Contenido

|  |    |
|--|----|
| Introducción                                 | 14 |
| 1. Descripción del Problema                  | 16 |
| 1.1 Título                                   | 16 |
| 1.2 Planteamiento del Problema               | 16 |
| 1.3 Formulación del Problema                 | 17 |
| 1.4 Objetivos                                | 18 |
| 1.4.1 Objetivo General.                      | 18 |
| 1.4.2 Objetivos Específicos.                 | 18 |
| 1.5 Justificación                            | 18 |
| 1.6 Alcances y Limitaciones                  | 20 |
| 1.6.1 Alcances                               | 20 |
| 1.6.2 Limitaciones                           | 20 |
| 1.6.3 Delimitaciones                         | 21 |
| 2. Marco Referencial                         | 23 |
| 2.1 Antecedentes                             | 23 |
| 2.2 Marco Teórico                            | 30 |
| 2.2.1 Ecosistemas Lóticos                    | 30 |
| 2.2.2 Macroinvertebrados Acuáticos           | 30 |
| 2.2.3 Distribución de los Macroinvertebrados | 31 |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 2.2.4 | Macroinvertebrados Acuáticos Seleccionados de la Colección Biológica | 32  |
| 2.2.5 | Ley de la Tolerancia de Shelford                                     | 34  |
| 2.2.6 | Estenohídrico  | 35  |
| 2.2.7 | Eurihídrico  | 35  |
| 2.3   | Marco Contextual   | 36  |
| 3.    | Marco Legal  | 41  |
| 4.    | Diseño Metodológico  | 43  |
| 4.1   | Tipo de Investigación  | 44  |
| 4.2   | Población y Muestra  | 44  |
| 4.2.1 | Población  | 44  |
| 4.2.2 | Muestra  | 45  |
| 4.2.3 | Variables Descriptivas   | 45  |
| 4.3   | Fases a Cumplir en el Desarrollo del Proyecto                        | 47  |
| 4.3.1 | Descripción de las Fases   | 50  |
| 5.    | Resultados   | 52  |
| 5.1   | Primer Objetivo Específico   | 52  |
| 5.2   | Segundo Objetivo Específico  | 61  |
| 5.3   | Tercer Objetivo Específico   | 73  |
| 6.    | Conclusiones   | 108 |
| 7.    | Recomendaciones  | 109 |





## Lista de Figuras

|   |     |
|---|-----|
| Figura 1 Localización del Área de Estudio   | 36  |
| Figura 2 Localización de las Estaciones de Monitoreo  | 38  |
| Figura 3 Fases del Proyecto   | 47  |
| Figura 4 Subfamilia Chironominae  | 66  |
| Figura 5 Subfamilia Podonominae   | 66  |
| Figura 6 Subfamilia Orthoclaadiinae   | 67  |
| Figura 7 Subfamilia Tanypodinae   | 67  |
| Figura 8 Diseño de los Rótulos  | 72  |
| Figura 9 Relación de Abundancia de Individuos por Subfamilia y por Año  | 76  |
| Figura 10 Tendencia de la Abundancia de Individuos por Subfamilia y por Año   | 77  |
| Figura 11 Abundancia de Individuos de la Subfamilia Chironominae  | 79  |
| Figura 12 Abundancia de Individuos de la Subfamilia Podonominae   | 80  |
| Figura 13 Abundancia de Individuos de la Subfamilia Tanypodinae   | 81  |
| Figura 14 Abundancia de Individuos de la Subfamilia Orthoclaadiinae   | 82  |
| Figura 15 Recuento de individuos por subfamilia por estaciones-zona media y baja del primer monitoreo para el año 2007  | 88  |
| Figura 16 Recuento de individuos por subfamilia por estaciones-zona media y baja del segundo monitoreo para el año 2007 | 91  |
| Figura 17 Recuento de individuos por subfamilia por estaciones para el año 2008   | 93  |
| Figura 18 Recuento de individuos por subfamilia por estaciones para el año 2009   | 96  |
| Figura 19 Recuento de individuos por subfamilia por estaciones para el año 2011   | 99  |
| Figura 20 Recuento de individuos por subfamilia por estaciones para el año 2012   | 102 |



## Lista de Tablas

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1 Antecedentes Regionales  | 24 |
| Tabla 2 Antecedentes Institucionales   | 27 |
| Tabla 3 Zonificación del Cauce Principal del Río Pamplonita  | 39 |
| Tabla 4 Estaciones de Monitoreo  | 43 |
| Tabla 5 Metodología Aplicada   | 48 |
| Tabla 6 Recuento de Viales por Cada Subfamilia por Año   | 54 |
| Tabla 7 Recuento de Individuos Intervenidos por cada Subfamilia por Año  | 55 |
| Tabla 8 Recuento de Individuos Intervenidos del Cauce Principal del Río Pamplonita por cada Subfamilia por Año         | 56 |
| Tabla 9 Características Representativas de la Subfamilia Chironominae de la Familia Chironomidae del Orden Diptera     | 57 |
| Tabla 10 Características Representativas de la Subfamilia Podonominae de la Familia Chironomidae del Orden Diptera     | 58 |
| Tabla 11 Características Representativas de la Subfamilia Orthoclaadiinae de la Familia Chironomidae del Orden Diptera | 59 |
| Tabla 12 Características Representativas de la Subfamilia Tanypodinae de la Familia Chironomidae del Orden Diptera     | 60 |
| Tabla 13 Plantilla Taxonómica para la Subfamilia Chironominae  | 62 |
| Tabla 14 Plantilla Taxonómica para la Subfamilia Podonominae   | 63 |
| Tabla 15 Plantilla Taxonómica para la Subfamilia Orthoclaadiinae   | 64 |
| Tabla 16 Plantilla Taxonómica para la Subfamilia Tanypodinae   | 65 |
| Tabla 17 Características Subfamilia Chironominae   | 68 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 18 Características Subfamilia Orthoclaadiinae  | 69  |
| Tabla 19 Características Subfamilia Tanypodinae  | 70  |
| Tabla 20 Características Subfamilia Podonominae  | 71  |
| Tabla 21 Abundancia de Individuos por Subfamilia y por Año   | 75  |
| Tabla 22 Estaciones de la Zona Media Baja del Cauce Principal Río Pamplonita 2007 – 2011                               | 83  |
| Tabla 23 Actividades y Observaciones de Antes, Durante y Después de los Derrames de Crudo 2007 – 2014                  | 84  |
| Tabla 24 Estaciones de la Zona Media Baja del Cauce Principal Río Pamplonita – Quebrada Iscalá 2012 – 2014             | 85  |
| Tabla 25 Recuento de individuos por subfamilia por estaciones-zona media y baja del primer monitoreo para el año 2007  | 86  |
| Tabla 26 Recuento de individuos por subfamilia por estaciones-zona media y baja del segundo monitoreo para el año 2007 | 89  |
| Tabla 27 Recuento de individuos por subfamilia por estaciones para el año 2008   | 92  |
| Tabla 28 Recuento de individuos por subfamilia por estaciones para el año 2009   | 95  |
| Tabla 29 Monitoreos realizados antes, durante y después del primer derrame de crudo                                    | 97  |
| Tabla 30 Recuento de individuos por subfamilia por estaciones para el año 2011   | 98  |
| Tabla 31 Recuento de individuos por subfamilia por estaciones para el año 2012   | 100 |
| Tabla 32 Recuento de individuos por subfamilia por estaciones para el año 2014   | 103 |
| Tabla 33 Síntesis de los monitoreos realizados antes, durante y después del segundo derrame de crudo                   | 106 |

## **Lista de anexos**

|         |  |     |
|---------|--|-----|
| Anexo 1 | Parámetros fisicoquímicos del cauce principal del Río Pamplonita   | 120 |
| Anexo 2 | Actualización y consolidación de la base de datos de la colección de macro<br>invertebrados acuáticos                | 121 |
| Anexo 3 | Elaboración de los rótulos de la información contenida en los viales de la<br>colección                              | 122 |
| Anexo 4 | Elaboración de las plantillas taxonómicas con la descripción de las cuatro<br>subfamilias de la familia Chironomidae | 123 |

## Introducción

Con el transcurso del tiempo el deterioro de la calidad del agua se ha convertido en un pilar importante a nivel mundial ya que este recurso proporciona satisfacción de necesidades para los seres vivos. “El Río Pamplonita es una de las principales fuentes abastecedoras de agua del departamento Norte de Santander siendo objeto de contaminación en su trayectoria ya que es una cuenca binacional, este cuerpo de agua se ha visto impactado por eventos que han alterado su estado natural, entre los cuales se encuentran dos derrames de crudo, el primero fue el 2 junio del 2007 en el corregimiento de la Donjuana, el segundo ocurrió el 11 de diciembre del 2011 en la vereda Cuellar vía Chinácota, donde se presentó una rotura de un tramo del oleoducto Caño Limón Coveñas debido a esta rotura el crudo afecto la Quebrada Iscalá la cual drena sus aguas al Río Pamplonita”. (Ascanio, 2019).

Desde el año 2000 se inició un proceso de evaluación de la calidad del agua del Río Pamplonita que incluyó la realización análisis fisicoquímicos, biológicos y microbiológicos, dichos estudios conforman el conjunto de trabajos realizados por el Grupo de Investigaciones Ambientales (GUIA-UFPS) dando origen a la colección de macroinvertebrados acuáticos de la Universidad Francisco de Paula Santander y de esta hacen parte los macroinvertebrados del orden Diptera y la familia (Chironomidae) hallados en los monitoreos debido a su nivel de sensibilidad y tolerancia en el medio en el que se encuentran ante efectos generados por agentes externos al ambiente natural, en este caso una de las formas de saber el nivel de afectación de un cuerpo de agua es conociendo la distribución de los organismos en el espacio y tiempo.

Los estudios espacio temporales son de gran importancia ya que implican considerar aspectos como las escalas de tiempo, la granularidad, el comportamiento cíclico de algunos eventos y con esto se visualiza la información en función de cuando ocurrió (García et al., s.f.).

No obstante se realizó una actualización y complemento de la base de datos de la colección de macroinvertebrados acuáticos de la Universidad Francisco de Paula Santander con los datos del periodo 2003-2014 en base a cuatro subfamilias, la Chironominae, Podonominae, Orthocladiinae, Tanypodinae (Diptera: Chironomidae) a través del diligenciamiento de plantillas taxonómicas con información representativa de cada uno de los especímenes recolectados en los monitoreos realizados con el transcurso del tiempo y como complemento se diligenciaron los rótulos para cada vial de estas subfamilias que facilita el acceso a los especímenes.

Una vez realizada la actualización se consolidó una base de datos sólida filtrada que permitió relacionar variables por medio del programa estadístico Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) y Microsoft Excel lo cual permitió realizar un análisis de la distribución espacio temporal de las subfamilias Chironominae, Podonominae, Orthocladiinae, Tanypodinae (Diptera Chironomidae) que generó datos que validan los incidentes de los derrames de petróleo ocurridos en el año 2007 y 2011 y la afectación observada para estas subfamilias dependiendo de su capacidad de adaptación a cambios de su hábitat y variación en su existencia en tiempo y espacio.

## **1. Descripción del Problema**

### **1.1 Título**

Análisis de la distribución de las subfamilias Chironominae, Podonominae, Orthocladiinae, Tanypodinae (Diptera: Chironomidae) durante el transcurso del año 2003 al 2014 en el cauce principal del Río pamplonita.

### **1.2 Planteamiento del Problema**

La familia Chironomidae del orden Diptera se destaca por encontrarse distribuida en todo tipo de agua y de altura es decir es cosmopolita, a su vez son organismos eurihídricos, por ser ampliamente tolerantes a la contaminación orgánica del agua, lo que implica que estos no son buenos sensores de la calidad. De esta familia se han determinado cuatro subfamilias en el cauce principal del Río Pamplonita; Chironominae, Podonominae, Orthocladiinae, y Tanypodinae las cuales han sido identificadas en los diferentes monitoreos realizados a través del tiempo a este cauce. Dichas subfamilias no se encontraron incluidas en la colección húmeda de macroinvertebrados acuáticos de la Universidad Francisco de Paula Santander, por lo tanto se vio la necesidad de analizar la distribución espacio temporal de estas subfamilias entre los años 2003 al 2014 considerando el impacto que sobre ellas pudo haber ocasionado los derrames de crudo de los años 2007 y 2011.

Es por ello que al contar con la distribución espacio temporal de las subfamilias Chironominae, Podonominae, Orthocladiinae, Tanypodinae se permite realizar un análisis de las situaciones presentadas en el cauce principal del Río Pamplonita. Dicho análisis se da por medio de procesos estadísticos frecuenciales determinando una perspectiva de las causas directas o indirectas de la variación en la existencia y distribución de dichas subfamilias.



Por lo tanto este trabajo contribuye a la colección de macroinvertebrados acuáticos de la Universidad Francisco De Paula Santander, con datos importantes y necesarios de la familia Chironomidae y las subfamilias Chironominae, Podonominae, Orthocladiinae, Tanypodinae, para hacerlos visibles y generar documentos para futuras publicaciones científicas, proyectos inherentes a la ingeniería ambiental y afines, así como proyectar la colección para el registro ante el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt.

### **1.3 Formulación del Problema**

¿Cómo analizar la distribución de las subfamilias Chironominae, Podonominae, Orthocladiinae, Tanypodinae (Diptera: Chironomidae) de macroinvertebrados acuáticos en el transcurso del 2003 al 2014?

## **1.4 Objetivos**

### ***1.4.1 Objetivo General.***

Analizar la distribución de las subfamilias Chironominae, Podonominae, Orthoclaadiinae, Tanypodinae (Diptera: Chironomidae) durante el transcurso del año 2003 al 2014 en el cauce principal del Río Pamplonita.

### ***1.4.2 Objetivos Específicos.***

Documentar los datos de la familia Chironomidae y de las subfamilias Chironominae, Podonominae, Orthoclaadiinae, Tanypodinae, recolectados de las diferentes cuencas del departamento Norte de Santander como insumo para la colección húmeda de macroinvertebrados de la Universidad Francisco de Paula Santander.

Actualizar la base de datos de la colección de macroinvertebrados acuáticos de la Universidad Francisco de Paula Santander de la familia Chironomidae y las subfamilias Chironominae, Podonominae, Orthoclaadiinae, Tanypodinae para el periodo (2003-2014).

Comparar la incidencia en la distribución de la familia Chironomidae y las subfamilias Chironominae, Podonominae, Orthoclaadiinae, Tanypodinae en la zona media baja del Río Pamplonita antes, durante y después de los derrames de crudo del 2007 al 2014 para la determinación de la calidad ecológica del agua.

## **1.5 Justificación**

La Universidad Francisco de Paula Santander cuenta con una colección húmeda de macroinvertebrados acuáticos lograda a través de procesos de investigación del grupo de investigación GUIA UFPS en el periodo 2003 -2014 realizados al cauce principal del Río Pamplonita, así como los Río Zulia, Táchira y Algodonal que son cuerpos de agua lóticos del

departamento Norte de Santander. La colección contiene un registro histórico de la biodiversidad y de la incidencia de dos derrames de crudo sobre los indicadores biológicos de la principal fuente hídrica del departamento ya que a lo largo de esta se encuentra asentada el 65 a 70 % de la población del departamento Norte de Santander. Esta colección permite hacer visible la calidad ecológica del agua a través del tiempo para que distintas profesiones inherentes a la temática puedan comparar y tomar decisiones sobre el uso y tratamiento del recurso hídrico, buscando el mejoramiento de la calidad de vida de la población que recibe los servicios ecosistémicos del río.

Por lo anterior, el enfoque de este proyecto es el análisis de la distribución se basa en determinar de las subfamilias Chironominae, Podonominae, Orthocladiinae, Tanypodinae del orden Diptera familia Chironomidae, teniendo en cuenta el nivel de tolerancia, el cual permite evidenciar la identificación de cuál es la subfamilia más tolerante (eurihídrica) o menos tolerante (estenohídricas), entendiendo la tolerancia como la respuesta o adaptación de los organismos a la cantidad de contaminantes presentes en el recurso hídrico, esta depende de la variación de condiciones de la concentración de la materia orgánica del cauce de cualquier río y su distribución espacio temporal en comparación con las condiciones de los parámetros fisicoquímicos in situ recolectados en diferentes monitoreos realizados a lo largo de este, para ello se utilizan como complementos la matriz de sensibilidad de los macroinvertebrados y la Ley de la tolerancia de Shelford, los cuales establecen la calidad del agua.

Lo anterior tiene la mayor relevancia para este proyecto, ya que se convierte en el insumo principal, ya que permite el análisis de los datos que posteriormente van a ser el aporte en la actualización de la colección de macroinvertebrados acuáticos de la UFPS. De igual forma, este proyecto aportará conocimiento a la comunidad Universitaria, así como a la comunidad nortesantandereana y científica, sobre la gran importancia de los macroinvertebrados acuáticos

del orden (Diptera: Chironomidae) como indicadores de la calidad del agua del cauce principal del Río Pamplonita, lo que implica que la Universidad y el programa de Ingeniería Ambiental, continúen nutriendo tanto la colección como la aplicabilidad y trazabilidad de proyectos, publicaciones, actualizaciones, proyectando servicios de extensión a través de acciones propias de los ingenieros ambientales con visión de futuro con la implementación de laboratorios acreditados para el análisis de cuerpos de agua lénticos y lóticos en la región y el país.

## **1.6 Alcances y Limitaciones**

### ***1.6.1 Alcances***

Al documentar la colección de macroinvertebrados acuáticos de la Universidad Francisco de Paula Santander se espera la obtención de 617 plantillas taxonómicas con sus respectivos rótulos para cada uno de los viales, por consiguiente, se actualiza la base de datos por medio de la inclusión de las subfamilias Chironominae, Podonominae, Orthoclaadiinae, Tanypodinae para el periodo (2003-2014) completando a su vez la inclusión de la familia Chironomidae del orden Diptera en la colección.

Con los recursos esperados mencionados anteriormente se podrá realizar un análisis sobre el estado ecológico del agua por medio de la distribución de las de las subfamilias para el periodo (2003-2014) teniendo en cuenta la incidencia de los derrames de crudo del 2007 y 2014.

### ***1.6.2 Limitaciones***

Las siguientes son las limitaciones para el cumplimiento del presente proyecto:

Dificultades para el acceso a la información, la cual se encuentra ubicada en la sede Campos Elíseos de la Universidad en el laboratorio de Limnología, lo anterior dado por la

situación de pandemia que actualmente afecta la presencialidad de las instituciones de educación superior.

El desarrollo de actividades relacionadas con la manipulación de los viales que contienen los individuos integrantes de cada subfamilia para su respectiva fotografía, esto debe hacerse presencial y este momento la institución solo tiene acceso para jóvenes investigadores.

La rotulación de los viales, ya que no se tiene acceso a estos, por ende se debe dejar esta actividad bajo la responsabilidad del asistente de dicho laboratorio.

### **1.6.3 Delimitaciones**

**1.6.3.1 Delimitación Espacial.** El desarrollo del proyecto de grado modalidad trabajo dirigido se llevó a cabo en la Universidad Francisco de Paula Santander sede Campos Elíseos municipio de Los Patios, en el laboratorio de Limnología del complejo de Calidad Ambiental, con el apoyo de las tecnologías de comunicación e información TIC, dada la situación presentada por la pandemia del COVID 19. El trabajo abarcó los monitoreos realizados por el Grupo de Investigaciones Ambientales GUIA – UFPS en el periodo comprendido de 2003 al 2014.

**1.6.3.2 Delimitación Temporal.** El trabajo se desarrolló desde el mes de febrero hasta el mes de diciembre del presente año 2020.

**1.6.3.3 Delimitación Conceptual.** El proyecto de grado modalidad trabajo dirigido se basa en conceptos fundamentales como son los mencionados a continuación:

**Distribución Espacio Temporal:** El área o fracción del espacio geográfico donde una especie está presente e interactúa de manera no efímera con el ecosistema a través del tiempo (Maciel et al., 2015).

**Familia:** Taxón constituido por varios géneros naturales que poseen gran número de caracteres comunes (Real Academia Española [RAE], 2001).

**Subfamilia:** Es la subcategoría taxonómica de clasificación de los seres vivos que tiene un rango inferior al de familia (Larousse Editorial, 2016).

**Calidad Ecológica del Agua:** Representa el estado de los cuerpos de agua de tipo léntico o lótico por la variación que generan agentes externos al entorno natural (García, et al., s.f.).

**Categorización Funcional:** Consiste en la agrupación de características morfológicas alimentarias y funcionales de los individuos clasificándolos como herbívoros, detritívoros, depredadores, parásitos, colectores, raspadores, y fragmentadores (Universidad de Antioquia, [UdeA], 2012, p.159).

**Morfología:** Es una disciplina científica, conformada por la anatomía o forma que caracteriza una cosa o individuo (UdeA, 2012, p.170).

**Sensores:** Son los organismos o seres vivos (Roldan, 2016).

**Tensores:** Factores ecológicos físicos químicos o biológicos que reflejan cambios en los sensores (Roldan, 2016).

**Hábitat:** Lugar de condiciones apropiadas para que viva un organismo, especie o comunidad animal o vegetal, más concretamente, es la colección de recursos y condiciones necesarias para su ocupación en un espacio y tiempo dado (RAE, 2001).

**Plantillas Taxonómicas:** Hace referencia a un formato que contiene información representativa de la taxonomía, hábitat y categorización funcional de individuos (Alta Voz, 2018).

## **2. Marco Referencial**

### **2.1 Antecedentes**

Actualmente existen varios estudios a nivel regional formulados y ejecutados en su gran mayoría por la Universidad Francisco de Paula Santander dando una visión general del estado del cauce principal del Río Pamplonita en el transcurso del tiempo. (Ver tabla 1)

**Tabla 1***Antecedentes Regionales*

| <b>Título del trabajo</b>  | <b>Año</b>  | <b>Autor(es)</b> | <b>Descripción</b>   |
|--|-------------|------------------|--|
| Macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la zona media del Río Pamplonita   | 2000 – 2001 | FODESEP<br>UFPS  | Determinar la calidad del agua de la zona media del Río Pamplonita, mediante la utilización de Macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores, y los parámetros fisicoquímicos. Contribuyendo de esta manera al conocimiento sobre la biodiversidad acuática en el departamento Norte de Santander y a la Limnología en el país. El trabajo hace parte de la línea base de información del Río Pamplonita. |
| Estudio Limnológico de la zona alta del Río Pamplonita   | 2003 – 2004 | UFPS<br>FINU     | El cual consistió en el monitoreo de 7 estaciones de la zona alta del Río Pamplonita, para determinar la calidad del agua a través de la aplicación del índice BMWP y su interrelación con los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos   |
| Propuesta del diseño del plan de monitoreo de la calidad y la cantidad del agua de las cuencas de los Ríos Pamplonita, Zulia, Algodonal y la Subcuenca del Río Táchira del departamento Norte de Santander | 2004        | UFPS<br>CORPONOR | Se planteó el DISEÑO DEL PLAN DE MONITOREO PARA LAS PRINCIPALES CUENCAS DEL DEPARTAMENTO dentro de un proceso de socialización y apoyo interinstitucional que busca en el largo plazo la ejecución de la propuesta y la simulación de la calidad y cantidad del recurso hídrico como herramienta para la toma de decisiones.   |
| Estudio Limnológico de la zona baja del Río Pamplonita   | 2005 – 2006 | UFPS<br>FINU     | En el cual se monitorearon 5 estaciones de la zona baja del Río Pamplonita, para determinar la calidad del agua a través de la aplicación del índice BMWP y su interrelación con los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.  |
| Aspectos de la calidad (fisicoquímica, microbiológica y biológica) y cantidad del recurso  | 2007        | UFPS<br>CORPONOR | Se presenta en este documento un consolidado de los resultados referentes a la caudalidad y calidad del cauce principal del río Pamplonita, partiendo de la base de datos históricos que poseen las dos instituciones y del trabajo científico.  |



|  |                |                          |  |
|--|----------------|--------------------------|--|
| hídrico de la cuenca del Río Pamplonita  |                |                          |  |
| Evaluación de impacto en la calidad biológica del agua en el cauce principal del Río Pamplonita después del derrame de crudo (desde el diamante hasta su desembocadura en el Río Zulia)                          | 2007           | UFPS<br>CORPONOR         | En el cual se realizó la evaluación del impacto sobre la calidad biológica del cauce principal del Río Pamplonita aguas abajo del sitio del derrame de crudo ocurrido el 2 de Junio de 2007 y se monitorearon 13 estaciones que comprenden el cauce principal del Río Pamplonita.                |
| Creación de la colección biológica de referencia de los macroinvertebrados acuáticos de Norte de Santander   | 2007           | UFPS<br>FINU<br>CORPONOR | Propuesta para la creación de la colección húmeda de macroinvertebrados acuáticos de Norte de Santander.   |
| Distribución de las Diferentes Familias de Macroinvertebrados con Relación a los Rangos Determinados de Algunos Parámetros de Importancia Ecológica en la Zona Media Baja del Cauce Principal del Río Pamplonita | 2007           | UFPS                     | Se presenta la distribución de los órdenes de macroinvertebrados y sus correspondientes familias, los rangos mínimos y máximos de parámetros fisicoquímicos de 13 estaciones del cauce principal del Río Pamplonita zona media baja incluyendo Puerto León Río Zulia. Desde 1045 msnm a 50 msnm. |
| Informe técnico final de las acciones ejecutadas por el grupo guía para dar cumplimiento al convenio 0005/2007 entre CORPONOR-UFPS.  | 2008 –<br>2009 | UFPS<br>CORPONOR         | El cual consistió en el monitoreo secuencial de 13 estaciones distribuidas antes y después del derrame del 2007, aplicando la metodología del índice biológico BMWP (RP - NdeS).   |

|  |      |                  |   |
|--|------|------------------|---|
| Evaluación del Impacto en la Calidad Biológica del Agua en la Quebrada Iscalá y en el Cauce Principal del Río Pamplonita Después del Derrame de Crudo del 11 de Diciembre del 2011 | 2012 | UFPS<br>CORPONOR | En el cual se realizó la evaluación del impacto sobre la calidad biológica del cauce principal del Río Pamplonita y se monitorearon 16 estaciones desde la vereda Iscalá hasta el sector Puerto León.   |
| Informe técnico de la visión limnológica del Río pamplonita febrero de 2014 contrato interadministrativo 291/2013  | 2014 | UFPS<br>CORPONOR | Para el grupo de investigaciones GUIA – UFPS el concepto de visión limnológica implica el estudio de las aguas continentales de una forma sistémica, es decir de qué manera interactúan el recurso hídrico con los factores ambientales, incluyendo los efectos de las acciones antropogénicas. Como eje transversal se toman las comunidades de macroinvertebrados acuáticos, no solo por sus características fisiológicas y morfológicas sino por la ampliamente comprobada capacidad de indicar la calidad biológica del agua. Se evaluaron 23 estaciones en el Río Pamplonita y la quebrada Iscalá. |

De igual manera, se cuenta con el aporte de los trabajos de grado y práctica profesional, elaborados por estudiantes del programa de ingeniería ambiental, los cuales contribuyen a obtener datos importantes para el mantenimiento de la colección de macroinvertebrados, como para el constante análisis de toda la información que se tiene de los diferentes monitoreos y estudios del Río Pamplonita y del aula viva, representada en la salidas de campo de las asignaturas electivas de profundización en el área de Limnología, ya que en las salidas se realizan tomas de muestras en las quebradas afluentes del Pamplonita. (Ver tabla 2)

**Tabla 2***Antecedentes Institucionales*

| <b>Título del trabajo</b>   | <b>Año</b> | <b>Modalidad</b> | <b>Autor(es)</b>                                | <b>Descripción</b>   |
|---|------------|------------------|---|--|
| Impacto de los extremos de variabilidad climática en la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en el cauce principal del Río Pamplonita durante el lapso de tiempo 2000-2014 | 2019       | Trabajo de Grado | Anny Shirley daza y Andres Felipe Gelvez Ferrer | Tuvo por objeto principal identificar los impactos de los extremos de variabilidad climática sobre comunidades de macroinvertebrados y los parámetros fisicoquímicos in situ de oxígeno disuelto (OD), conductividad, solidos disueltos totales (SDT) y temperatura en el agua en el cauce principal del rio Pamplonita en el lapso de tiempo 2000-2014. Para ello, se llevó a cabo la validación del número de familias de macroinvertebrados acuáticos encontradas en cada uno de las estaciones de monitoreo en pro de generar un catálogo multiespacial y temporal, después de ello se continuo con el análisis de los variables de temperatura y precipitación, asimismo de las variables fisicoquímicas en el área de influencia del cauce principal del rio Pamplonita y, finalmente, se observó que las variables hidro-climáticas están relacionadas con los cambios de abundancia de las familias, de esta manera, se identificaron posibles efectos de la condiciones climáticas extremas sobre la comunidad de macroinvertebrados y los parámetros fisicoquímicos. |
| Gestión sistemática a través de plantillas técnicas de las familias del orden Ephemeroptera, como insumo para el registro de la colección                                       | 2019       | Trabajo de Grado | Julián Camilo Angarita Contreras                | Enfocado en el análisis de los impactos negativos de los derrames de crudo de petróleo de los años 2007 y 2011 en el Río Pamplonita, estudiando el orden Ephemeroptera que conforman, 5 familias con sus 19 géneros en la  |

|   |      |                      |                                       |   |
|---|------|----------------------|---------------------------------------|---|
| biológica UFPS, por medio del (IAVH); incluyendo el análisis del impacto de los derrames de petróleo del año 2007 y 2011, al Río Pamplonita   |      |                      |                                       | colección; llevando el monitoreo de la cuenca durante un periodo 2000-2014, con sus respectivas plantillas técnicas taxonómicas, rótulos provisionales a los viales que conforman la colección biológica  |
| Sistematizar la información de las 8 familias del orden Coleoptera como insumo para el análisis de la adaptación de algunas familias después del derrame de crudo de los años 2007 y 2011, y el registro de la colección biológica ante IAVH                                      | 2019 | Trabajo de Grado     | Marjorie Josefina Sánchez de Avendaño | Basado en la colección húmeda de macro-invertebrados de la U.F.P.S. de Norte de Santander, se seleccionaron algunas familias y generos del Orden Coleoptera, implementando información a la base de datos, con la modificación de coordenadas a través del Software Magna Sirgas Pro, según lo estipulado por el IAVH, descripción morfológica y registro fotográfico de los organismos.  |
| Análisis espacio temporal de 10 familias de macroinvertebrados acuáticos del orden Diptera como insumo para el registro de la colección biológica de la Universidad Francisco de Paula Santander ante el instituto de investigación de recursos biológicos Alexander Von Humboldt | 2019 | Trabajo de Grado     | Andry Paola Bautista Baez             | Enfocado en el análisis espacio temporal de las 10 Familias de Macroinvertebrados Acuáticos del Orden Diptera en las 17 estaciones de monitoreo de la Cuenca del Río Pamplonita, durante el período 2000-2014, con sus respectivas plantillas taxonómicas, como insumo para el registro de la Colección biológica de la Universidad Francisco de Paula Santander ante el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAVH). |
| Actualización del índice Bmwp (Nds) (Biological Monitoring Working Party Score) modificado y adaptado al cauce principal del Río Pamplonita período 2006 – 2014   | 2019 | Trabajo de Grado     | Evelyn Yeraldi Ascanio Sepulveda      | Se basó en la actualización del índice BMWP (NdS) para elcauce principal del Río Pamplonita período 2006 – 2014 con ajuste al puntaje de algunas familias de macroinvertebrados.  |
| Apoyo en la actualización de la información de la   | 2019 | Práctica Profesional | Kelly Yessenia                        | El cual consistió en la elaboración de plantillas taxonómicas con descripciones representativas para  |

|   |      |                      |                                |   |
|---|------|----------------------|--------------------------------|---|
| biodiversidad de la región a través de la elaboración de las plantillas taxonómicas de algunas de las familias seleccionadas de la base de datos de la colección de macroinvertebrados acuáticos de la Universidad Francisco de Paula Santander |      |                      | Ballesteros Tiria              | el orden Acari, Megaloptera y Diptera con algunas familias y géneros seleccionados de la colección.   |
| Apoyo en la elaboración de plantillas taxonómicas de las familias de macroinvertebrados acuáticos seleccionados de la base de datos como insumo para el registro de la colección de la UFPS ante el instituto Alexander Von Humboldt            | 2019 | Práctica Profesional | María Teresa Ortiz Remolina    | El cual consistió en la elaboración de plantillas taxonómicas con descripciones representativas para el orden Plecoptera y Diptera con algunas familias y géneros seleccionados de la colección.        |
| Apoyo en la elaboración de algunas plantillas taxonómicas de los órdenes Haplotaxida y Coleoptera como insumo para la presentación ante el instituto de investigación de recursos biológicos Alexander Von Humboldt                             | 2019 | Práctica Profesional | Diego Enrique Valencia Ramírez | El cual consistió en la elaboración de plantillas taxonómicas con descripciones representativas para los órdenes Haplotaxida y Coleoptera con algunas familias y géneros seleccionados de la colección. |

## **2.2 Marco Teórico**

### **2.2.1 *Ecosistemas Lóticos***

Característicos por la presencia de agua corriente en constante movimiento. “Estos ecosistemas lóticos son corrientes fluviales que se caracterizan por ser rápidas y estar en constante movimiento, un ejemplo de estos ecosistemas son los ríos quebradas y los arroyos” (Ballesteros, 2019). La corriente de estos ecosistemas es unidireccional es decir, la corriente sigue un solo curso. “Por lo general estas corrientes se originan de erosiones y/o depresiones en la corteza terrestre que crean caminos por los cuales el agua correrá siempre en una sola dirección, las corrientes de agua se van enlenteciendo progresivamente ocurre a medida que el terreno pierde altitud y, por consecuente, las aguas se hacen menos turbias es decir el río se remansa, cuando el río se remansa aumenta la temperatura del agua gradualmente, la concentración de oxígeno disminuye y se van depositando sedimentos en el fondo del río, lo que se conoce como “limo”, estas aguas provienen de diversas fuentes por ejemplo directamente de las montañas o por filtración de la corteza terrestre” (Cajal, s.f.).

### **2.2.2 *Macroinvertebrados Acuáticos***

“Los macroinvertebrados tienen una especial importancia en los ecosistemas acuáticos al constituir el componente de biomasa animal más importante en muchos tramos de ríos y jugar un papel fundamental en la transferencia de energía desde los recursos basales hacia los consumidores superiores de las redes tróficas” (Fernández, 2012, p. 5). Lo cual crea un gran complemento al papel fundamental de dichos organismos como indicadores de la calidad del agua.

“Se definen los macroinvertebrados como aquellos invertebrados que se pueden ver a simple vista o bien que son retenidos por una red de malla de aproximadamente 125 $\mu$ m, esta distinción es relativa y a veces arbitraria, por lo que podemos ser un poco más precisos definiendo los macroinvertebrados con base en la taxonomía” (Springer y Ramirez, 2010, p. 37). Por lo tanto es importante resaltar las características morfológicas propias de cada macroinvertebrado para identificar la diferencia entre familias y géneros del mismo orden.

La presencia de diferentes organismos que reflejan el estado de calidad de un cuerpo de agua esta denotado por el tipo de agua (dulce o salada) y el nivel de contaminación existente debido a que cada uno de estos presenta un nivel de tolerancia ante las características físico químicas del agua como son; la salinidad, oxígeno, pH, conductividad, dureza, nitritos, entre otros.

### ***2.2.3 Distribución de los Macroinvertebrados***

A lo largo del tiempo en los estudios realizados a las comunidades de macroinvertebrados acuáticos, ha sido primordial el análisis de su distribución ya que esto muestra una visión desde diferentes perspectivas debido a la complejidad de las condiciones de los ecosistemas acuáticos, (Cabria, 2009). En la familia Chironomidae por sus características en capacidad de adaptación depende de algunos parámetros. “Los principales factores a tener en cuenta en la distribución de la familia Chironomidae en arroyos y ríos son la temperatura y el régimen de corrientes, estos parámetros indirectamente condicionan la disponibilidad de alimento y el tipo de sustrato, esto es muy significativo en el caso de las Orthocladiinae y las Chironominae por el tipo de alimentación que poseen, raspadores en los primeros (especialmente de perifiton) y micrófagos o filtradores en los segundos” (Paggi, 2003, p. 50).

## **2.2.4 Macroinvertebrados Acuáticos Seleccionados de la Colección Biológica**

**2.2.4.1 Orden Diptera.** Este orden constituye uno de los órdenes más amplios de la clase insecta. “Incluyen aproximadamente 90000 especies descritas, lo general es que posean un par de alas membranosas mesotorácicas en estado adulto que están modificadas en un par de halterios o balancines, cuentan con un aparato bucal que está adaptado a diversos hábitos alimenticios y algunas veces no es funcional, tienen metamorfosis completa y las larvas pueden ser acuáticas, semiacuáticas o terrestres con cabeza de desarrollo variable, se alimentan generalmente de savia de las plantas, materia orgánica, depredadoras parásitas y succionan sangre” (Carrejo y González, 1992). Estos organismos pueden ocasionar afectaciones a la salud humana y son indicadores de calidad del agua; De este orden se seleccionó la familia Chironomidae.

**2.2.4.1.1 Familia Chironomidae.** Esta familia se caracteriza porque se encuentra distribuida en un amplio rango conociéndose como la más abundante del orden Diptera “Juegan un papel fundamental en los ecosistemas acuáticos como eslabones en la red trófica; al consumir principalmente materia orgánica particulada, algas, hongos, fragmentos y fibras de hojas y madera, polen, otros invertebrados acuáticos y restos de animales” (Machado y Flórez, 2018, p. 1). La composición y estructuración de la familia de larvas de Chironomidae está influenciada por factores ambientales como: “La heterogeneidad de sustratos, velocidad y calidad del agua y uso del suelo, y su distribución es cosmopolita sin embargo las diferentes subfamilias varían en su distribución de acuerdo a estos factores y de la tolerancia y preferencia de cada grupo” (Machado y Flórez, 2018, p. 9). De esta familia se seleccionaron cuatro subfamilias mencionadas a continuación.



**2.2.4.1.1.1 Subfamilia Chironominae.** Esta subfamilia se caracteriza por ser dominante en las regiones tropicales y subtropicales tienen movimiento acompasado de parapodos o apéndices, y cuentan con dos manchas oculares únicas que se encuentran una encima de otra y claramente separadas, son los más grandes, tienen las branqueas caudales bastante notorias y siempre están presentes donde el oxígeno es bajo, tienen la posibilidad de transformar la hemoglobina por acumulación, la aumentan para poder vivir en sitios con cero oxígeno, por lo tanto generalmente son rojos y son los más numerosos (Hoyos y Dias, 2020, p. 4). La subfamilia Chironominae es limnívora, alimentándose principalmente de materia orgánica, bacterias y hongos excepto algas Rueda Sevilla, (2015).

**2.2.4.1.1.2 Subfamilia Orthocladinae.** Esta es una de las subfamilias más ricas en géneros y especies de los ríos del mundo y no es la excepción la zona altoandina, tiene una amplia distribución en todos los tipos de hábitats acuáticos. Se encuentra en sistemas lóticos y lénticos e incluso salobres y en todo tipo de sustrato, responden a la anoxia por medio del aumento de hemoglobina (Prat et al., 2018). Así mismo, su tolerancia a condiciones adversas de calidad del agua es alta, pudiéndose encontrar de manera abundante en aguas contaminadas y con altos contenidos de materia orgánica.

**2.2.4.1.1.3 Subfamilia Podonominae.** Es un grupo predominantemente reofílico y tolerante al frío, indicador de altas concentraciones de oxígeno, la mayoría de especies se encuentran en ríos y corrientes frías pero algunas en corrientes temporalmente cálidas, otras larvas se hallan en los más extremos hábitats de todas las aguas corrientes, como por ejemplo, en ríos cercanos a glaciares, en corrientes muy fuertes, a muy bajas temperaturas (0 a 5 °C) y en aguas que contienen grandes cantidades de material abrasivo suspendido (arena gruesa y cascajo), las larvas son de color marrón o grisáceo, raramente verde o azuloso y nunca son rojos (Ruiz et al., 2000, p. 35).

**2.2.4.1.1.4 Subfamilia Tanypodinae.** Se encuentran en ecosistemas lenticos y loticos en las zonas de litoral de estanques y lagos, corrientes y ríos, algo de litoral lítico y profundo, la mayoría de los miembros de esta subfamilia son depredadores que nadan o gatean libremente, y pueden tener alguna madriguera en el fondo de barro. Las larvas se encuentran en una variedad de hábitats, incluida el agua retenida por bromelias o cántaros, plantas, así como los hábitats acuáticos más normales como manantiales, filtraciones, zanjas, pantanos, arroyos, y ríos. (Ruiz, et al., 2000).

## **2.2.5 Ley de la Tolerancia de Shelford**

La presencia de un organismo en un ambiente depende del conjunto de condiciones en el que se encuentre lo cual indica que la tolerancia individual y poblacional le permite adaptarse al mismo. La habilidad de un ser vivo de subsistir en determinado ambiente depende de las condiciones dadas del sitio, así como de las características propias del organismo genotipo, edad y condición del individuo (Graf, et al., 2006, p. 2).

### **2.2.6 *Estenohídrico***

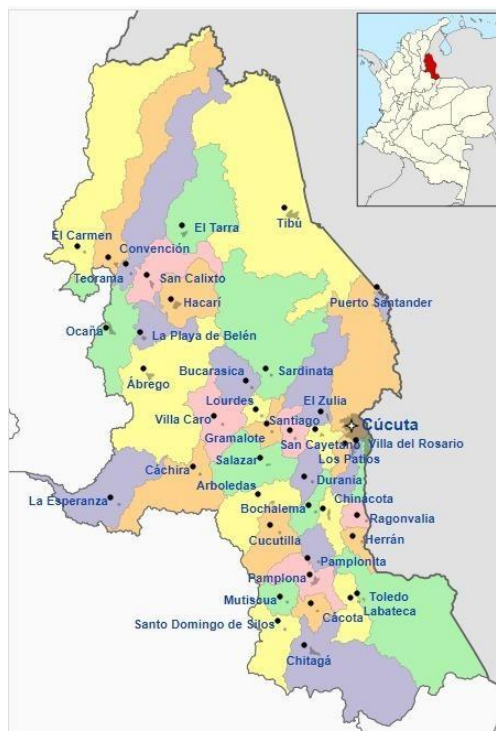
Organismos muy exigentes respecto a los valores de un determinado factor ambiental, y sus límites de tolerancia son estrechos, se desarrollan bajo unas condiciones óptimas, el número de individuos puede llegar a ser elevado (Glosario Ecología, 2017).

### **2.2.7 *Eurihídrico***

Organismos que se caracterizan por ser poco exigentes respecto a los valores alcanzados por un determinado factor, o sus valencias ecológicas registran una gran amplitud, el número máximo de individuos no acostumbra ser muy elevado (Glosario Ecología, 2017).

## 2.3 Marco Contextual

Colombia es un país multicultural que contempla las formas de municipios, territorios indígenas, regiones y provincias conjuntamente se divide en treinta y dos departamentos y un distrito capital. Entre los departamentos que conforman su estructura se encuentra Norte de Santander, caracterizado por ser fronterizo con Venezuela al oriente, con Boyacá al sur y al occidente con Santander y Cesar, sus principales actividades económicas son la agricultura y el comercio. (Colombia-SA, s.f.) (Ver figura 1)

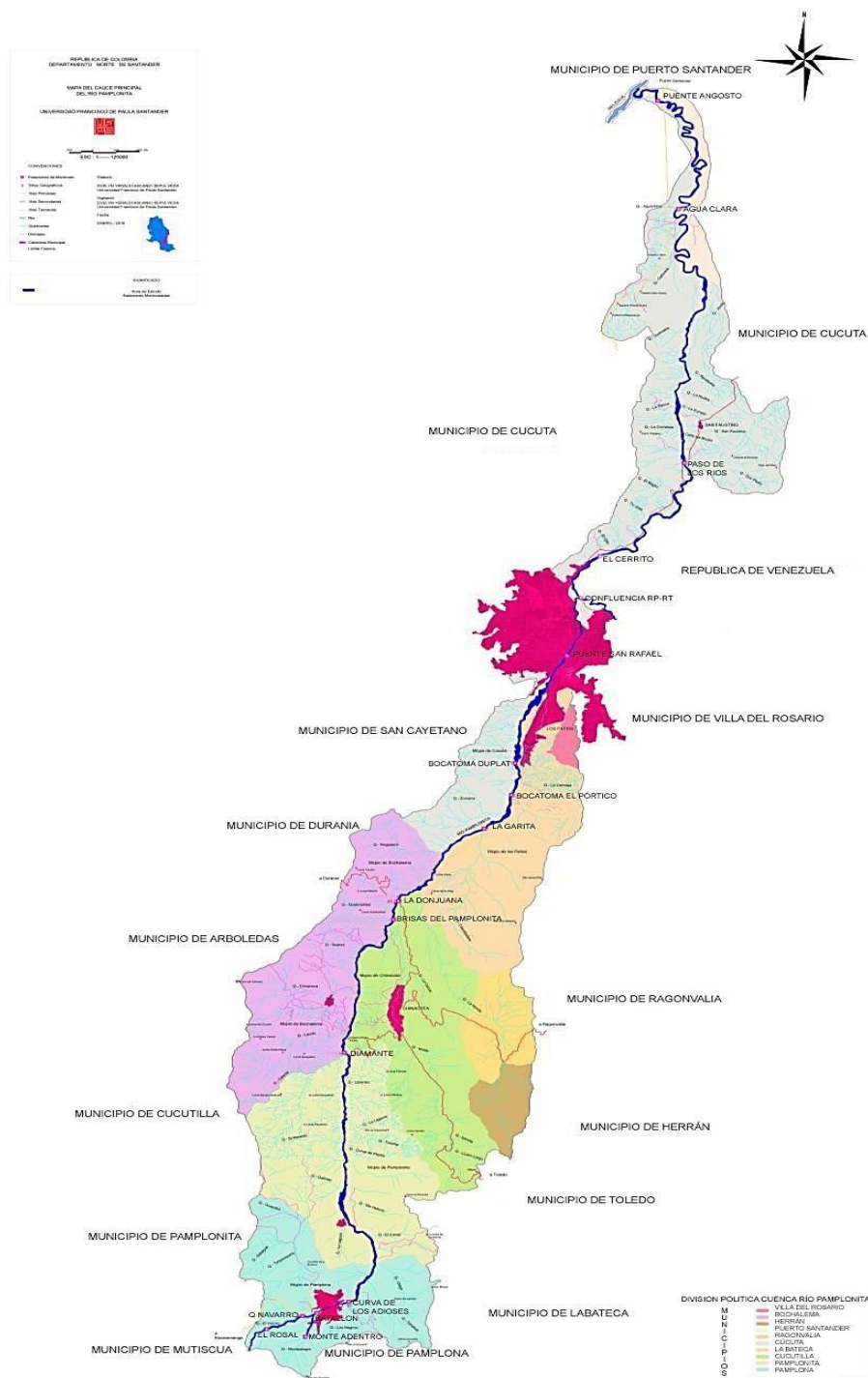


**Figura 1**

*Localización del Área de Estudio*

Fuente: (Mi Querida y Amada Colombia, s.f.)

La cuenca del Río Pamplonita se encuentra ubicada en la vertiente oriental de la Cordillera Oriental de Colombia, al sureste del departamento de Norte de Santander, y en el estado de Táchira en Venezuela, hace parte de la región hidrográfica del caribe entre las coordenadas geográficas  $7^{\circ}8'43''$  a  $8^{\circ}20'44''$  de Latitud Norte y  $72^{\circ}2'6''$  a  $72^{\circ}43'29''$  de Longitud Oeste, tiene aproximadamente una longitud de 136 km naciendo en el páramo de Pamplona (3648 msnm) hasta su desembocadura en el Río Zulia (42 msnm). (Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental [CORPONOR], 2010) Pertenece a la Gran Cuenca del Catatumbo, Cuenca Mayor del Río Zulia, que vierte sus Aguas al Lago de Maracaibo en la República Bolivariana de Venezuela, dentro de la cuenca hidrográfica se encuentran las áreas territoriales de los municipios de Pamplona, Pamplonita, Bochalema, Chinácota, Herrán, Ragonvalia, Los Patios, Cúcuta, Villa del Rosario y Puerto Santander, la máxima altura de la cuenca se presentan al sur de Pamplona, donde alcanza los 3.300 metros sobre el nivel del mar y la mínima al extremo norte de Puerto Santander donde tiene 50 m de elevación, los municipios aledaños al Río Pamplonita son principal fuente de contaminación de este ya que vierten sus aguas directamente causando efectos ambientales como la disminución de la biodiversidad acuática, contaminación del aire incidiendo directamente en la calidad de vida de los pobladores y el aumento en el costo de los tratamientos de potabilización de los acueductos municipales. (Sánchez, 2005, p. 4) (Ver figura 2).



**Figura 2**

*Localización de las Estaciones de Monitoreo*

Fuente: (Ascanio, 2019)

El cauce principal del Río Pamplonita se encuentra zonificado en partes determinadas por la altura sobre el nivel del mar como zona alta, media, y baja y la zona alta comprende desde 1066 hasta 2800 msnm, la zona media desde 1066 a 267 msnm, y la zona baja desde 266 a 50 msnm (Ver tabla 3) (Ver figura 2).

**Tabla 3**

*Zonificación del Cauce Principal del Río Pamplonita*

| Zonas        | Altura<br>msnm | Estaciones                             | Siglas |
|--------------|----------------|--|--------|
| <b>Alta</b>  | 2800-1066      | Quebrada El Rosal                      | E1     |
|              |                | Quebrada Navarro                       | E2     |
|              |                | Quebrada Monte dentro                  | E3     |
|              |                | Batallón (puente la fosforera)         | E4     |
|              |                | Curva de los adioses                   | E5     |
| <b>Media</b> | 1066-267       | El Diamante                            | E6     |
|              |                | Brisas del Pamplonita                  | E7     |
|              |                | El Paraíso                             | E8     |
|              |                | La Donjuana                            | E9     |
|              |                | La Garita                              | E10    |
|              |                | Pórtico los Vados                      | E11    |
|              |                | Bocatoma Duplat                        | E12    |
|              |                | Puente San Rafael                      | E13    |
|              |                | Confluencia Río Pamplonita-Río Táchira | E14    |
| <b>Baja</b>  | 266-50         | El Cerrito                             | E15    |
|              |                | Paso de los ríos – Quebrada Don Pedra  | E16    |
|              |                | Agua Clara                             | E17    |
|              |                | Puente Angosto                         | E18    |

De las zonas mencionadas en la tabla 3 las que se han visto más afectadas han sido la media, y la baja debido al vertimiento de agua residual directa al Río por parte de los municipios ubicados en sus alrededores, y a su vez se destaca que en estas zonas ocurrieron los derrames de crudo del año 2007 y 2011.

Por lo tanto, ya que en estas zonas se ubica la planta de tratamiento el Pórtico al Sur de la ciudad de Cúcuta, en el Corregimiento de San Pedro, Vereda el Pórtico que abastece al 60% de los usuarios de aguas Kapital del municipio de Cúcuta se vio la necesidad de realizar una serie de monitoreos para evaluar la calidad del agua del Cauce principal del Río Pamplonita por medio los macroinvertebrados acuáticos como indicadores a través del tiempo. (Aguas Kpital Cúcuta S.A, 2020)

No obstante con el transcurso del tiempo desde el año 2003 se recolectaron gran variedad de especímenes que conforman la colección de macroinvertebrados acuáticos de la Universidad Francisco De Paula Santander a través de los monitoreos realizados por el grupo de investigaciones (GUIA-UFPS) en las 18 estaciones del cauce principal del Río Pamplonita (Ver tabla 3).

Por medio de la revisión de la base de datos que conforma dicha colección se denotó la ausencia de inclusión de las subfamilias Chironominae, Podonominae, Orthoclaadiinae, Tanypodinae (Diptera Chironomidae) lo cual dio viabilidad para realizar su análisis de la distribución en el tiempo y espacio.



### 3. Marco Legal

A continuación, se describe el marco normativo y legal para la investigación a realizar.

Decreto – ley 2811 de 1974: Por el cual se expide el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.

Constitución Política de Colombia de 1991: En ella se consagran derechos y deberes humanos referentes a proteger los recursos y el garantizar un medio ambiente sano.

Ley 99 de 1993: Por el cual se crea el ministerio del medio ambiente se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables y se organiza el sistema nacional ambiental (SINA).

Decreto 1553 de 2000: Por medio del cual se modifica el término para el registro de colecciones biológicas existentes a la entrada en vigencia del Decreto 309 de febrero 25 de 2000.

Decreto 1729 de 2002: Por medio del cual se reglamentan las cuencas hidrográficas.

Decreto 302 del 2003: Por medio del cual se reglamenta la investigación científica sobre diversidad.

Política nacional para la gestión integral del recurso hídrico (PNGIRH) de 2010: Por el cual se establecen los objetivos, estrategias, metas, indicadores y líneas de acción estratégica para el manejo del recurso hídrico en el país.

Decreto 1375 del 2013: Por el cual se reglamentan las colecciones biológicas.

Decreto 1376 del 2013: Por el cual se reglamenta el permiso de recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de investigación científica no comercial biológica.

Decreto 1076 de 2015: Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible, en el capítulo 9 que tiene como título colecciones biológicas.

Resolución 1736 del 2019: Por la cual se ordena la apertura de la “convocatoria expediciones científicas nacionales y fortalecimiento de colecciones biológicas”.

#### 4. Diseño Metodológico

El proyecto se realizó por medio de la revisión de una base sólida conformada por datos referenciados de monitoreos desarrollados en el cauce principal del Río Pamplonita (ver tabla 4) y trabajos realizados por el Grupo de Investigaciones Ambientales GUIA – UFPS teniendo en cuenta las estaciones de monitoreo de las cuales se obtuvieron los especímenes. (Ver tabla 1).

**Tabla 4**

*Estaciones de Monitoreo*

| Nomenclatura | Estaciones/localidad                     | Municipio  | Coordenadas |             | Altura |
|--------------|--|------------|-------------|-------------|--------|
|              |  |            | Latitud     | Longitud    |        |
| <b>E1</b>    | El Rosal                                 | Pamplona   | 7,35485211  | -72,6876806 | 2548   |
| <b>E2</b>    | Q Navarro                                |            | 7,3618316   | -72,6619979 | 2545   |
| <b>E3</b>    | Monte adentro                            |            | 7,3525829   | -72,6558793 | 2440   |
| <b>E4</b>    | Batallón puente la Fosforera             |            | 7,36318976  | -72,6523409 | 2340   |
| <b>E5</b>    | Curva de los adioses                     |            | 7,37439816  | -72,6286454 | 2175   |
| <b>E6</b>    | El Diamante                              | Pamplonita | 7,56145691  | -72,6309098 | 1066   |
| <b>E7</b>    | Brisas del Pamplonita                    | Bochalema  | 7,6677097   | -72,6056814 | 775    |
| <b>E8</b>    | La Donjuana                              |            | 7,68200249  | -72,6035845 | 773    |
| <b>E9</b>    | El Paraíso                               |            | 6,05807993  | -70,9938265 | 733    |
| <b>E10</b>   | La Garita                                | Los Patios | 7,73927026  | -72,5484424 | 532    |
| <b>E11</b>   | Pórtico los Vados                        |            | 7,77459255  | -72,5230569 | 461    |
| <b>E12</b>   | Bocatoma Duplat                          |            | 7,79081764  | -72,5207132 | 439    |
| <b>E13</b>   | Puente San Rafael                        | Cúcuta     | 7,86430828  | -72,4979603 | 346    |
| <b>E14</b>   | Confluencia Río Táchira – Río Pamplonita |            | 7,92795347  | -72,4800581 | 278    |
| <b>E15</b>   | El Cerrito                               |            | 7,95047035  | -72,4758368 | 266    |
| <b>E16</b>   | Paso de los ríos Don Pedra               |            | 8,03014774  | -72,4128032 | 202    |
| <b>E17</b>   | Agua Clara                               |            | 8,23022667  | -72,4167123 | 69     |
| <b>E18</b>   | Puente Angosto                           |            | 8,31589192  | -72,4263726 | 53     |

A su vez dependió del análisis en el tiempo y espacio de la familia Chironomidae y sus cuatro subfamilias Chironominae, Podonominae, Orthocladiinae y Tanypodinae, hallados en cada una de las estaciones de monitoreo del cauce principal del Río Pamplonita en el transcurso del año 2003 -2014 basado en la ejecución de un proceso estadístico por medio del programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) que permitió emitir un concepto sobre la distribución de las subfamilias en este lapso de tiempo.

#### **4.1 Tipo de Investigación**

El presente trabajo determinó la distribución de las subfamilias Chironominae, Podonominae, Orthocladiinae y Tanypodinae (Diptera: Chironomidae) de forma descriptiva en el cauce principal del Río Pamplonita evaluando la incidencia de los derrames de crudo ocurridos en el año 2007 y 2011 y las afectaciones generadas por los tensores en estas familias antes, durante y después de los derrames, para lo que se tuvo en cuenta la información proporcionada por la base de datos de la colección de macroinvertebrados de la UFPS, datos de parámetros fisicoquímicos disponibles, la morfología y hábitat de los especímenes.

Ya que se analiza el comportamiento de las cuatro subfamilias al pasar el tiempo (2003 - 2014) conforme a trabajos realizados por el grupo de investigaciones ambientales (GUIA-UFPS) y a la información referenciada en la base de datos de la colección el proyecto se adapta al desarrollo de un análisis descriptivo.

#### **4.2 Población y Muestra**

##### **4.2.1 Población**

La población de estudio fueron las subfamilias Chironominae, Podonominae, Orthocladiinae, Tanypodinae de la familia Chironomidae de macroinvertebrados acuáticos del

cauce principal del Río Pamplonita durante el periodo 2003 a 2014, donde se llevó a cabo la interpretación de la información de los monitoreos realizados junto con la información encontrada referente al hábitat y morfología.

#### **4.2.2 Muestra**

La colección biológica de macroinvertebrados acuáticos de la Universidad Francisco de Paula Santander en las subfamilias Chironominae, Podonominae, Orthoclaadiinae, Tanypodinae de la familia Chironomidae.

#### **4.2.3 Variables Descriptivas**

##### **4.2.3.1 Variables Dependientes.**

Macroinvertebrados acuáticos: Son aquellos organismos de tamaño variable que pueden ser observados a simple vista y tienen la capacidad de ser bio-indicadores de la calidad del agua.

Grado de contaminación: Presencia o acumulación de sustancias en el medio ambiente que afectan negativamente el entorno y las condiciones de vida, así como la salud o la higiene de los seres vivos.

Calidad del agua: Capacidad intrínseca que posee el agua para responder a los usos que se podrían obtener de ella, incide de manera directa en la salud tanto de los ecosistemas que habitan en la misma como en el bienestar del ser humano, de la calidad del recurso depende tanto la biodiversidad como la calidad de los alimentos, la salud humana y las actividades económicas

##### **4.2.3.2 Variables Independientes.**

Calificador de la identificación: Permite observar que tan dependientes son las familias de acuerdo a muchos factores ambientales en la cuenca.

Elevación: Ubicación por encima o por debajo de un punto de referencia geográfico.

#### ***4.2.3.3 Variables Intervinientes.***

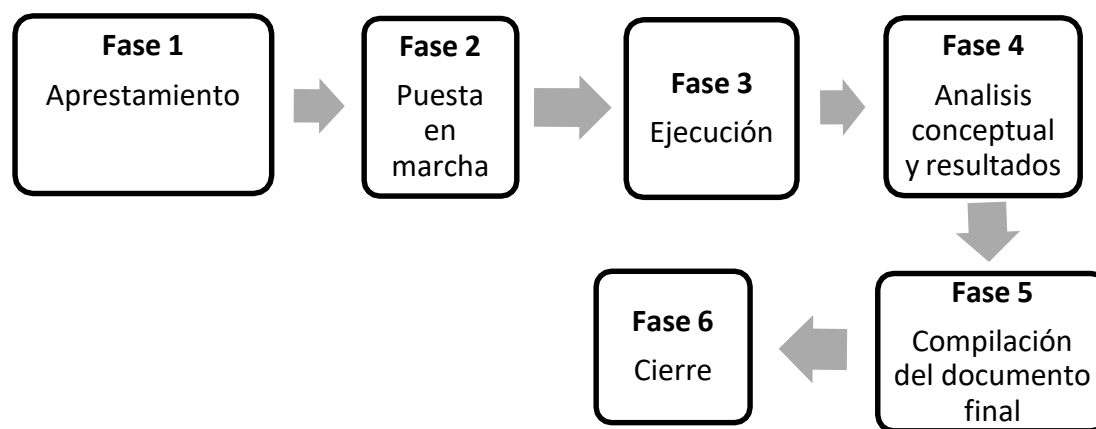
Parámetros fisicoquímicos: Son aquellos indicativos físico- químicos para evaluar o determinar la materia que se encuentran en el agua y determina la calidad de la misma.

Parámetros microbiológicos: Microorganismos patógenos, que son los diferentes tipos de bacterias, virus, protozoos y otros organismos, que transmiten enfermedades, se encuentran presentes en una muestra problema de agua.

Parámetros biológicos: Miden la calidad del medio acuático, basándose en los organismos que lo habitan.

### 4.3 Fases a Cumplir en el Desarrollo del Proyecto

La metodología aplicada desde el inicio del proyecto consta de 6 fases teórico practicas (Ver figura 3).



**Figura 3**

*Fases del Proyecto*

Cada una de las actividades que se realizaron en la ejecución de las fases se encuentran directamente relacionadas con los objetivos del proyecto. (Ver tabla 5)

Tabla 5

*Metodología Aplicada*

| TITULO   | OBJETIVO GENERAL   | RELACIÓN DE OBJETIVOS ESPECÍFICOS               | FASES                   | ACTIVIDADES  |
|--|--|---|-------------------------|--|
| <p>Análisis De La Distribución De Las Subfamilias Chironominae, Podonominae, Orthocladiinae, Tanypodinae (Diptera: Chironomidae) Durante El Transcurso Del Año 2003 Al 2014 En El Cauce Principal Del Río Pamplonita</p> | <p>Analizar la distribución de las subfamilias Chironominae, Podonominae, Orthocladiinae, Tanypodinae (Diptera: Chironomidae) durante el transcurso del año 2003 al 2014 en el cauce principal del Río Pamplonita.</p> | <p>Objetivo 1<br/>Objetivo 2<br/>Objetivo 3</p> | <p>Aprestamiento</p>    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gestión de todos los procesos con la Universidad para legalizar el anteproyecto.</li> <li>2. Presentación del anteproyecto ante el comité curricular del programa de ingeniería ambiental</li> <li>3. Realizar las correcciones indicadas por los evaluadores asignados para su aprobación.</li> </ol>   |
|  |  | <p>Objetivo 1</p>                               | <p>Puesta en marcha</p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Capacitaciones por parte de la directora del proyecto.</li> <li>2. Solicitud de la base de datos de la colección en el laboratorio de Limnología.</li> <li>3. Selección del orden familia y subfamilias a trabajar, y selección de los viales a trabajar de la base de datos.</li> <li>4. Búsqueda de información bibliográfica.</li> </ol>  |
|  |  | <p>Objetivo 2</p>                               | <p>Ejecución</p>        | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Describir la morfología de la familia y subfamilias.</li> <li>2. Describir el hábitat de la familia y subfamilias.</li> <li>3. Seleccionar los mejores especímenes de cada una de las subfamilias.</li> <li>4. Toma fotográfica de los especímenes.</li> <li>5. Edición de cada una de las fotografías de los especímenes a través de Photoshop.</li> <li>6. Solicitud en el laboratorio de Limnología del diseño de plantilla taxonómica para familia.</li> <li>7. Diseño de plantilla para categoría de subfamilia.</li> <li>8. Diligenciamiento de las plantillas de los 617 viales.</li> <li>9. Solicitud del diseño de rótulos.</li> <li>10. Diligenciamiento de los 617 rótulos para los viales.</li> <li>11. Rotular los 617 viales.</li> <li>12. Actualización y consolidación de la base de datos.</li> </ol> |



|  |  |  |                                  |   |
|--|--|--|----------------------------------|---|
|  |  | Objetivo 3                             | Análisis conceptual y resultados | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Revisión de estudios de distribución realizados en la UFPS.</li> <li>2. Aplicación de Excel para el diseño de tablas y gráficas como estadística descriptiva que comprende: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar una copia de la base de datos como soporte de información.</li> <li>• Separar la información o filtrar la base de datos por, año, cantidad de individuos, subfamilias, meses de obtención de los especímenes, calificador de la identificación y zonas.</li> <li>• Identificación del número de localidades de los cuales se obtuvieron los especímenes.</li> <li>• Uso del software estadístico SPSS</li> <li>• Diseño de gráficos estadísticos que permitan apreciar porcentajes de cantidad de individuos en el espacio y en el tiempo.</li> </ul> </li> </ol> |
|  |  | Objetivo 1<br>Objetivo 2<br>Objetivo 3 | Compilación del documento final  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Análisis del aumento o disminución de las subfamilias en las estaciones de monitoreo del Cauce principal de la Cuenca del Río Pamplonita, durante el período 2003-2014.</li> <li>2. Analizar el comportamiento de las subfamilias en las estaciones y en el tiempo antes, durante y después de la incidencia de los derrames de crudo del 2007 y 2011.</li> <li>3. Comparación del comportamiento de los macroinvertebrados frente a datos fisicoquímicos recolectados.</li> </ol>  |
|  |  | Objetivo 1<br>Objetivo 2<br>Objetivo 3 | Cierre                           | <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Entrega del documento final.</li> <li>5. Trámite de aprobación por parte de los evaluadores.</li> <li>6. Asignación de fecha de sustentación.</li> <li>7. Aprobación final del proyecto de grado modalidad trabajo dirigido.</li> </ol>   |

### **4.3.1 Descripción de las Fases**

**Fase 1 Aprestamiento:** Principalmente se gestionaron todos los procesos con la Universidad para legalizar el anteproyecto y con esto agilizar la presentación del anteproyecto ante el comité curricular de la Facultad de ciencias agrarias y del ambiente en el programa de ingeniería ambiental, una vez aprobado y asignados los jurados se les dio a conocer su asignación como jurados, por último se realizaron las correcciones indicadas por los evaluadores asignados para su aprobación y se dio inicio con el desarrollo del trabajo.

**Fase 2 Puesta en Marcha:** Para llevar a cabo esta fase principalmente se realizó una revisión de la bibliografía regional, nacional e internacional de acuerdo a las subfamilias seleccionadas; Chironominae, Podonominae, Orthoclaadiinae, Tanypodinae (Diptera Chironomidae), como complemento se emplearon las claves dicotómicas disponibles de macroinvertebrados, se recopiló información bibliográfica referente a estudios espacio temporales y modelos aplicados por el Grupo de Investigaciones Ambientales GUIA – UFPS, se obtuvieron valiosas capacitaciones dadas por parte de la directora del proyecto y por último se solicitó en el laboratorio de Limnología la base de datos de la familia Chironomidae y las cuatro subfamilias, con esto se seleccionaron los viales a trabajar.

**Fase 3 Ejecución:** Esta fase comprendió la observación de las subfamilias Chironominae, Podonominae, Orthoclaadiinae, Tanypodinae (Diptera Chironomidae) de lo cual se seleccionaron los que se encontraban en mejor estado de los cuales se realizó su respectiva limpieza y análisis que permitió tomar una fotografía de cada uno de los especímenes realizando su edición por medio de Photoshop, dicha fotografía permitió apreciar con mayor facilidad la morfología de cada una de las subfamilias Chironominae, Podonominae, Orthoclaadiinae, Tanypodinae (Diptera Chironomidae), y por último se les realizó para cada uno una plantilla

taxonómica que contiene información referente al hábitat, morfología, fotografía, y la información referencial del lugar de obtención de los especímenes que contiene cada vial, para llevar a cabo el diligenciamiento de dichas plantillas principalmente se solicitó a la persona encargada del laboratorio el diseño o formato de las plantillas taxonómicas para categoría de orden y familia, con esto se elaboró el diseño del formato de plantilla taxonómica para subfamilia ya que no se encontraba en la base de datos, a su vez se diligenciaron los rótulos y se procedió a etiquetar cada uno de los 617 viales que conforman estas subfamilias en la colección.

**Fase 4 Análisis Conceptual y Resultados:** Esta fase abarcó el análisis de la distribución de las subfamilias para lo cual el gestor de información de Office utilizado fue Excel ya que la base de datos se encontraba plasmada en dicho programa y se usó un programa para los análisis estadísticos llamado Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) por lo tanto principalmente se realizó una copia de la base de datos que permitió tener validez de la información, se filtró la información proporcionada en la base de datos, se separó la información por subfamilias, año, meses, y calificador de la identificación, lo cual permitió apreciar frecuencias de individuos por medio de diagramas estadísticos de barras y de esta forma se analizó la distribución en el tiempo; Una vez realizado este proceso se identificaron las variables de zonificación en altura sobre el nivel del mar, y estaciones de los cuales se obtuvieron los especímenes, se separó la información por zonas relacionándolo con las subfamilias que permitió apreciar frecuencias de individuos por medio de diagramas de barras y se analizó la distribución en el espacio, para lo que se tuvieron en cuenta las coordenadas geográficas proporcionadas por la base de datos de la colección.

**Fase 5 Compilación del Documento Final:** Los resultados obtenidos del análisis de la distribución de las cuatro subfamilias se compararon frente a los análisis fisicoquímicos

disponibles de los trabajos realizados por el Grupo De Investigaciones Ambientales (GUIA-UFPS) lo cual reflejó los impactos generados por los derrames de petróleo ocurridos en el año 2007 y 2011 y con esto se concluyó la variación por ausencia o presencia de las subfamilias Chironominae, Podonominae, Orthoclaadiinae, Tanypodinae (Diptera Chironomidae) en cada localidad o estación lo cual permitió la elaboración del informe final del trabajo de grado con cumplimiento de los objetivos y solución de la problemática.

**Fase 6 Cierre:** Esta fase comprendió la entrega del documento final, y se tramitó el proceso de aprobación por parte de los evaluadores, asignación de fecha de sustentación, y aprobación final del proyecto de grado modalidad trabajo dirigido como requisito para optar por el título de ingeniero ambiental.

## **5. Resultados**

### **5.1 Primer Objetivo Específico**

**Documentar los datos de la familia Chironomidae y de las subfamilias Chironominae, Podonominae, Orthoclaadiinae, Tanypodinae, recolectados de las diferentes cuencas del departamento Norte de Santander como insumo para la colección húmeda de macroinvertebrados de la Universidad Francisco de Paula Santander.**

Para dar cumplimiento con el objetivo 1, se establecen cuatro actividades para ello las cuales son:

Capacitaciones por parte de la directora del proyecto.

Solicitud de la base de datos de la colección en el laboratorio de Limnología.

Selección del orden familia y subfamilias a trabajar.

Selección de los viales a trabajar de la base de datos.

Búsqueda de información bibliográfica.

En cuanto a la contextualización por parte de la Directora del proyecto, se realizan encuentros presenciales en el laboratorio de Limnología para dar a conocer el material de trabajo que consiste en el manejo bibliográfico disponible en laboratorio, antecedentes representados en trabajos de grado y prácticas profesionales de estudiantes del programa de ingeniería ambiental, los trabajos realizados por el grupo de investigación GUIA, adiestramiento de búsqueda de claves taxonómicas, presentación de la base de datos de los macroinvertebrados. De igual forma, cómo seleccionar los viales de acuerdo a las sub familias de Chironomidae para el análisis de la distribución de estas. Adicionalmente y por la situación actual, se ha continuado el proceso de manera virtual, en cuanto a revisiones, asesoría, recomendaciones y discusión de hallazgos principales con la finalidad de lograr que en el informe final se refleje el cumplimiento de los objetivos trazados.

Así mismo se realizó la solicitud e intervención en la base de datos de la colección húmeda de la Universidad Francisco de Paula Santander del cual se seleccionaron cuatro subfamilias Chironominae, Podonominae, Orthocladiinae, Tanypodinae de la familia Chironomidae y con esto la selección de los viales a trabajar. (Ver tabla 6).

**Tabla 6***Recuento de Viales por Cada Subfamilia por Año*

| <b>Tabla cruzada por viales</b> |              |              |             |             |                 |       |
|---------------------------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-----------------|-------|
| Recuento                        |              |              |             |             |                 |       |
|                                 |              | Subfamilia   |             |             |                 |       |
|                                 |              | Chironominae | Podonominae | Tanypodinae | Orthoclaadiinae | Total |
| Año                             | 2003         | 19           | 0           | 0           | 19              | 38    |
|                                 | 2004         | 28           | 3           | 8           | 23              | 62    |
|                                 | 2005         | 28           | 1           | 11          | 17              | 57    |
|                                 | 2006         | 22           | 0           | 9           | 7               | 38    |
|                                 | 2007         | 12           | 0           | 12          | 20              | 44    |
|                                 | 2008         | 32           | 0           | 35          | 83              | 150   |
|                                 | 2009         | 27           | 2           | 27          | 76              | 132   |
|                                 | 2011         | 6            | 3           | 11          | 16              | 36    |
|                                 | 2012         | 4            | 0           | 6           | 12              | 23    |
|                                 | 2014         | 10           | 0           | 8           | 19              | 37    |
|                                 | <b>Total</b> | 188          | 9           | 127         | 293             | 617   |

Los individuos obtenidos del conteo realizado en los 617 viales intervenidos fueron 21.495. (Ver tabla 7).

**Tabla 7***Recuento de Individuos Intervenidos por cada Subfamilia por Año*

| <b>Tabla cruzada por individuos para cada subfamilia</b> |              |              |             |             |                 |       |
|--|--------------|--------------|-------------|-------------|-----------------|-------|
| Recuento   |              |              |             |             |                 |       |
|  |              | Subfamilia   |             |             |                 | Total |
|  |              | Chironominae | Podonominae | Tanypodinae | Orthoclaadiinae |       |
| Año  |              | 2003         | 167         | 0           | 0               | 212   |
|  | 2004         | 497          | 8           | 12          | 368             |       |
|  | 2005         | 1864         | 1           | 25          | 238             |       |
|  | 2006         | 1860         | 0           | 32          | 218             |       |
|  | 2007         | 342          | 0           | 75          | 2133            |       |
|  | 2008         | 822          | 0           | 131         | 3982            |       |
|  | 2009         | 1691         | 2           | 141         | 4070            |       |
|  | 2011         | 74           | 7           | 24          | 1206            |       |
|  | 2012         | 125          | 0           | 10          | 295             |       |
|  | 2014         | 368          | 0           | 19          | 476             |       |
|  | <b>Total</b> | 7810         | 18          | 469         | 13198           | 21495 |

Del total de individuos establecidos en la tabla 7, se tuvieron en cuenta 19.415 individuos producto de los monitoreos realizados al cauce principal del Río Pamplonita en el transcurso del 2003-2014, exceptuando los Ríos Zulia, Algodonal y Táchira, ya que estos no hacen parte del alcance del presente proyecto. (Ver tabla 8).

**Tabla 8**

*Recuento de Individuos Intervenidos del Cauce Principal del Río Pamplonita por cada*

*Subfamilia por Año*

| <b>Tabla cruzada por individuos en cada vial del cauce principal del Río Pamplonita</b> |              |              |             |             |                 |       |
|---|--------------|--------------|-------------|-------------|-----------------|-------|
| Recuento  |              |              |             |             |                 |       |
| Subfamilia  |              |              |             |             |                 |       |
|   |              | Chironominae | Podonominae | Tanypodinae | Orthoclaadiinae | Total |
| Año   | 2003         | 366          | 0           | 15          | 432             |       |
|   | 2004         | 125          | 0           | 10          | 270             |       |
|   | 2005         | 74           | 7           | 24          | 1011            |       |
|   | 2006         | 1666         | 1           | 140         | 3026            |       |
|   | 2007         | 822          | 0           | 126         | 3959            |       |
|   | 2008         | 146          | 0           | 58          | 1641            |       |
|   | 2009         | 1860         | 0           | 32          | 218             |       |
|   | 2011         | 1864         | 1           | 25          | 238             |       |
|   | 2012         | 492          | 8           | 11          | 368             |       |
|   | 2014         | 167          | 0           | 0           | 212             |       |
|   | <b>Total</b> | 7582         | 17          | 441         | 11375           | 19415 |

Conociendo los individuos existentes en el cauce principal del Río Pamplonita, se procede a complementar la plantilla de la familia Chironomidae con la creación de las plantillas de cada subfamilia (Chironominae, Podonominae, Orthoclaadiinae, Tanypodinae), en donde se incluye morfología, hábitat y categorización funcional. (Ver tabla 9, 10, 11 y 12).



**Tabla 9**

*Características Representativas de la Subfamilia Chironominae de la Familia Chironomidae del Orden Diptera*

| <b>Orden Diptera- Familia Chironomidae<br/>Subfamilia Chironominae</b>   |   |
|--|---|
| <b>Hábitat</b>   | <b>Morfología</b>   |
| <p>Siempre están presentes donde el oxígeno es bajo, tienen la posibilidad de transformar la hemoglobina por acumulación la aumentan para poder vivir en sitios con cero oxígeno, por lo tanto generalmente son rojos y por lo general son los más numerosos, esta subfamilia se caracteriza por ser dominante en las regiones tropicales y subtropicales se encuentran en zonas de corriente lenta y con temperaturas relativamente elevadas, si bien un cierto número de géneros pueden colonizar un amplio rango de habitantes acuáticos. La mayoría de especies viven en ríos y arroyos, se desarrollan en sus tramos inferiores o sus áreas lenticas marginales. (Moreno et al.,s.f.)</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuentan con dos manchas oculares únicas que se encuentran una encima de otra y claramente separadas, son las más grandes.</li> <li>• Se caracteriza por su forma triangular de la cabeza.</li> <li>• Pueden contar con placas ventromentales.</li> <li>• Cuenta con antenas largas, mayor que la mitad de la longitud de la cabeza, a veces hasta 2 o 3 veces la longitud de la misma, y también puede haber con longitud inferior a la longitud de la cabeza.</li> <li>• Tienen las branquias caudales bastante notorias, con placas paralaiales en forma de abanico.</li> <li>• Las larvas son de color rojo. (Prat et al., 2018)</li> </ul> |
| <b>Categorización funcional</b>  | Recolectores y filtradores (Oviedo y Reinoso, 2018, p. 101).  |

**Tabla 10**

*Características Representativas de la Subfamilia Podonominae de la Familia Chironomidae del Orden Diptera*

| <b>Orden Diptera- Familia Chironomidae<br/>Subfamilia Podonominae</b>   |  |
|---|--|
| <b>Hábitat</b>  | <b>Morfología</b>  |
| <p>Es un grupo predominantemente reofílico, tolerante al frío, que requiere altas concentraciones de oxígeno, la mayoría de especies se encuentran en ríos y corrientes frías pero algunas en corrientes temporalmente cálidas, otras larvas se hallan en los más extremos hábitats de todas las aguas corrientes, como por ejemplo, en ríos cercanos a glaciares, en corrientes muy fuertes, a muy bajas temperaturas (0 a 5 °C) y en aguas que contienen grandes cantidades de material abrasivo suspendido (arena gruesa y cascajo). (Prat y Acosta, 2017)</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capsula cefálica un poco alargada.</li> <li>• Tiene una mancha ocular o a veces dos, cuando tiene dos una es más larga que la otra.</li> <li>• Antena no retráctil con 4 a 5 segmentos.</li> <li>• Pre mandíbulas ausentes.</li> <li>• Mandíbula con margen externo, fuertemente inclinado hacia adentro.</li> <li>• Tiene diente apical y de 4 a 9 dientes internos más pequeños que el apical. (Prat et al, 2018)</li> <li>• Son delgados y cuentan con 5 a 8 mm de largo.</li> <li>• Nunca son de color rojo, normalmente son de color marrón o grisáceo y raramente de color azul o verde. (Prat y Acosta, 2017)</li> </ul> |
| <b>Categorización funcional</b>   | Filtradores (Prat y Acosta, 2017).   |

**Tabla 11**

*Características Representativas de la Subfamilia Orthoclaadiinae de la Familia Chironomidae del Orden Diptera*

| <b>Orden Diptera- Familia Chironomidae<br/>Subfamilia Orthoclaadiinae</b>  |  |
|--|--|
| <b>Hábitat</b>   | <b>Morfología</b>  |
| <p>Esta es una de las subfamilias más ricas en géneros y especies de los ríos del mundo y no es la excepción la zona alto andina, tiene una amplia distribución en todos los tipos de hábitats acuáticos. Se encuentra en sistemas lóticos y lénticos e incluso salobres y en todo tipo de sustrato. Así mismo, su tolerancia a condiciones adversas de calidad del agua es alta, pudiéndose encontrar de manera abundante en aguas contaminadas y con altos contenidos de materia orgánica. (Ruiz, s.f. p.35)</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• El color de cuerpo y cabeza también son importantes para decidir el género.</li> <li>• Cuenta con antenas largas, mayor que la mitad de la longitud de la cabeza, a veces hasta 2 o 3 veces la longitud de la misma, y también puede haber con longitud inferior a la longitud de la cabeza.</li> <li>• También tienen parápodos posteriores que pueden estar presentes y tener o no tener uñas o estar ausentes.</li> <li>• Pueden contar con placas ventromediales y cuando estas placas ventromediales están presentes, las sedas son cortas, pero si están ausentes las sedas pueden ser muy largas.</li> <li>• La presencia de sedas en el cuerpo mayores o menores que la mitad de la longitud de los segmentos abdominales.</li> <li>• Algunos pueden carecer de procerco, y pueden estar presentes sedas en su lugar.</li> <li>• Cuenta con un procerco terminal el cual lleva un conjunto de sedas más o menos largas. (Prat, 2018)</li> </ul> |
| <b>Categorización funcional</b>  | Raspadores (Paggi, 2003, p. 57).   |

**Tabla 12**

*Características Representativas de la Subfamilia Tanypodinae de la Familia Chironomidae del Orden Diptera*

| <b>Orden Diptera- Familia Chironomidae<br/>Subfamilia Tanypodinae</b>  |  |
|--|--|
| <b>Hábitat</b>   | <b>Morfología</b>  |
| <p>Se encuentran en ecosistemas lenticos y loticos en las zonas de litoral de estanques y lagos, corrientes y ríos, algo de litoral lítico y profundo, la mayoría de los miembros de esta subfamilia son depredadores que nadan o gatean libremente, y pueden tener alguna madriguera en el fondo de barro. Las larvas se encuentran en una variedad de hábitats, incluida el agua retenida por bromelias o cántaros, plantas, así como los hábitats acuáticos más normales como manantiales, filtraciones, zanjas, pantanos, arroyos, y ríos. (Roldan 2016)</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cabeza redondeada y alargada.</li> <li>• Posee dos manchas oculares con forma alargada o de riñón.</li> <li>• Antenas con 4 segmentos bien desarrollados. Primer segmento muy largo y delgado con capacidad de ser retraído hacia la capsula.</li> <li>• Los órganos de lauterbon se ubican generalmente en el ápice del segundo segmento, puede ser pequeña la mitad de la longitud del tercer segmento antenal.</li> <li>• Cuenta con un complejo hipofaríngeal (mentum y apéndice M)</li> <li>• Mandíbula fuertemente curvada y adelgazada hacia el apice con diente apical oscuro que ocupa 1/3 a 1/4 de la longitud de la mandíbula.</li> <li>• Procercos de los segmentos terminales son alargados.</li> <li>• Pseudorádula banda ancha o delgada, fuerte o débilmente granulada, no uniforme que existe desde el apice hasta la base del apéndice M.</li> <li>• Pueden poseer filas de sedas laterales.</li> <li>• Los túbulos anales son dos veces más largos que anchos.</li> <li>• Los dos pares de tubulos anales son igual o menor a la longitud de los parapodos posteriores aunque hay casos en que son más largas.</li> <li>• Setas anales largas.</li> <li>• Su tamaño varía de 0,5 a 6 mm.</li> <li>• Su color puede ser rojizo, amarillento, o blanco. (Prat et al., 2018)</li> </ul> |
| <b>Categorización funcional</b>  | Depredadores (Moreno et al., s.f.).  |

Con la documentación realizada a las cuatro subfamilias de la familia Chironomidae se pudo demostrar información específica respecto a su hábitat, alimentación, morfología y categorización funcional de cada subfamilia, y con esto su rol como indicadores de calidad, lo

cual permite seguir el proceso de inclusión de las subfamilias a la colección de macroinvertebrados acuáticos de la Universidad Francisco de Paula Santander.

## **5.2 Segundo Objetivo Específico**

**Actualizar la base de datos de la colección de macroinvertebrados acuáticos de la Universidad Francisco de Paula Santander de la familia Chironomidae y las subfamilias Chironominae, Podonominae, Orthoclaadiinae, Tanypodinae para el periodo (2003-2014).**

Con la intervención en la base de datos se organizó la información por subfamilias según los monitoreos realizados al cauce principal del Río Pamplonita en cada una de las estaciones lo cual permitió actualizar dicha base de datos de la colección bibliológica, para esto principalmente se consolidó una base conformada por las 617 plantillas taxonómicas referentes a las subfamilias Chironominae, Podonominae, Orthoclaadiinae, Tanypodinae para el periodo (2003-2014).

Cada plantilla contiene información referente al hábitat, morfología, fecha de acceso, coordenadas, altura, estación, municipio, número de individuos de cada vial, código del vial, entre otros aspectos, todos estos referentes a la obtención de los especímenes. A su vez contienen una fotografía que fue editada por medio de Photoshop para resaltar las características morfológicas más representativas de cada subfamilia. (Ver tabla 13, 14, 15 y 16).

Tabla 13

*Plantilla Taxonómica para la Subfamilia Chironominae*



|  |  |                                 |                                   |
|--|--|---------------------------------|-----------------------------------|
|   | <b>FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE</b>                              |                                 |                                   |
|  | <b>PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL</b>  |                                 |                                   |
|  | <b>LABORATORIO DE LIMNOLOGÍA</b>   |                                 |                                   |
|  | <b>COLECCIÓN BIOLÓGICA DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS DE NORTE DE SANTANDER</b> |                                 |                                   |
|  | Fecha Elaboración: 18/05/2020  |                                 | Versión 1                         |
| <b>Phylum</b>  | Arthropoda   |                                 |                                   |
| <b>Clase</b>   | Insecta  |                                 |                                   |
| <b>Orden</b>   | Diptera  |                                 |                                   |
| <b>Familia</b>   | Chironomidae   |                                 |                                   |
| <b>Subfamilia</b>  | Chironominae   |                                 |                                   |
|    |  |                                 |                                   |
| <b>Fuente de las imágenes</b>  | Laboratorio de Limnología - UFPS.  |                                 |                                   |
| <b>Categoría funcional</b>   | Recolectores y filtradores   |                                 |                                   |
| <b>Descripción morfológica</b>   |  |                                 |                                   |
| <p>Tienen un movimiento acompasado de parapodos o apéndices, y cuentan con dos manchas oculares únicas que se encuentran una encima de otra y claramente separadas, son los más grandes, tienen las branquias caudales bastante notorias. Se caracteriza por la forma triangular de la cabeza, con placas paralabiales en forma de abanico, cuenta con antenas largas, mayor que la mitad de la longitud de la cabeza, algunos tienen hasta 2 o 3 veces la longitud de la misma, también puede haber con longitud inferior a la longitud de la cabeza. Pueden contar con placas ventromediales.</p>  |  |                                 |                                   |
| <b>Descripción del Hábitat</b>   |  |                                 |                                   |
| <p>Siempre están presentes donde el oxígeno es bajo, tienen la posibilidad de transformar la hemoglobina por acumulación, la aumentan para poder vivir en sitios con cero oxígeno, por lo tanto, generalmente son rojos, de igual manera, son los más numerosos. Esta subfamilia se caracteriza por ser dominante en las regiones tropicales y subtropicales se encuentran en zonas de corriente lenta y con temperaturas relativamente elevadas, si bien un cierto número de géneros pueden colonizar un amplio rango de hábitats acuáticos, la mayoría de especies viven en ríos y arroyos, se desarrollan en sus tramos inferiores o sus áreas lenticas marginales.</p> |  |                                 |                                   |
| <b>Lugar de procedencia:</b> Colombia, Norte de Santander  |  |                                 |                                   |
| <b>Diseño y Registro</b>   | Kelly Yessenia Ballesteros<br>María Teresa Ortiz                                 | <b>Revisado por</b>             | MSc. Marjorie Sánchez de Avendaño |
| <b>Colector</b>  | Grupo de Investigaciones Ambientales (GUIA-UFPS)                                 | <b>Directora del grupo GUIA</b> | MSc. Marjorie Sánchez de Avendaño |

Tabla 14

*Plantilla Taxonómica para la Subfamilia Podonominae*



|   |  |                                 |                                   |
|---|--|---------------------------------|-----------------------------------|
|    | <b>FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS<br/>Y DEL AMBIENTE</b>                              |                                 |                                   |
|   | <b>PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL</b>  |                                 |                                   |
|   | <b>LABORATORIO DE LIMNOLOGÍA</b>   |                                 |                                   |
|   | <b>COLECCIÓN BIOLÓGICA DE MACROINVERTEBRADOS<br/>ACUÁTICOS DE NORTE DE SANTANDER</b> |                                 |                                   |
|   | Fecha Elaboración: 18/05/2020  |                                 | Versión 1                         |
| <b>Phylum</b>   | Arthropoda   |                                 |                                   |
| <b>Clase</b>  | Insecta  |                                 |                                   |
| <b>Orden</b>  | Diptera  |                                 |                                   |
| <b>Familia</b>  | Chironomidae   |                                 |                                   |
| <b>Subfamilia</b>   | Podonominae  |                                 |                                   |
|    |  |                                 |                                   |
| <b>Fuente de las imágenes</b>   | Laboratorio de Limnología - UFPS.  |                                 |                                   |
| <b>Categoría funcional</b>  | Filtradores  |                                 |                                   |
| <b>Descripción morfológica</b>  |  |                                 |                                   |
| <p>Las larvas son de vida libre, con 5-8 mm de largo, delgadas, generalmente de color marrón o grisáceo, raramente verde o azulado, nunca rojo, la cápsula cefálica es un poco larga, con una mancha ocular o cuando tiene dos una es más grande que la otra, cuenta con una antena bien desarrollada, no retráctil, con 4-5 segmentos y tienen proceros de 6 a 10 veces más largos que anchos, en algunos casos el color de las larvas es predominantemente oscuro y sus proceros raramente son 4 veces más largos que anchos.</p>         |  |                                 |                                   |
| <b>Descripción del Hábitat</b>  |  |                                 |                                   |
| <p>Es un grupo predominantemente reofílico, tolerante al frío, que requiere altas concentraciones de oxígeno, la mayoría de especies se encuentran en ríos y corrientes frías pero algunas en corrientes temporalmente cálidas, otras larvas se hallan en los más extremos hábitats de todas las aguas corrientes, como por ejemplo, en ríos cercanos a glaciares, en corrientes muy fuertes, a muy bajas temperaturas (0 a 5 °C) y en aguas que contienen grandes cantidades de material abrasivo suspendido (arena gruesa y cascajo).</p> |  |                                 |                                   |
| <b>Lugar de procedencia:</b> Colombia, Norte de Santander   |  |                                 |                                   |
| <b>Diseño y Registro</b>  | Kelly Yessenia Ballesteros<br>María Teresa Ortiz                                     | <b>Revisado por</b>             | MSc. Marjorie Sánchez de Avendaño |
| <b>Colector</b>   | Grupo de Investigaciones Ambientales (GUIA-UFPS)                                     | <b>Directora del grupo GUIA</b> | MSc. Marjorie Sánchez de Avendaño |

Tabla 15

*Plantilla Taxonómica para la Subfamilia Orthoclaadiinae*



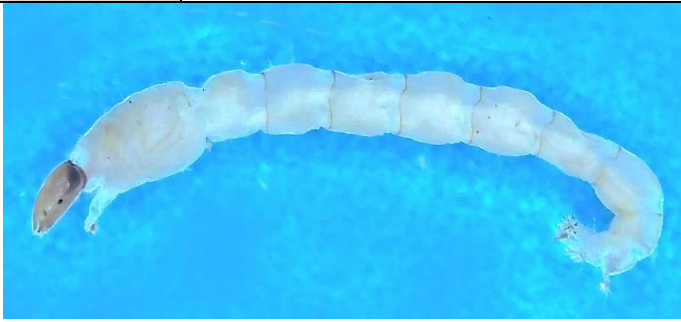
|   |  |                                 |                                   |
|---|--|---------------------------------|-----------------------------------|
|    | <b>FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE</b>                              |                                 |                                   |
|   | <b>PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL</b>  |                                 |                                   |
|   | <b>LABORATORIO DE LIMNOLOGÍA</b>   |                                 |                                   |
|   | <b>COLECCIÓN BIOLÓGICA DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS DE NORTE DE SANTANDER</b> |                                 |                                   |
|   | Fecha Elaboración: 18/05/2020  |                                 | Versión 1                         |
| <b>Phylum</b>   | Arthropoda   |                                 |                                   |
| <b>Clase</b>  | Insecta  |                                 |                                   |
| <b>Orden</b>  | Diptera  |                                 |                                   |
| <b>Familia</b>  | Chironomidae   |                                 |                                   |
| <b>Subfamilia</b>   | Orthoclaadiinae  |                                 |                                   |
|    |  |                                 |                                   |
| <b>Fuente de las imágenes</b>   | Laboratorio de Limnología - UFPS.  |                                 |                                   |
| <b>Categoría funcional</b>  | Filtradores  |                                 |                                   |
| <b>Descripción morfológica</b>  |  |                                 |                                   |
| <p>Cuenta con un procerco terminal el cual lleva un conjunto de sedas más o menos largas, la presencia de sedas en el cuerpo mayores o menores que la mitad de la longitud de los segmentos abdominales o el color de cuerpo y cabeza también son importantes para decidir el género, algunos pueden carecer de procerco, y pueden estar presentes sedas en su lugar, también tienen parápodos posteriores que pueden estar presentes y tener o no tener uñas o estar ausentes, cuenta con antenas largas, mayor que la mitad de la longitud de la cabeza, a veces hasta 2 o 3 veces la longitud de la misma, y también puede haber con longitud inferior a la longitud de la cabeza, pueden contar con placas ventromediales y cuando estas placas ventromediales están presentes, las sedas son cortas, pero si están ausentes las sedas pueden ser muy largas.</p> |  |                                 |                                   |
| <b>Descripción del Hábitat</b>  |  |                                 |                                   |
| <p>Esta es una de las subfamilias más ricas en géneros y especies de los ríos del mundo y no es la excepción la zona alto andina, tiene una amplia distribución en todos los tipos de hábitats acuáticos. Se encuentra en sistemas lóticos y lénticos e incluso salobres y en todo tipo de sustrato. Así mismo, su tolerancia a condiciones adversas de calidad del agua es alta, pudiéndose encontrar de manera abundante en aguas contaminadas y con altos contenidos de materia orgánica.</p>  |  |                                 |                                   |
| <b>Lugar de procedencia: Colombia, Norte de Santander</b>   |  |                                 |                                   |
| <b>Diseño y Registro</b>  | Kelly Yessenia Ballesteros<br>María Teresa Ortiz                                 | <b>Revisado por</b>             | MSc. Marjorie Sánchez de Avendaño |
| <b>Colector</b>   | Grupo de Investigaciones Ambientales (GUIA-UFPS)                                 | <b>Directora del grupo GUIA</b> | MSc. Marjorie Sánchez de Avendaño |



Tabla 16

*Plantilla Taxonómica para la Subfamilia Tanypodinae*

|   |  |                                 |                                   |
|---|--|---------------------------------|-----------------------------------|
|    | <b>FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE</b>                              |                                 |                                   |
|   | <b>PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL</b>  |                                 |                                   |
|   | <b>LABORATORIO DE LIMNOLOGÍA</b>   |                                 |                                   |
|   | <b>COLECCIÓN BIOLÓGICA DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS DE NORTE DE SANTANDER</b> |                                 |                                   |
|   | Fecha Elaboración: 18/05/2020  |                                 | Versión 1                         |
| <b>Phylum</b>   | Arthropoda   |                                 |                                   |
| <b>Clase</b>  | Insecta  |                                 |                                   |
| <b>Orden</b>  | Diptera  |                                 |                                   |
| <b>Familia</b>  | Chironomidae   |                                 |                                   |
| <b>Subfamilia</b>   | Tanypodinae  |                                 |                                   |
|    |  |                                 |                                   |
| <b>Fuente de las imágenes</b>   | Laboratorio de Limnología - UFPS.  |                                 |                                   |
| <b>Categoría funcional</b>  | Depredadores   |                                 |                                   |
| <b>Descripción morfológica</b>  |  |                                 |                                   |
| El tamaño de las larvas varía de 0.5 a 6.0 mm, el color puede ser rojizo, amarillento o blanco, cuentan con una cápsula cefálica con una notoria forma alargada que la diferencia de las otras sub familias de quironómidos. Ojos constituidos generalmente por una sola mancha ocular a cada lado de la cabeza, con forma alargada o de riñón, y tienen antenas siempre bien desarrolladas, con cuatro segmentos.  |  |                                 |                                   |
| <b>Descripción del Hábitat</b>  |  |                                 |                                   |
| se encuentran en ecosistemas lenticos y loticos en las zonas de litoral de estanques y lagos, corrientes y ríos, algo de litoral lítico y profundo, la mayoría de los miembros de esta subfamilia son depredadores que nadan o gatean libremente, y pueden tener alguna madriguera en el fondo de barro. Las larvas se encuentran en una variedad de hábitats, incluida el agua retenida por bromelias o cántaros, plantas, así como los hábitats acuáticos más normales como manantiales, filtraciones, zanjas, pantanos, arroyos, y ríos. |  |                                 |                                   |
| <b>Lugar de procedencia:</b> Colombia, Norte de Santander   |  |                                 |                                   |
| <b>Diseño y Registro</b>  | Kelly Yessenia Ballesteros<br>María Teresa Ortiz                                 | <b>Revisado por</b>             | MSc. Marjorie Sánchez de Avendaño |
| <b>Colector</b>   | Grupo de Investigaciones Ambientales (GUIA-UFPS)                                 | <b>Directora del grupo GUIA</b> | MSc. Marjorie Sánchez de Avendaño |

Una vez se diligenciaron las plantillas se realizó el registro fotográfico resaltando las características más sobresalientes de los especímenes de cada subfamilia utilizando el estereoscopio en el laboratorio de Limnología, la cámara fotográfica y soportes bibliográficos que permitieron resaltar la diferencia entre las subfamilias, con el fin de incluirlas en las plantillas taxonómicas de cada uno de los viales. (Ver figuras 4, 5, 6 y 7)



**Figura 4**

*Subfamilia Chironominae*

Fuente: Laboratorio de Limnología UFPS



**Figura 5**

*Subfamilia Podonominae*

Fuente: Laboratorio de Limnología UFPS



**Figura 6**

*Subfamilia Orthoclaudiinae*

Fuente: Laboratorio de Limnología UFPS



**Figura 7**

*Subfamilia Tanypodinae*

Fuente: Laboratorio de Limnología UFPS

De la observación realizada en las fotografías en las fotografías y claves taxonómicas de los individuos de cada subfamilia, se evidencia que la capsula cefálica, las manchas oculares, y su parte caudal, son las características más relevantes que permiten diferenciar cada subfamilia. En el caso de los Podonominae la parte caudal es la más representativa. (Ver tabla 17, 18,19 y 20)

**Tabla 17**

*Características Subfamilia Chironominae*

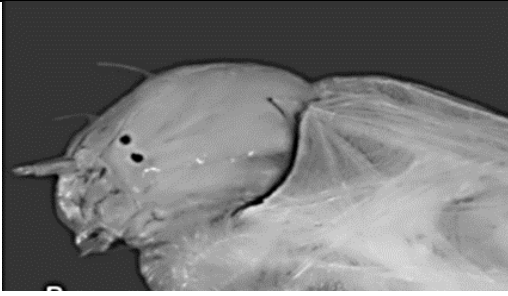
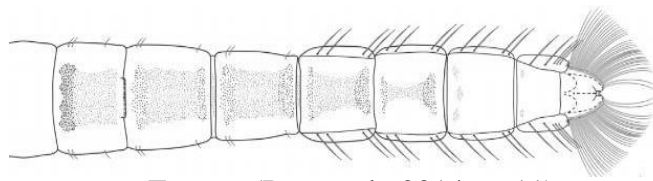
| <b>Subfamilia Chironominae</b>  |   |
|---|---|
| <b>Características representativas</b>  | <b>Imagen</b>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dos manchas oculares una encima de otra y claramente separadas.</li> <li>• Forma triangular de la cabeza.</li> <li>• Pueden contar con placas ventromentales.</li> <li>• Antenas largas, mayor que la mitad de la longitud de la cabeza, a veces hasta 2 o 3 veces la longitud de la misma, y también puede haber con longitud inferior a la longitud de la cabeza.</li> <li>• Las branquias caudales bastante notorias, con placas paralabiales en forma de abanico. (Moreno et al., s.f.)</li> </ul> |  <p>Fuente: (Hoyos, 2020)</p>  <p>Fuente: (Prat et al., 2014, p. 11)</p> |

Tabla 18

*Características Subfamilia Orthoclaadiinae*


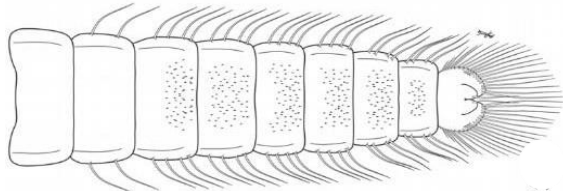
| <b>Subfamilia Orthoclaadiinae</b>  |   |
|--|---|
| <b>Características representativas</b>   | <b>Imagen</b>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuenta con antenas largas, mayor que la mitad de la longitud de la cabeza, a veces hasta 2 o 3 veces la longitud de la misma, y también puede haber con longitud inferior a la longitud de la cabeza.</li> <li>• Tienen parápodos posteriores que pueden estar presentes y tener o no tener uñas o estar ausentes.</li> <li>• Cuentan con placas ventromediales y cuando estas placas ventromediales están presentes, las sedas son cortas, pero si están ausentes las sedas pueden ser muy largas.</li> <li>• Sedas en el cuerpo mayores o menores que la mitad de la longitud de los segmentos abdominales.</li> <li>• Pueden carecer de procerco, y pueden estar presentes sedas en su lugar.</li> <li>• Cuenta con un procerco terminal el cual lleva un conjunto de sedas más o menos largas. (Prat et al., 2018)</li> </ul> |  <p>Fuente: (Prat et al., 2018)</p>  <p>Fuente: (Prat et al., 2014, p. 11)</p> |

Tabla 19

*Características Subfamilia Tanypodinae*


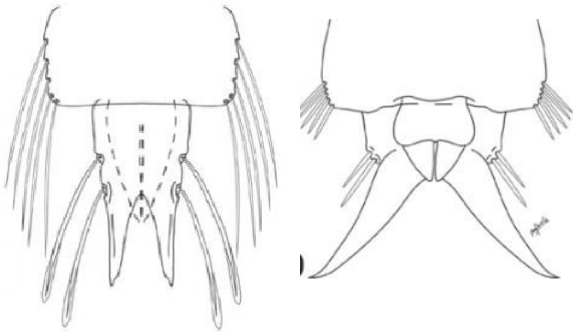

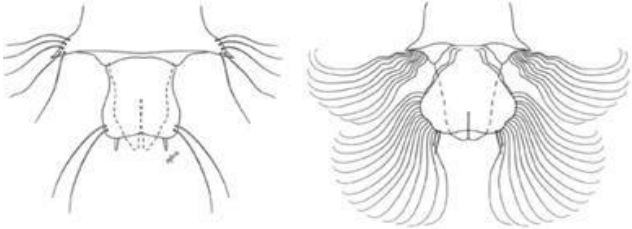
| <b>Subfamilia Tanypodinae</b>  |  |
|--|--|
| Características representativas  | Imagen   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cabeza redondeada y alargada.</li> <li>• Posee dos manchas oculares con forma alargada o de riñón.</li> <li>• Antenas con 4 segmentos bien desarrollados. Primer segmento muy largo y delgado con capacidad de ser retraído hacia la capsula.</li> <li>• Los órganos de lauterbon se ubican generalmente en el ápice del segundo segmento, puede ser pequeña la mitad de la longitud del tercer segmento antenal.</li> <li>• Cuenta con un complejo hipofaríngeal (mentum y apéndice M)</li> <li>• Mandíbula fuertemente curvada y adelgazada hacia el apice con diente apical oscuro que ocupa 1/3 a 1/4 de la longitud de la mandíbula.</li> <li>• Procercos de los segmentos terminales son alargados.</li> <li>• Pseudorádula banda ancha o delgada, fuerte o débilmente granulada, no uniforme que existe desde el apice hasta la base del apéndice M.</li> <li>• Pueden poseer filas de sedas laterales.</li> <li>• Los túbulos anales son dos veces más largos que anchos.</li> <li>• Los dos pares de tubulos anales son igual o menor a la longitud de los parapodos posteriores aunque hay casos en que son más largas.</li> <li>• Setas anales largas.</li> <li>• Su tamaño varía de 0,5 a 6 mm.</li> <li>• Su color puede ser rojizo, amarillento, o blanco. (Prat et al., 2018)</li> </ul> |  <p style="text-align: center;">Fuente: (Prat et al., 2014)</p>  <p style="text-align: center;">Fuente: (Prat et al., 2014)</p> |

Tabla 20

*Características Subfamilia Podonominae*

| <b>Subfamilia Podonominae</b>   |   |
|---|---|
| Características representativas   | Imagen  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capsula cefálica un poco alargada.</li> <li>• Mancha ocular o a veces dos, cuando tiene dos una es más larga que la otra.</li> <li>• Antena no retráctil con 4 a 5 segmentos.</li> <li>• Pre mandíbulas ausentes.</li> <li>• Mandíbula con margen externo, fuertemente inclinado hacia adentro.</li> <li>• Diente apical y de 4 a 9 dientes internos más pequeños que el apical. (Prat et al., 2018)</li> <li>• Delgados y cuentan con 5 a 8 mm de largo.</li> <li>• Nunca son de color rojo, normalmente son de color marrón o grisáceo y raramente de color azul o verde (Prat y Acosta, 2017).</li> </ul> |  <p style="text-align: center;">Fuente: Laboratorio de Limnología UFPS</p>  <p style="text-align: center;">Fuente: (Prat et al., 2014)</p> |

Como complemento se diligenció para cada uno de los viales seleccionados de la familia Chironomidae un rótulo con la información representativa tomada de la base de datos que permita facilitar la búsqueda de cualquier vial dentro de la colección húmeda como se presenta a continuación. (Ver figura 8).

|              |            |        |   |
|--------------|------------|--------|---|
| <b>DCHP</b>  | 2009-01-16 | Cúcuta | 1 |
| <b>00004</b> | Agua clara | CP-RP  |   |

## **Figura 8**

### Diseño de los Rótulos

Fuente: Laboratorio de Limnología UFPS

Las secciones observadas en el rotulo representan información específica de cada uno de los viales que contienen los especímenes obtenidos en los diferentes monitoreos realizados a través del tiempo por el grupo de investigaciones ambientales GUIA como se presenta a continuación.

DCHP: La letra D corresponde al orden Diptera, CH corresponde a la familia Chironomidae y P a la subfamilia Podonominae en este caso.

00004: Hace referencia al código de cada uno de los viales.

2009-01-16: Fecha de obtención de cada uno de los especímenes

CP-RP: Calificador de la identificación.

1: Numero de la parte superior derecha que representa el número de individuos presentes en cada vial.

Agua clara: Referente a la localidad de obtención del espécimen

Cúcuta: Referente al municipio de obtención del espécimen.

Además de realizar las plantillas taxonómicas y los rótulos para el cauce principal del Río Pamplonita de la familia Chironomidae se diligenciaron los rótulos y plantillas de las otras



fuentes hídricas como aporte y colaboración a la colección y por medio de esto se llevó a cabo la inclusión de la subfamilia Chironomidae en la colección de macroinvertebrados acuáticos de la Universidad Francisco de Paula Santander lo cual permite a su vez a la comunidad universitaria tener acceso a las características más representativas de dichas subfamilias que los diferencia de las demás familias que componen la colección.

### **5.3 Tercer Objetivo Específico**

**Comparar la incidencia en la distribución de la familia Chironomidae y las subfamilias Chironominae, Podonominae, Orthoclaadiinae, Tanypodinae en la zona media baja del Río Pamplonita antes, durante y después de los derrames de crudo del 2007 al 2014 para la determinación de la calidad ecológica del agua.**

Para el cumplimiento del tercer objetivo fueron necesarios los datos históricos de los muestreos realizados en el cauce principal del Río Pamplonita del 2003 al 2014. En los años 2003 y 2004 se realizó el estudio de línea base de información de la zona alta, correspondiente a las primeras 7 estaciones de muestreo como se referencia en la tabla 3, en cuanto a 2005 y 2006, corresponde a la línea base de la zona baja, con un total de 6 estaciones. Para el año 2007, se llevó a cabo un barrido de todas las estaciones definidas a lo largo del cauce principal del río. Ese mismo año, ocurrió el primer derrame de crudo en la zona media baja, con influencia de 13 estaciones una de estas fue Puerto León perteneciente al Río Zulia, la cuales se muestrearon para presentar el informe técnico comparativo del impacto causado.

En los años 2008 y 2009, se desarrolló el seguimiento mediante el muestreo en las 13 estaciones desde zona media hasta la zona baja, después del derrame de crudo del 2007. Este seguimiento sirvió para evidenciar la recuperación del ecosistema y la calidad del agua, así como

la reaparición de familias de macroinvertebrados impactadas y desaparecidas por el derrame. Después de mediados de 2011, se llevó a cabo un barrido a lo largo de todo el cauce principal del río para conocer el impacto de la ola invernal venida de 2010 en la biodiversidad indicadora de calidad ecológica del agua. En ese mismo año, se presentó un nuevo derrame de crudo en la zona media baja involucrando la quebrada Iscalá sector vereda Cuellar municipio de Chinácota, volviendo a impactarse la misma zona que en 2007. Se generó un informe técnico al hacer un único muestreo de la zona media baja incluyendo la quebrada Iscalá en el año 2012.

En el 2014, se realizó un estudio de toda la cuenca, en un total de 22 estaciones, en las que se incluye Puerto León, cauce principal del Río Zulia y 4 estaciones de la quebrada Iscalá, se estableció un informe técnico de la visión limnológica del Río Pamplonita y un comparativo de la calidad ecológica relacionando los datos de los estudios de línea base y los proyectos relacionados en la tabla 1. De igual manera, se tiene referencia de los parámetros fisicoquímicos del agua in situ del mismo periodo como se presenta en el anexo A, estos permiten la observación general de la contaminación orgánica, factor de preponderancia en la presencia o ausencia de organismos indicadores de calidad del agua.

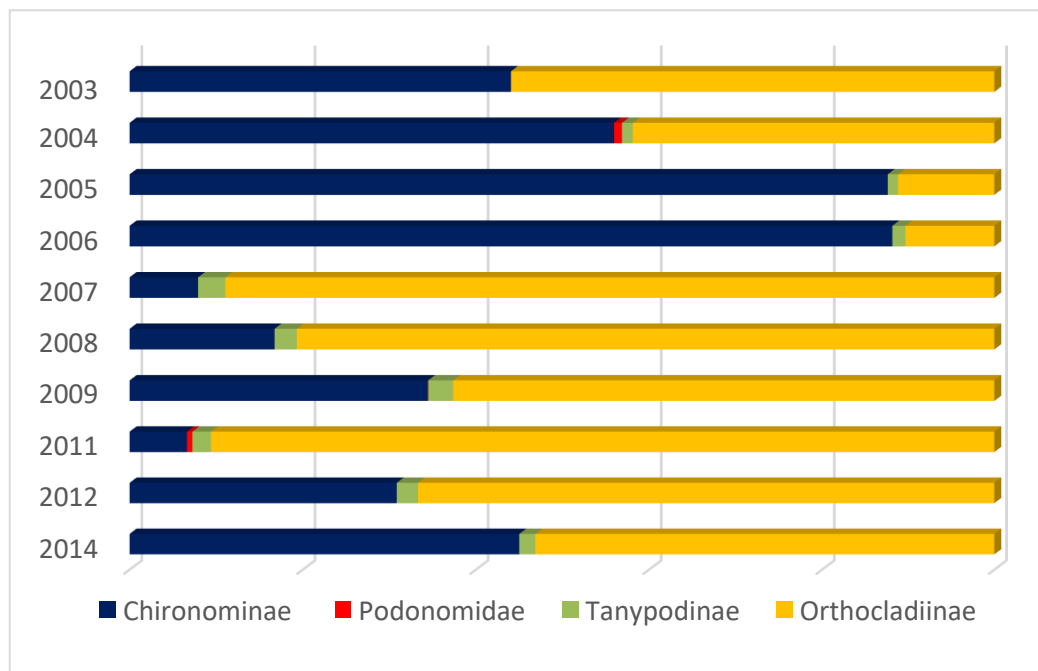
Tomando como referencia la información anterior, se estable la abundancia de individuos de cada subfamilia por año de muestreo en el cauce principal del Río Pamplonita, ver tabla 21.

**Tabla 21***Abundancia de Individuos por Subfamilia y por Año*

| Año          | Número de individuos por subfamilia |             |             |                 |
|--------------|-------------------------------------|-------------|-------------|-----------------|
|              | Chironominae                        | Podonominae | Tanypodinae | Orthoclaadiinae |
| <b>2003</b>  | 366                                 | 0           | 15          | 432             |
| <b>2004</b>  | 125                                 | 0           | 10          | 270             |
| <b>2005</b>  | 74                                  | 7           | 24          | 1011            |
| <b>2006</b>  | 1666                                | 1           | 140         | 3026            |
| <b>2007</b>  | 822                                 | 0           | 126         | 3959            |
| <b>2008</b>  | 146                                 | 0           | 58          | 1641            |
| <b>2009</b>  | 1860                                | 0           | 32          | 218             |
| <b>2011</b>  | 1864                                | 1           | 25          | 238             |
| <b>2012</b>  | 492                                 | 8           | 11          | 368             |
| <b>2014</b>  | 167                                 | 0           | 0           | 212             |
| <b>Total</b> | <b>7582</b>                         | <b>17</b>   | <b>441</b>  | <b>11375</b>    |

Según los datos consignados en la tabla 21, se observa que la subfamilia Orthoclaadiinae es la más abundante a través del tiempo debido a la adaptabilidad y tolerancia a los diferentes medios, alturas y temperaturas. La subfamilia Podonominae es la de menor prevalencia en el periodo de estudio, su presencia está determinada por la poca tolerancia a los contaminantes, a la temperatura del agua y altura a nivel del mar.

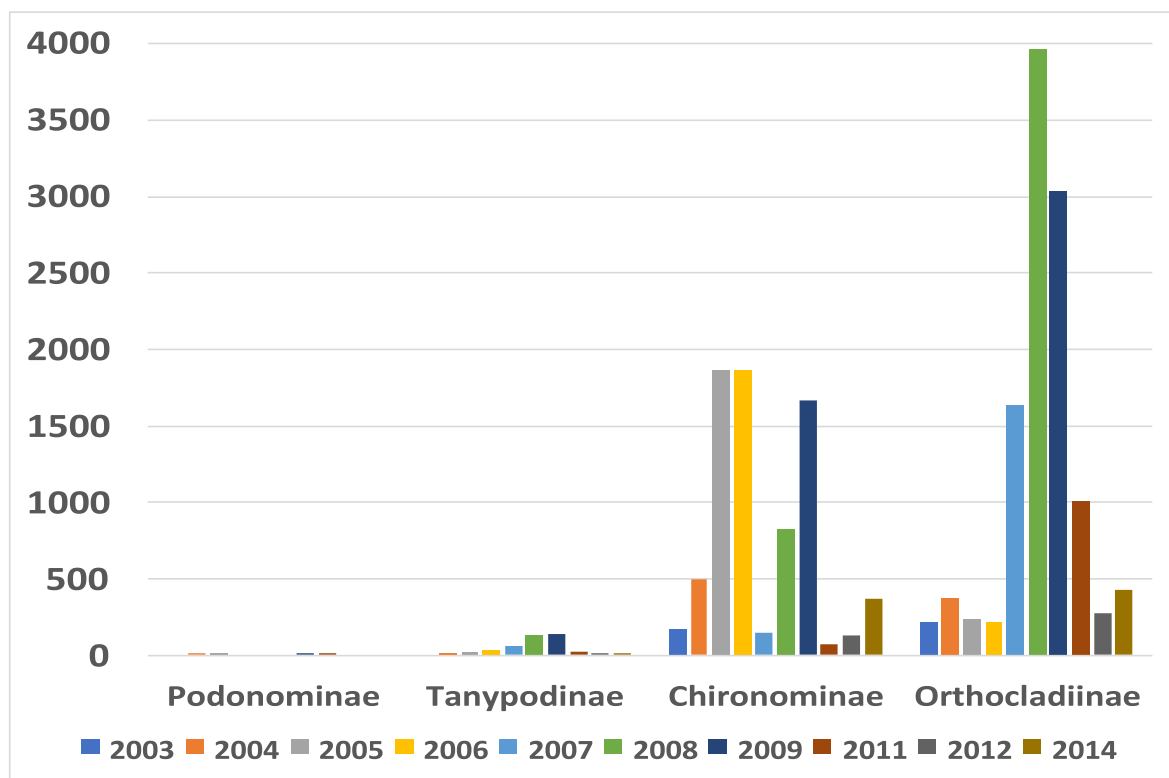
En la figura 9, se presenta la relación de abundancia de individuos de las cuatro subfamilias de la familia Chironomidae del orden Diptera, permitiendo observar que, en los años 2004 y 2011, están presentes todas las subfamilias. De igual manera, que en los años 2005 y 2006, la subfamilia Chironominae, es más abundante en relación con la aparición de las otras, esto se da, debido a que en esos años, se estudia solo la zona baja donde es mayor la contaminación.



**Figura 9**

*Relación de Abundancia de Individuos por Subfamilia y por Año*

En la figura 10 se observa la tendencia de abundancia de cada subfamilia de acuerdo a los años en los cuales se han realizados los diferentes muestreos, se evidencia que la subfamilia Orthoclaadiinae es la que mayor presencia tiene en las muestras recolectadas en los años 2008 y 2009 debido a las condiciones de calidad del agua en cuanto a la materia orgánica, a la disponibilidad de alimento y tipo de sustrato después del derrame de 2007. Así mismo se evidencia que la presencia de los Podonominae está relacionada con agua fría y poco contaminada, como las que se encuentran en la parte alta de la cuenca del río. Lo anterior basado en los diferentes estudios realizados en la cuenca en donde se manifiesta que a zona alta no fue monitoreada con la misma frecuencia que la zona media baja, zona de estudio en ese proyecto.

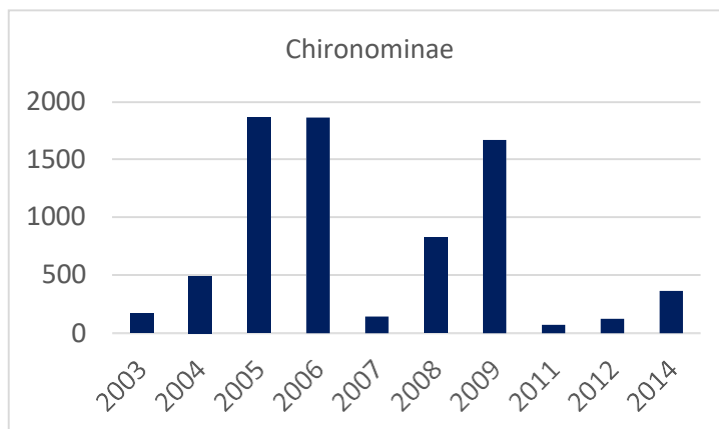


**Figura 10**

*Tendencia de la Abundancia de Individuos por Subfamilia y por Año*

A continuación, se presentan los datos de la abundancia por subfamilia de acuerdo a los años en los que se han realizado los muestreos y que permiten ver en detalle la cantidad de individuos recolectados. Es importante hacer la observación que la familia Chironomidae, es cosmopolita, lo que quiere decir que pueden estar en todo tipo de hábitat acuáticos, de igual manera resisten todo tipo de contaminantes, para efectos del estudio de dicha familia se toman en cuenta aquellos individuos que están en etapa larvaria, ya que los adultos están en su vuelo. Al determinar y catalogar las diferentes subfamilias se puede observar que tanto como Orthoclaadiinae como la Chironominae son estenohídricas, lo que implica que pueden resistir aguas con poco oxígeno ya que aumentan la hemoglobina y toleran aguas con diferentes ámbitos de contaminación.

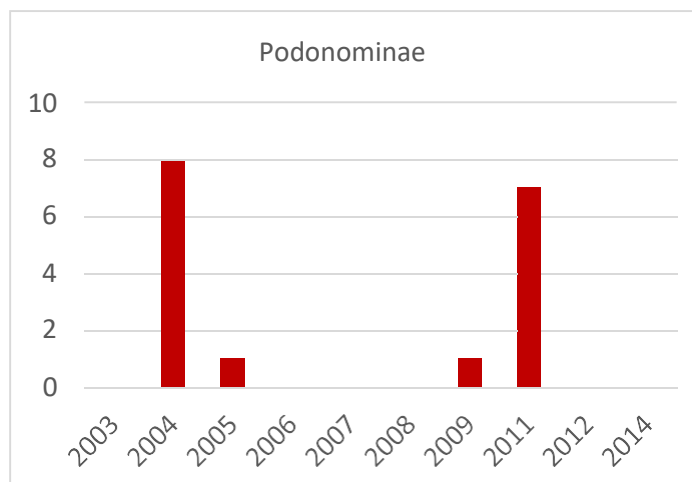
En la figura 11, se relacionan el número de individuos de la subfamilia Chironominae a lo largo del periodo de estudio, teniendo un total de 7582 individuos, siendo la segunda en importancia de distribución. Esta subfamilia predomina en las zonas bajas con poco oxígeno y mucha materia orgánica.



**Figura 11**

*Abundancia de Individuos de la Subfamilia Chironominae*

En la figura 12, se relacionan el número de individuos de la subfamilia Podonominae a lo largo del periodo de estudio, teniendo un total de 17 individuos, siendo la de menor aportación a la distribución. Esta subfamilia predomina en las zonas altas de las cuencas en donde las aguas son más frías, sedimento grueso, aguas con corrientes fuertes con baja contaminación antrópica.

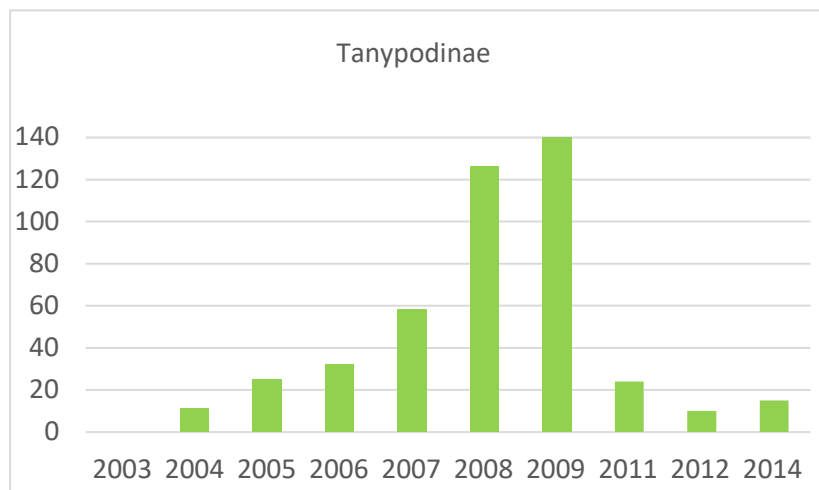


**Figura 12**

*Abundancia de Individuos de la Subfamilia Podonominae*

En la figura 13, se relacionan el número de individuos de la subfamilia Tanypodinae a lo largo del periodo de estudio, teniendo un total de 441 individuos, aportando en menor cuantía a la distribución, tuvo una variación en aumento desde el año 2003 hasta el año 2009, lo cual permite evidenciar que esta subfamilia al ser catalogada como eurihídrica se adapta a ciertos rangos de contaminación en su hábitat, sin embargo del 2009 hasta el 2014 el número de individuos disminuyó lo cual permitió definir que esta subfamilia al ser característica por desplazarse en el sustrato una de las actividades antrópica que posiblemente los afectó es la constante extracción de arena y grava del cauce.

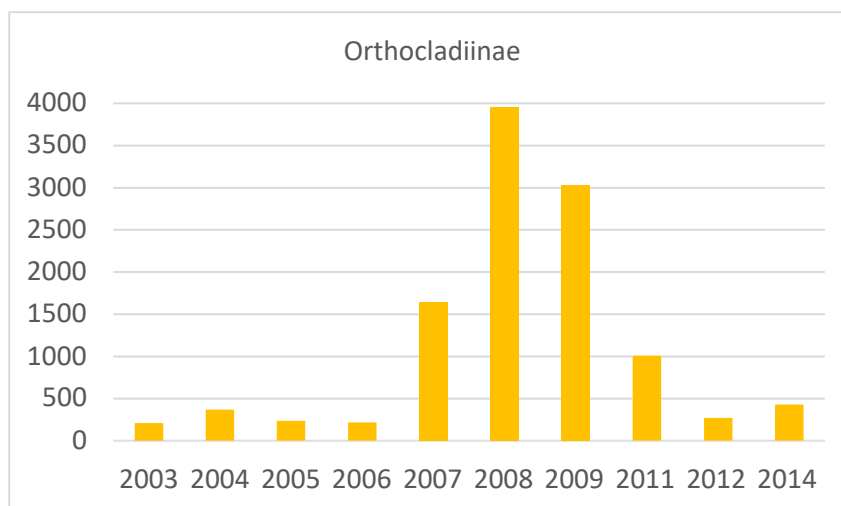




**Figura 13**

*Abundancia de Individuos de la Subfamilia Tanypodinae*

En la figura 14, se relacionan el número de individuos de la subfamilia Orthoclaadiinae a lo largo del periodo de estudio, teniendo un total de 11375 individuos, siendo la de mayor aportación a la distribución. Esta subfamilia normalmente se encuentra en la cabecera de los ríos donde la temperatura del agua es baja, resisten temperaturas de 29 °C y algunos rangos de contaminación lo que les permite cambiar de color su cuerpo siendo indicadores de la calidad de un río, se evidencia su capacidad de adaptación a variaciones ambientales que se ve reflejada en la gran cantidad de individuos obtenidos en los monitoreos realizados en el lapso del 2003 al 2014.



**Figura 14**

*Abundancia de Individuos de la Subfamilia Orthoclaadiinae*

Después de establecer la abundancia de individuos de las subfamilias a lo largo del periodo 2003 a 2014, se procede a determinar el punto de partida para la comparación de la distribución de las subfamilias Chironominae, Podonominae, Orthoclaadiinae, Tanypodinae en la zona media baja del Río Pamplonita antes, durante y después de los derrames de crudo del 2007 al 2014 para la determinación de la calidad ecológica del agua. Es por ello que se seleccionan las estaciones a tener en cuenta para el cumplimiento del tercer objetivo, ya que solo se cuentan los datos de la zona media baja del cauce principal del Río Pamplonita a partir del año 2007 y hasta el 2011. (Ver tabla 22)

**Tabla 22**

*Estaciones de Zona Media Baja del Cauce Principal Río Pamplonita 2007 - 2011*

| <b>Nomenclatura</b> | <b>Zona</b> | <b>Estaciones/localidad</b>              | <b>Municipio</b> | <b>Altura<br/>msnm</b> |
|---------------------|-------------|--|------------------|------------------------|
| <b>E6</b>           |             | El Diamante                              | Pamplonita       | 1066                   |
| <b>E7</b>           |             | Brisas del Pamplonita                    | Bochalema        | 775                    |
| <b>E8</b>           |             | La Donjuana                              |                  | 773                    |
| <b>E9</b>           |             | El Paraíso                               |                  | 733                    |
| <b>E10</b>          | Media       | La Garita                                |                  | 532                    |
| <b>E11</b>          |             | Pórtico los Vados                        | Los Patios       | 461                    |
| <b>E12</b>          |             | Bocatoma Duplat                          |                  | 439                    |
| <b>E13</b>          |             | Puente San Rafael                        |                  | 346                    |
| <b>E14</b>          |             | Confluencia Río Táchira – Río Pamplonita |                  | 278                    |
| <b>E15</b>          | Baja        | El Cerrito                               | Cúcuta           | 266                    |
| <b>E16</b>          |             | Paso de los ríos Don Pedra               |                  | 202                    |
| <b>E17</b>          |             | Agua Clara                               |                  | 69                     |
| <b>E18</b>          |             | Puente Angosto                           |                  | 53                     |

En la tabla 23, se relacionan las actividades realizadas antes, durante y después de los derrames de crudo en la zona media baja y quebrada Iscalá de los años 2011 al 2014. Se incluye Iscalá, ya que el segundo derrame sucedió en diciembre de 2011 por una falla geológica visible en la vereda Cuellar del municipio de Chinácota. En la tabla 24, se detallan las estaciones o puntos en los cuales se recolectan los datos para tener elementos que permitan establecer la calidad del agua de acuerdo a las familias presentes.

**Tabla 23**

*Actividades y Observaciones de Antes, Durante y Después de los Derrames de Crudo 2007 - 2014*

| <b>Año</b>  | <b>Meses</b>       | <b>Actividad</b>                                | <b>Observación</b>                         |
|-------------|--------------------|---|--|
| <b>2007</b> | Febrero            | Muestreo todo cauce principal                   | Antes del derrame                          |
|             | Junio              | Muestreo de zona media baja                     |  |
| <b>2008</b> | Abril              | Muestreo de seguimiento zona media baja         | Después del primer derrame                 |
|             | Julio              |   | derrame                                    |
| <b>2009</b> | Agosto a Diciembre | zona media baja                                 |  |
|             | Enero a mayo       |   |  |
| <b>2011</b> | Septiembre         | Muestreo incidencia ola invernal                | Determinar incidencia en biodiversidad     |
| <b>2012</b> | Enero              | Muestreo evaluatorio de impacto segundo derrame | Después del segundo derrame                |
|             |                    |   | de diciembre de 2011 en la quebrada Iscalá |
| <b>2014</b> | Febrero            | Muestreo todo cauce principal                   | Visión limnológica Río Pamplonita          |

**Tabla 24**

*Estaciones de la Zona Media Baja del Cauce Principal Río Pamplonita – Quebrada Iscalá 2012*

*- 2014*

| <b>Nomenclatura</b> | <b>Zona</b> | <b>Estaciones/localidad</b>              | <b>Municipio</b> | <b>Altura</b> |
|---------------------|-------------|--|------------------|---------------|
| <b>E6</b>           |             | El Diamante                              | Pamplonita       | 1066          |
| <b>E7</b>           |             | La Donjuana                              | Bochalema        | 773           |
| <b>E8</b>           |             | Puente Vargas                            |                  | 1307          |
| <b>E9</b>           |             | Confluencia Iscalá – Río Pamplonita      | Chinácota        | 714           |
| <b>E10</b>          | Media       | La Garita                                |                  | 532           |
| <b>E11</b>          |             | Pórtico los Vados                        | Los Patios       | 461           |
| <b>E12</b>          |             | Bocatoma Duplat                          |                  | 439           |
| <b>E13</b>          |             | Puente San Rafael                        |                  | 346           |
| <b>E14</b>          |             | Confluencia Río Táchira – Río Pamplonita |                  | 278           |
| <b>E15</b>          |             | El Cerrito                               | Cúcuta           | 266           |
| <b>E16</b>          | Baja        | Paso de los ríos Don Pedra               |                  | 202           |
| <b>E17</b>          |             | Agua Clara                               |                  | 69            |
| <b>E18</b>          |             | Puente Angosto                           |                  | 53            |

Como se mencionó anteriormente para el año 2007 se realizó un monitoreo en el mes de febrero donde se muestrearon todas las estaciones del cauce principal del Río Pamplonita, el cual proporcionó datos de la abundancia de individuos de la zona media baja que a su vez permitió realizar el análisis de la frecuencia de individuos por subfamilias antes de la incidencia del derrame de crudo (Ver tabla 25).

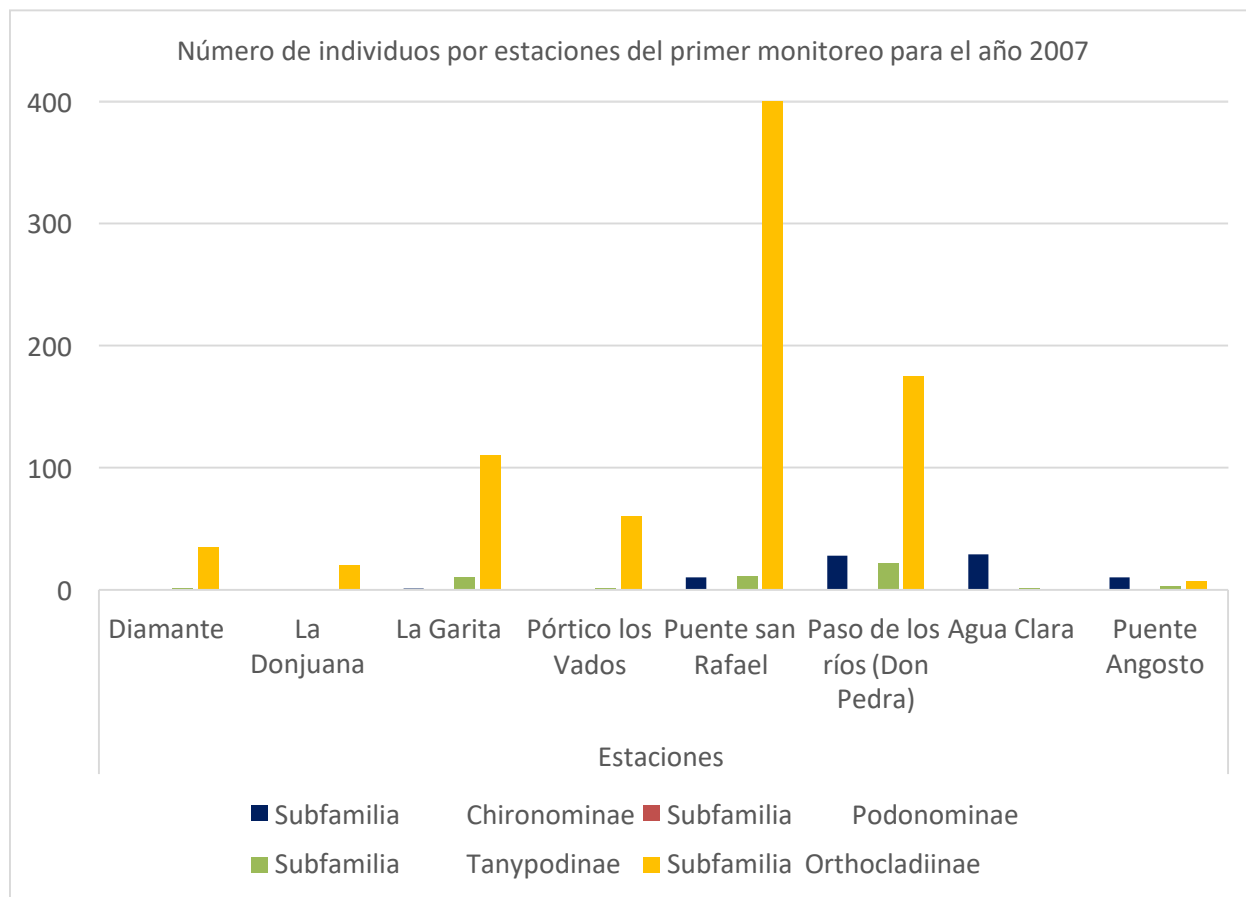
**Tabla 25**

*Recuento de individuos por subfamilia por estaciones-zona media y baja del primer monitoreo para el año 2007*

|                   | Año 2007 número de individuos (Monitoreo de Febrero) | Subfamilia   |             |             |                 |
|-------------------|--|--------------|-------------|-------------|-----------------|
|                   |  | Chironominae | Podonominae | Tanypodinae | Orthoclaadiinae |
| <b>Estaciones</b> | Diamante   | 0            | 0           | 1           | 35              |
|                   | La Donjuana  | 0            | 0           | 0           | 20              |
|                   | La Garita  | 1            | 0           | 10          | 110             |
|                   | Pórtico los Vados                                    | 0            | 0           | 1           | 60              |
|                   | Puente San Rafael                                    | 10           | 0           | 11          | 400             |
|                   | Paso de los ríos (Don Pedra)                         | 28           | 0           | 22          | 175             |
|                   | Agua Clara   | 29           | 0           | 1           | 0               |
|                   | Puente Angosto                                       | 10           | 0           | 3           | 7               |

En el monitoreo realizado antes del derrame como se presenta en la tabla 25 y figura 14, en ese monitoreo para la estación el Diamante, La Donjuana, y Pórtico los Vados no se presentó frecuencia de individuos de la subfamilia Chironominae lo cual indica que en el Diamante la concentración de nitratos de 25 mg/l y nitritos de 0.5 mg/l generó proliferación de algas que no permitió que esta subfamilia abundara al ser limnívora, en La Donjuana y Pórtico los Vados la concentración de oxígeno fue de 9,1 mg/l y 6,7 respectivamente que al ser bueno y aceptable no permite su presencia en estas estaciones. En la estación Agua Clara a pesar de que el agua estaba en una condición aceptable de oxígeno de 6,3 mg/l hubo la mayor frecuencia de la subfamilia Chironominae debido a que la concentración de nitritos de 0,2mg/l y nitratos de 10 mg/l no sobrepasa el límite máximo permisible según la resolución 2115 de 2007 por lo tanto no hay proliferación de algas que generó un aumento de esta subfamilia en esta estación. Teniendo los parámetros fisicoquímicos obtenidos de este monitoreo la subfamilia Orthoclaadiinae presentó

mayor número de individuos en la estación puente San Rafael ya que cuenta con condiciones óptimas para su abundancia, de lo contrario en Agua Clara no se presentaron individuos de esta subfamilia ya que la conductividad fue de 956 mg/l y los nitritos de 10 mg/l sobrepasando el límite máximo permisible según la resolución 2115 de 2007 lo que indica una reciente contaminación por descarga de materia orgánica. Por último la subfamilia Tanypodinae en la estación La Donjuana no tuvo frecuencia de individuos esto debido a que el parámetro de oxígeno disuelto al ser de 9,1 mg/l relativamente bueno se presentó una velocidad alta que probablemente removió el sustrato que no le permitió a esta subfamilia subsistir, lo contrario ocurrió en la estación Paso de los Ríos que al haber un oxígeno bajo de 2,5 mg/l y por lo tanto velocidad del agua baja esta subfamilia presentó una frecuencia de 22 individuos en esta estación siendo la más abundante para esta subfamilia.



**Figura 15**

*Recuento de individuos por subfamilia por estaciones-zona media y baja del primer monitoreo para el año 2007*

El derrame se presenta el 2 de junio del 2007, una vez ocurrido se realizó un barrido del cauce en la zona media baja que se vio alterada por dicho derrame con una disminución de la subfamilia Tanypodinae y Orthocladiinae por ende el aumento de la subfamilia Chironominae (Ver tabla 26 y figura 15).



**Tabla 26**

*Recuento de individuos por subfamilia por estaciones-zona media y baja del segundo monitoreo para el año 2007*

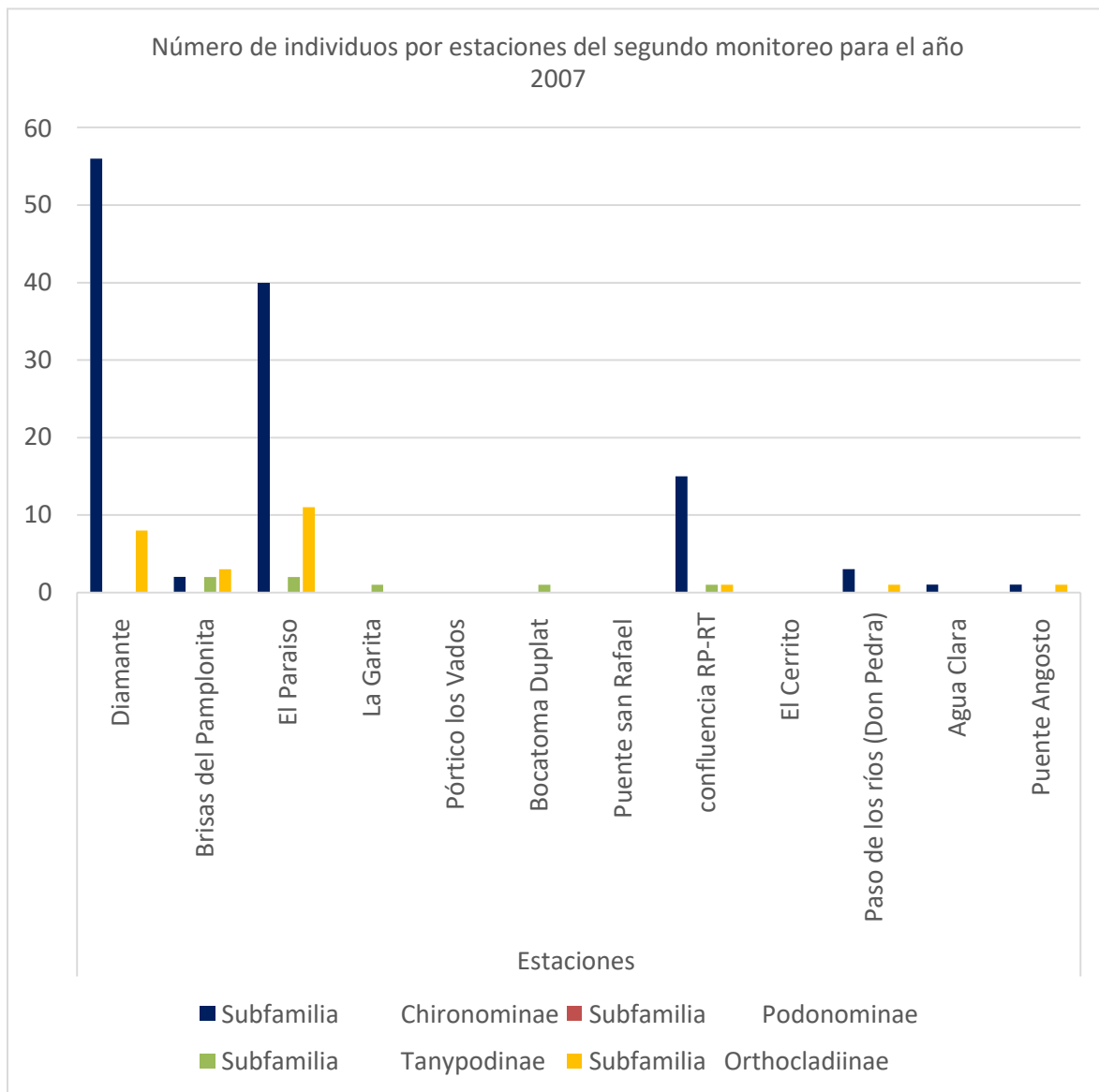
|            | Año 2007 número de individuos (Monitoreo de Junio ) | Subfamilia   |             |             |                 |
|------------|---|--------------|-------------|-------------|-----------------|
|            |   | Chironominae | Podonominae | Tanypodinae | Orthoclaadiinae |
| Estaciones | Diamante  | 56           | 0           | 0           | 8               |
|            | Brisas del Pamplonita ( 1km antes del derrame)      | 2            | 0           | 2           | 3               |
|            | El Paraiso  | 40           | 0           | 2           | 11              |
|            | La Garita   | 0            | 0           | 1           | 0               |
|            | Pórtico los Vados                                   | 0            | 0           | 0           | 0               |
|            | Bocatoma Duplat                                     | 0            | 0           | 1           | 0               |
|            | Puente san Rafael                                   | 0            | 0           | 0           | 0               |
|            | confluencia RP-RT                                   | 15           | 0           | 1           | 1               |
|            | El Cerrito  | 0            | 0           | 0           | 0               |
|            | Paso de los ríos (Don Pedra)                        | 3            | 0           | 0           | 1               |
|            | Agua Clara  | 1            | 0           | 0           | 0               |
|            | Puente Angosto                                      | 1            | 0           | 0           | 1               |

Del segundo monitoreo realizado a la zona media baja del año 2007 en la estación El Paraíso las subfamilias presentan su mayor frecuencia 40 Chironominae 2 Tanypodinae y 11 Orthoclaadiinae resaltando la supervivencia de estas al derrame ocurrido, se observó en los parámetros fisicoquímicos una concentración de nitratos de 0.5 mg/l, nitritos de 25 mg/l y dureza total de 70 mg/l catalogada el agua como blanda lo cual indica la contaminación por el crudo y descargas recientes de materia orgánica. De la estación La Garita hasta Puente San Rafael no hubo individuos de la subfamilia Orthoclaadiinae y Chironominae, la mancha de petróleo que se generó del derrame impide el paso de luz solar para la fotosíntesis por lo tanto las algas disponibles para su alimentación desaparecen lo cual no permite que los Orthoclaadiinae

sobrevivan, por otra parte los Chironominae al ser filtradores son los más afectados por el petróleo ya que los compuestos del petróleo terminan en el organismo de esta subfamilia.

En la estación Confluencia RP-RT se presentó un oxígeno disuelto de 4 mg/l, nitratos de 25 mg/l y nitritos de 0,5 mg/l lo cual indica que además de contener contaminación por el petróleo del derrame hubieron descargas de materia orgánica recientes al cauce, en esta estación se presentó una frecuencia de individuos de la subfamilia Chironominae de 15 que permite evidenciar la capacidad de esta subfamilia de adaptación y supervivencia a extremos de contaminación en su hábitat.

Así mismo en la estación El Cerrito se presentó un nivel de anoxia de oxígeno que no permitió la existencia la subfamilia Orthoclaudiinae y Tanypodinae, por otra parte para esta estación los demás parámetros fisicoquímicos estaban óptimos para la presencia de la subfamilia Chironominae excepto el fosfato con una concentración de 5 mg/l que proporciona la proliferación de algas lo cual impide que esta subfamilia sobreviva.



**Figura 16**

*Recuento de individuos por subfamilia por estaciones-zona media y baja del segundo monitoreo para el año 2007*

Según la tabla 26 y figura 16 para el año 2008 evidentemente después de la incidencia del derrame se ve un aumento de la subfamilia Chironominae en la zona media por aumento de la contaminación del agua por consiguiente en la zona baja se ve reflejada demasiada

contaminación que provocó el aumento de pH en un rango de 7,87 -8,6 y esta subfamilia disminuyó en abundancia, a diferencia de las demás subfamilias se puede evidenciar la capacidad de adaptación de la subfamilia Orthoclaadiinae ya que a pesar de los cambios que surgieron en su hábitat esta subfamilia tuvo una disminución pero al final se mantuvo evitando su desaparición en las zonas afectadas por el derrame.

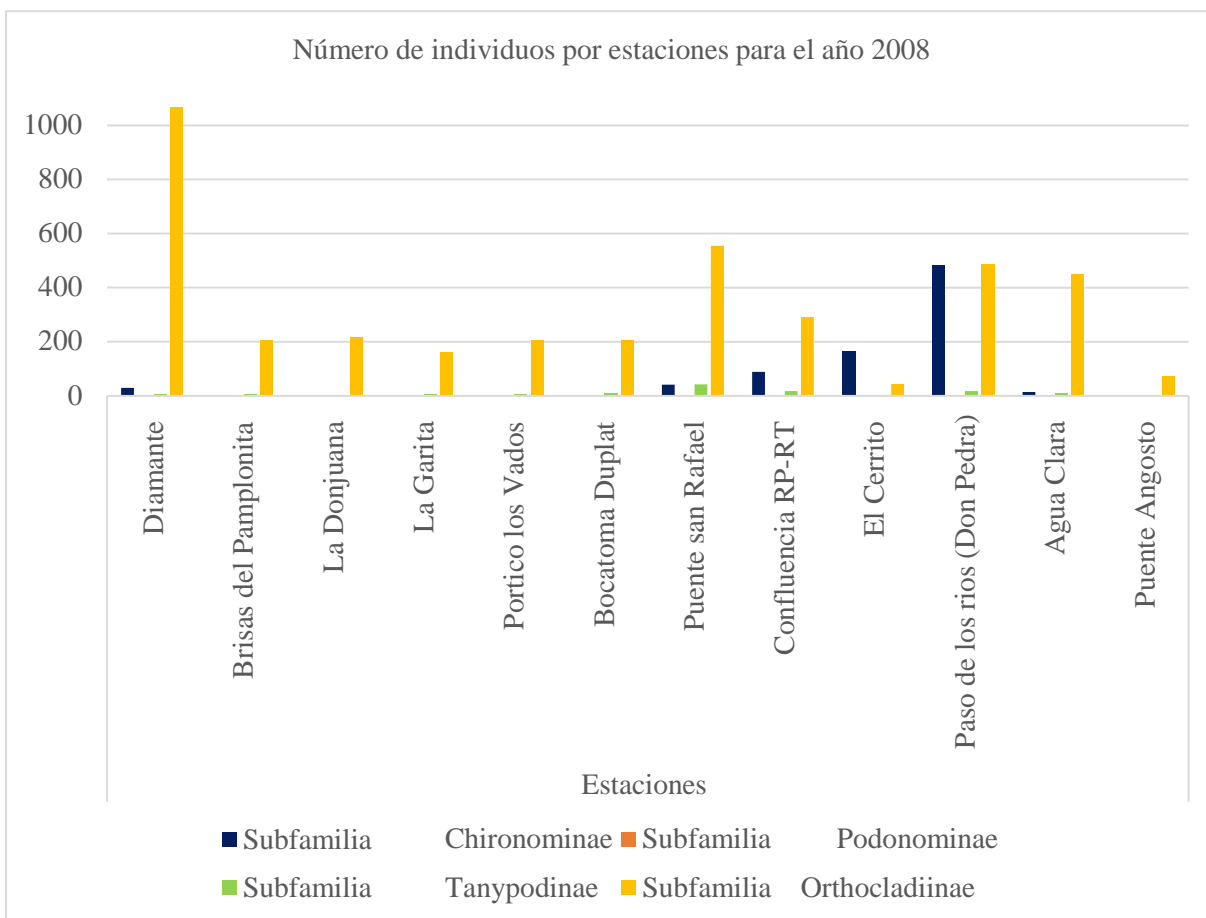
**Tabla 27**

*Recuento de individuos por subfamilia por estaciones para el año 2008*

|                   | Año 2008 número de individuos | Subfamilia   |             |             |                 | Total |
|-------------------|-------------------------------|--------------|-------------|-------------|-----------------|-------|
|                   |                               | Chironominae | Podonominae | Tanypodinae | Orthoclaadiinae |       |
| <b>Estaciones</b> | Diamante                      | 29           | 0           | 7           | 1069            | 1105  |
|                   | Brisas del Pamplonita         | 0            | 0           | 4           | 203             | 207   |
|                   | El Paraiso                    | 0            | 0           | 1           | 215             | 216   |
|                   | La Garita                     | 1            | 0           | 7           | 161             | 169   |
|                   | Pórtico los Vados             | 0            | 0           | 5           | 207             | 212   |
|                   | Bocatoma Duplat               | 0            | 0           | 9           | 207             | 216   |
|                   | Puente san Rafael             | 41           | 0           | 43          | 555             | 639   |
|                   | Confluencia RP-RT             | 88           | 0           | 17          | 291             | 396   |
|                   | El Cerrito                    | 165          | 0           | 1           | 44              | 210   |
|                   | Paso de los ríos (Don Pedra)  | 484          | 0           | 18          | 488             | 990   |
|                   | Agua Clara                    | 14           | 0           | 11          | 448             | 473   |
|                   | Puente Angosto                | 0            | 0           | 2           | 71              | 73    |

A su vez se presentó una variación evidente de las subfamilias con respecto a su apreciación después de la incidencia del derrame del año 2007 predominando la subfamilia Orthoclaadiinae, referente a los nitratos su concentración se dio en un rango de 38,57 - 57,1 mg/l, en todas las estaciones que sobrepasó el valor máximo permisible de la resolución 2115 de 2007, lo cual indica que el agua presentó eutrofización y proliferaron de algas que explica el aumento exponencial de la subfamilia Orthoclaadiinae ya que son fitófagas. Por otra parte, la subfamilia

Tanypodinae al ser categorizada funcionalmente como depredadora no abunda por falta de alimento. Así mismo la subfamilia Chironominae al ser limnívora se alimenta de sedimentos producto de la degradación de rocas, materia orgánica, bacterias y hongos excepto algas lo cual refleja su disminución en frecuencia de individuos.



**Figura 17**

*Recuento de individuos por subfamilia por estaciones para el año 2008*

Como se presenta en la tabla 27 y figura 17 para el año 2009 en la estación el Diamante se destacó por presentar el mayor número de individuos de la subfamilia Orthoclaadiinae con una frecuencia de 840 especímenes en esta estación el agua es catalogada como agua moderadamente

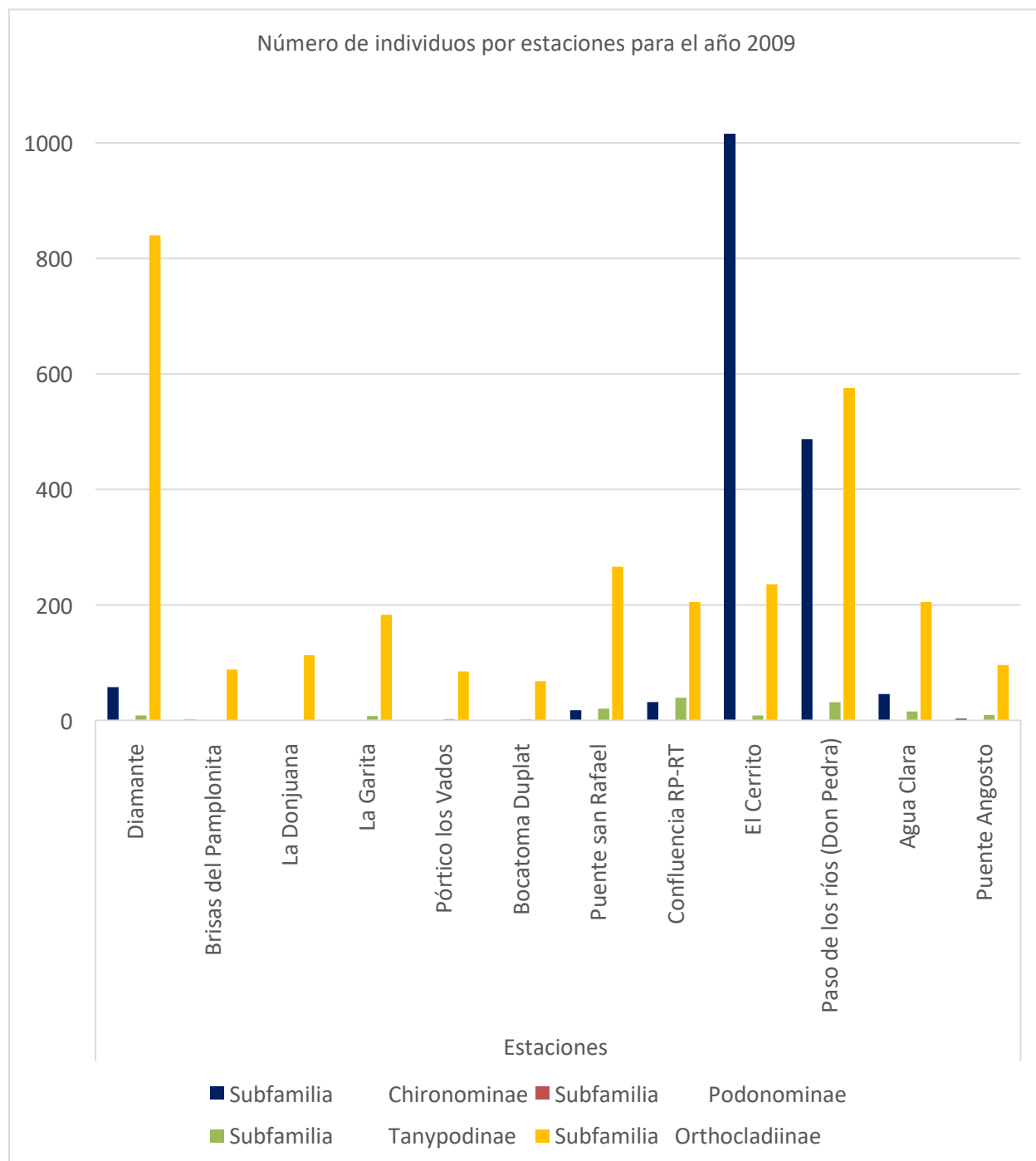
dura con una concentración en un rango de 75mg/l -150mg/l de CaCO<sub>3</sub> a su vez sobrepasa el límite permisible según la resolución 2115 de 2007 de nitratos que se encontró en un rango de 55 mg/L- 60 mg/l y nitritos de 0,18 mg/l a 0,46 mg/l que permite una reproducción alta de esta subfamilia a condiciones óptimas de temperatura; por otra parte la subfamilia Chironominae presentó su mayor frecuencia de individuos en la estación el Cerrito con 1015 especímenes en la cual se obtuvo una concentración de oxígeno disuelto de 3,4 mg/l, una conductividad de 60  $\mu$ s/cm y una concentración alta de nitratos y nitritos que permitió la proliferación de esta subfamilia.

**Tabla 28**

*Recuento de individuos por subfamilia por estaciones para el año 2009*

|                   | Año 2009 número de individuos | Subfamilia   |             |             |                 | Total |
|-------------------|-------------------------------|--------------|-------------|-------------|-----------------|-------|
|                   |                               | Chironominae | Podonominae | Tanypodinae | Orthoclaadiinae |       |
| <b>Estaciones</b> | Diamante                      | 58           | 0           | 8           | 840             | 906   |
|                   | Brisas del Pamplonita         | 1            | 0           | 0           | 88              | 89    |
|                   | La Donjuana                   | 0            | 0           | 0           | 113             | 113   |
|                   | La Garita                     | 0            | 0           | 7           | 183             | 190   |
|                   | Pórtico los Vados             | 0            | 0           | 2           | 85              | 87    |
|                   | Bocatoma Duplat               | 0            | 0           | 1           | 68              | 69    |
|                   | Puente san Rafael             | 18           | 0           | 20          | 266             | 304   |
|                   | Confluencia RP-RT             | 32           | 0           | 39          | 205             | 276   |
|                   | El Cerrito                    | 1015         | 0           | 8           | 236             | 1259  |
|                   | Paso de los ríos (Don Pedra)  | 487          | 0           | 31          | 576             | 1094  |
|                   | Agua Clara                    | 46           | 1           | 15          | 205             | 267   |
|                   | Puente Angosto                | 3            | 0           | 9           | 96              | 108   |

Así mismo se observó el aumento de la contaminación por el derrame del 2007 lo cual ocasionó un incremento de la subfamilia Chironominae en la zona media, sin embargo por el derrame aumentó el pH en un rango de 7,67-8,6 y la temperatura desde 17 °C -27°C esto reflejó para la zona baja del cauce una disminución notoria de esta subfamilia, por otra parte al encontrarse un espécimen de la subfamilia Podonominae en la zona baja del cauce siendo esta subfamilia indicadora de buena calidad del agua seguramente este individuo llegó por arrastre a la zona baja.



**Figura 18**

*Recuento de individuos por subfamilia por estaciones para el año 2009*



Tabla 29

*Monitoreos realizados antes, durante y después del primer derrame de crudo*

| <b>Primer derrame</b>        | <b>Antes del derrame</b>   | <b>Durante el derrame</b>   | <b>Después del derrame</b>   |                 |
|------------------------------|--|---|--|-----------------|
| <b>Año</b>                   | 2007   | 2008  | 2009   | 2009            |
| <b>Monitoreos realizados</b> | Febrero  | Junio   | Abril, Julio y de Agosto a Diciembre   | De enero a mayo |
| <b>Síntesis</b>              | El cauce presentaba una contaminación orgánica por causa de los vertimientos directos al río por parte de los municipios aledaños que permitió evidenciar la capacidad de adaptación de la subfamilia Orthoclaadiinae. | Al petróleo crear una película viscosa en el cuerpo de agua a medida que se va extendiendo vuelve vulnerable las subfamilias. | Se evidencia la capacidad de las subfamilias para recuperarse y tener una adaptabilidad al rango de contaminación existente que dejó el derrame además de la contaminación que ocasiona en el cuerpo de agua los vertimientos. |                 |

Evidentemente como se presenta en la tabla 28 y figura 18 para el año 2011 se pudo apreciar una baja muy notoria en la frecuencia de individuos de las cuatro subfamilias en las zona media, y baja, durante los 4 años después del derrame del 2007 efectivamente hubo una descomposición masiva de materia orgánica e inorgánica por medio de bacterias que ocasionó una variación en el pH volviéndolo más básico en un rango de 8,2 -9,8 lo que indica la casi completa desaparición de la subfamilia Chironominae.

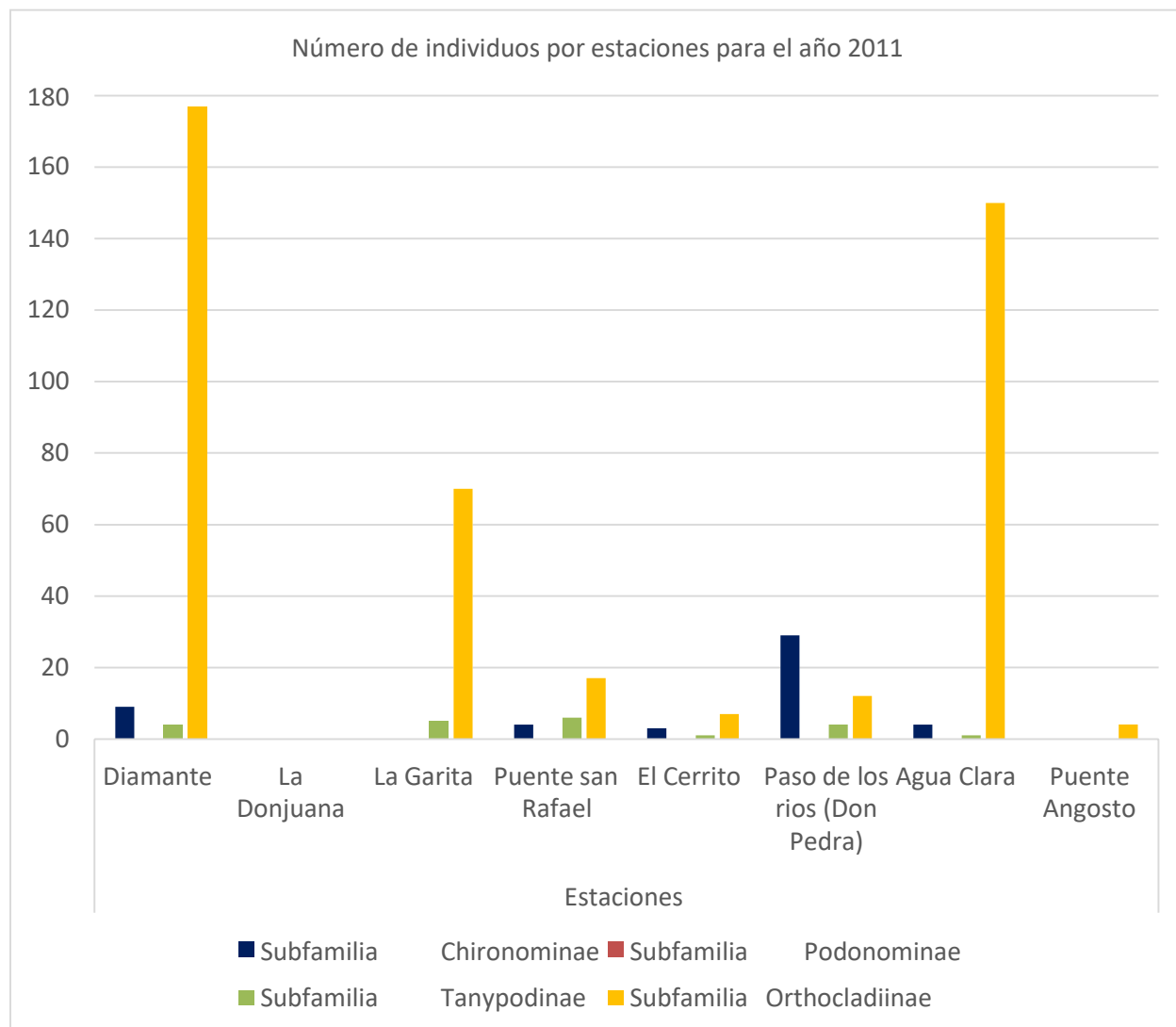
**Tabla 30**

*Recuento de individuos por subfamilia por estaciones para el año 2011*

|                   | Año 2011 número de individuos | Subfamilia   |             |             |                 | Total |
|-------------------|-------------------------------|--------------|-------------|-------------|-----------------|-------|
|                   |                               | Chironominae | Podonominae | Tanypodinae | Orthoclaadiinae |       |
| <b>Estaciones</b> | Diamante                      | 9            | 0           | 4           | 177             | 190   |
|                   | La Garita                     | 0            | 0           | 5           | 70              | 75    |
|                   | Puente san Rafael             | 4            | 0           | 6           | 17              | 27    |
|                   | El Cerrito                    | 3            | 0           | 1           | 7               | 11    |
|                   | Paso de los ríos (Don Pedra)  | 29           | 0           | 4           | 12              | 45    |
|                   | Agua Clara                    | 4            | 0           | 1           | 150             | 155   |
|                   | Puente Angosto                | 0            | 0           | 0           | 4               | 4     |

En la zona media baja de este año se presentó una disminución de la subfamilia Podonominae y proporcional a esto un incremento de la subfamilia Chironominae lo cual indica que el agua tuvo una variación en su calidad, aunque con un aumento en la concentración de nitratos entre un rango de 50mg/l -75 mg/l sobrepasando el límite máximo permisible según la resolución 2115 del 2007 reflejó descargas resientes de materia orgánica que permitió la proliferación de algas llevando a cabo una disminución en la frecuencia de la subfamilia Chironominae. Por otra parte, la subfamilia Orthoclaadiinae al ser catalogada como consumidora

primaria omnívora y fitófaga tuvo mayor capacidad de reproducirse en presencia de algas, también por su capacidad de adaptación a variaciones en las condiciones ambientales de su hábitat.



**Figura 19**

*Recuento de individuos por subfamilia por estaciones para el año 2011*

En la tabla 29 y figura 19 se puede apreciar las frecuencias de individuos del monitoreo realizado en el mes de enero de 2012, según las frecuencias de la subfamilia Chironominae presentadas se pudo observar que de la zona media donde ocurrió el segundo derrame de crudo a la zona baja hubo un aumento de esta subfamilia a causa de la contaminación ocasionada por el derrame que al proporcionar un aumento de la temperatura en un rango de 19,5 °C -25,4°C y pH en un rango de 9,1 a 10,6, en la zona baja esta subfamilia disminuye al igual que la subfamilia Orthoclaadiinae.

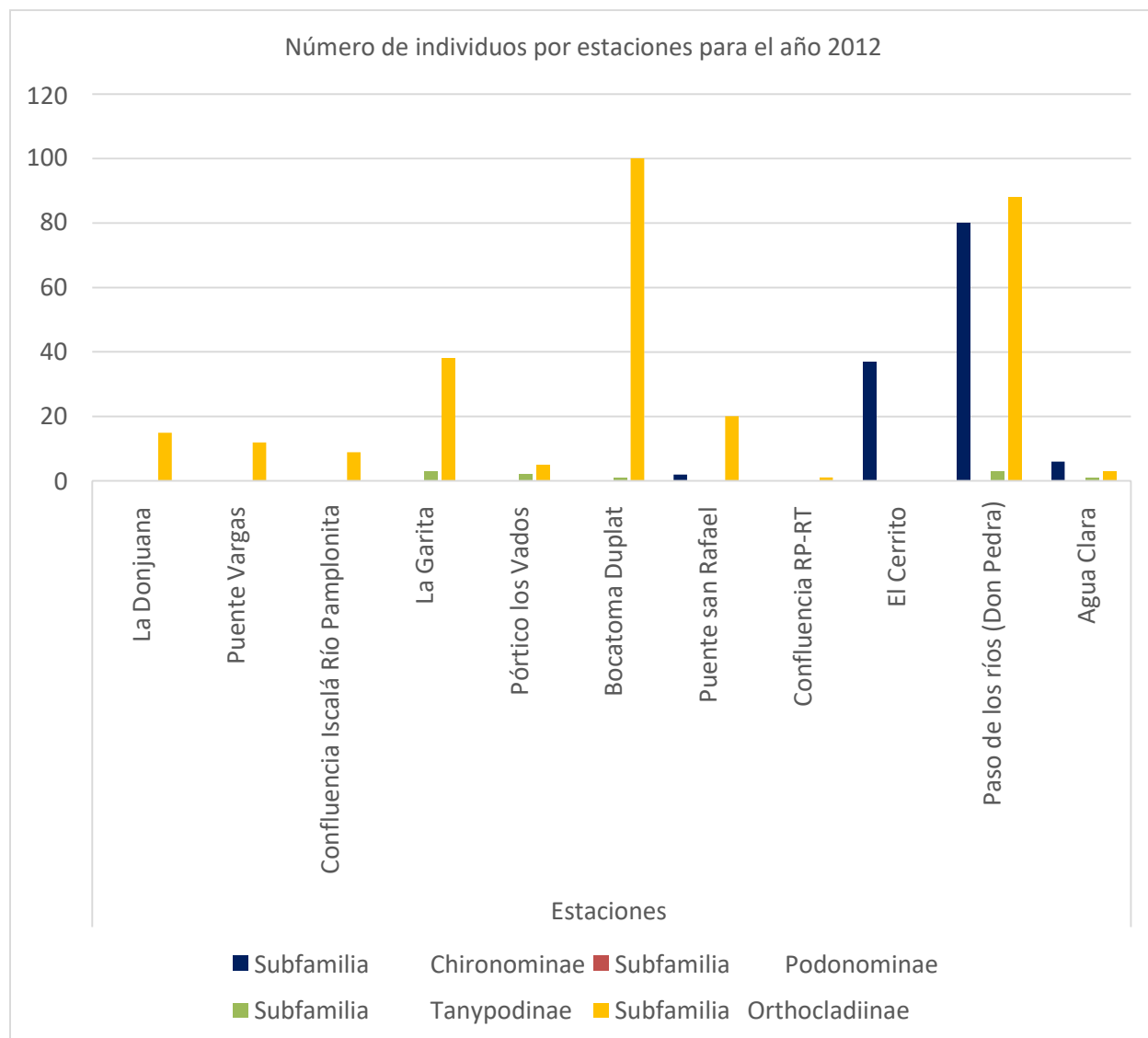
**Tabla 31**

*Recuento de individuos por subfamilia por estaciones para el año 2012*

|            | Año 2012 número de individuos        | Subfamilia   |             |             |                 | Total |
|------------|--------------------------------------|--------------|-------------|-------------|-----------------|-------|
|            |                                      | Chironominae | Podonominae | Tanypodinae | Orthoclaadiinae |       |
| Estaciones | La Donjuana                          | 0            | 0           | 0           | 15              | 15    |
|            | Puente Vargas                        | 0            | 0           | 0           | 12              | 12    |
|            | Confluencia Iscalá<br>Río Pamplonita | 0            | 0           | 0           | 9               | 9     |
|            | La Garita                            | 0            | 0           | 3           | 38              | 41    |
|            | Pórtico los Vados                    | 0            | 0           | 2           | 5               | 7     |
|            | Bocatoma Duplat                      | 0            | 0           | 1           | 100             | 101   |
|            | Puente san Rafael                    | 2            | 0           | 0           | 20              | 22    |
|            | Confluencia RP-<br>RT                | 0            | 0           | 0           | 1               | 1     |
|            | El Cerrito                           | 37           | 0           | 0           | 0               | 37    |
|            | Paso de los ríos<br>(Don Pedra)      | 80           | 0           | 3           | 88              | 171   |
|            | Agua Clara                           | 6            | 0           | 1           | 3               | 10    |
|            | Puente angosto                       | 0            | 0           | 0           | 0               | 0     |

En el año 2012 una vez ocurrido el derrame del 2011 se realizó un monitoreo en Enero evaluando la zona media baja donde se vieron reflejadas las variaciones ambientales a causa de

este derrame, que permitió emitir un concepto de la variación presentada en la frecuencia de los individuos de las cuatro subfamilias donde a raíz del derrame la concentración promedio de nitratos fue de 75 mg/l, los nitritos con una concentración de 0,5 mg/l, superando el límite máximo permisible según la resolución 2115 de 2007, y un oxígeno disuelto entre 3 a 4 mg/l lo que indica un nivel de hipoxia facilitando la reproducción de la subfamilia Chironominae reflejada en el paso de los ríos Don Pedra a diferencia de la subfamilia Orthocladiinae de los cuales su aumento se ve reflejado probablemente por su concentración de dureza total en un rango de 70mg/l a 200 mg/l que permitió catalogar el agua como blanda no apta para consumo humano. En la estación Puente Angosto que se encuentra referenciada como E18 en la tabla 56 por sus condiciones fisicoquímicas no permitió la captación de especímenes de las cuatro subfamilias.



**Figura 20**

*Recuento de individuos por subfamilia por estaciones para el año 2012*

Después del monitoreo realizado en año 2012 pasaron dos años sin evaluar los macroinvertebrados en el cauce, para el año 2014 se realizó un monitoreo ya que la corporación autónoma regional CORPONOR necesitaba tener un consolidado de la calidad del agua, la tabla 30 y figura 20 proporcionan información frecuencial de las cuatro subfamilias donde se pudo apreciar que la subfamilia Orthocladiinae por ser eurihídrica y fitófaga, se adapta a variaciones

en su hábitat , por otra parte la subfamilia Chironominae presenta un aumento evidente en la zona baja ya que los parámetros fisicoquímicos de conductividad en un rango de 40  $\mu\text{s}/\text{cm}$  -650  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , fosfatos en un rango de 1mg/l – 5mg/l que indica un estado del agua en riesgo para consumo humano y bajo contenido de oxígeno disuelto en un rango de 3mg/l - 6mg/l que representa un estado de hipoxia que representa su capacidad de resistencia ante baja concentración de oxígeno.

**Tabla 32**

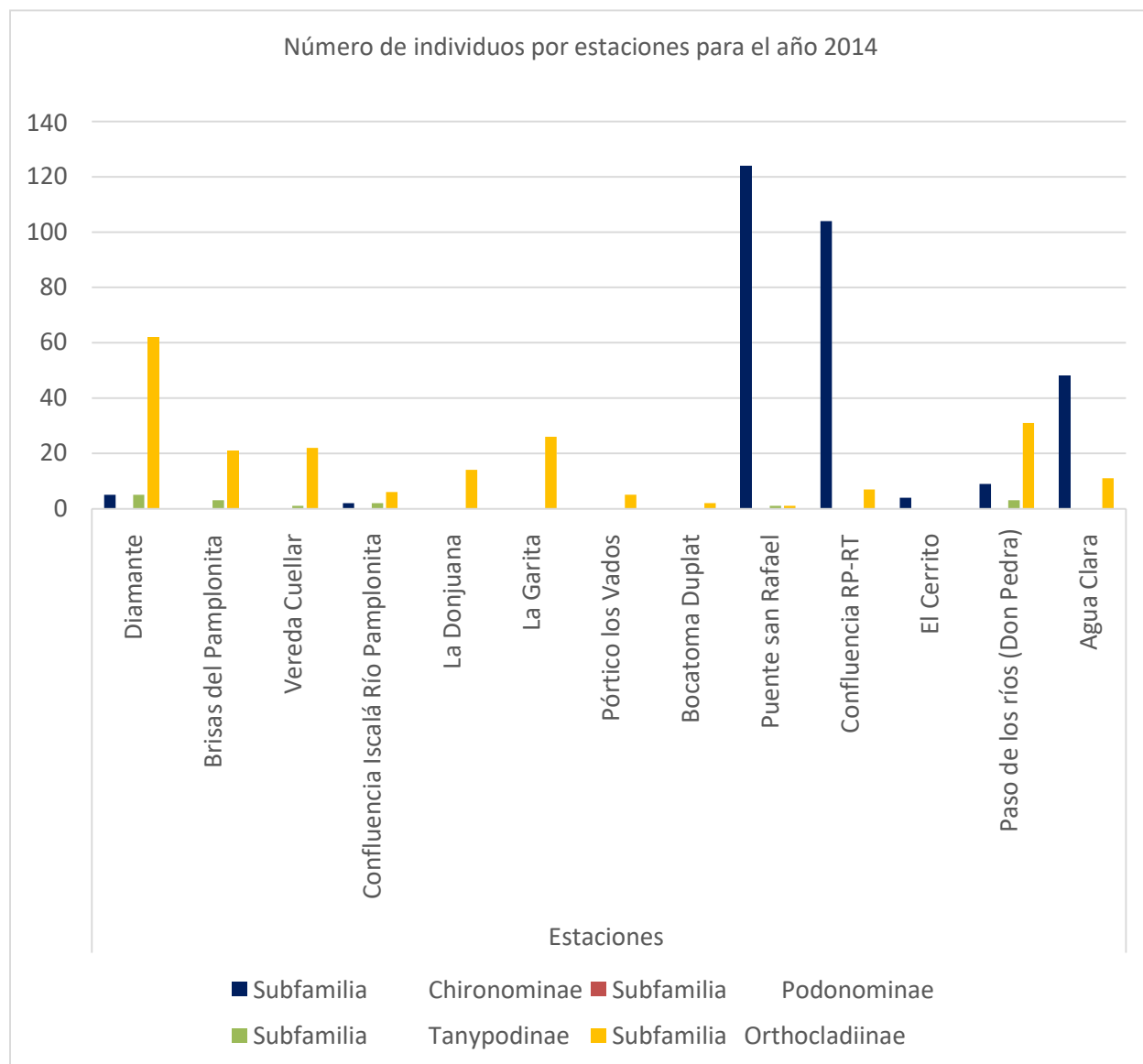
*Recuento de individuos por subfamilia por estaciones para el año 2014*

|            | Año 2014 número de individuos     | Subfamilia   |             |             |                | Total |
|------------|-----------------------------------|--------------|-------------|-------------|----------------|-------|
|            |                                   | Chironominae | Podonominae | Tanypodinae | Orthocladiinae |       |
|            | Diamante                          | 5            | 0           | 5           | 62             | 72    |
|            | Brisas del Pamplonita             | 0            | 0           | 3           | 21             | 24    |
|            | Vereda Cuellar                    | 0            | 0           | 1           | 22             | 23    |
|            | Confluencia Iscalá Río Pamplonita | 2            | 0           | 2           | 6              | 10    |
| Estaciones | La Donjuana                       | 0            | 0           | 0           | 14             | 14    |
|            | La Garita                         | 0            | 0           | 0           | 26             | 26    |
|            | Pórtico los Vados                 | 0            | 0           | 0           | 5              | 5     |
|            | Bocatoma Duplat                   | 0            | 0           | 0           | 2              | 2     |
|            | Puente san Rafael                 | 124          | 0           | 1           | 1              | 126   |
|            | Confluencia RP-RT                 | 104          | 0           | 0           | 7              | 111   |
|            | El Cerrito                        | 4            | 0           | 0           | 0              | 4     |
|            | Paso de los ríos (Don Pedra)      | 9            | 0           | 3           | 31             | 43    |
|            | Agua Clara                        | 48           | 0           | 0           | 11             | 59    |

Desde la Curva de los Adioses hasta Brisas del Pamplonita se presentó un constante aumento de la conductividad siendo directamente proporcional al aumento de materia orgánica en el agua. En la Donjuana se presentaron 14 individuos de la subfamilia Orthocladiinae por su

capacidad de adaptación y supervivencia a las condiciones de alimentación por ser fitófagos y omnívoros. En las estaciones la Garita y Bocatoma Duplat se presentaron solamente individuos de la subfamilia Orthocladiinae, recalcando que la conductividad sigue en un constante aumento y por consiguiente la materia orgánica. En el Puente San Rafael y Confluencia Rt- Rp se presentó un evidente aumento de la subfamilia Chironominae por incremento de la conductividad, materia orgánica y la disminución del oxígeno disuelto en un rango de hipoxia; en la estación, en el Cerrito se encontraron solamente cuatro individuos de la subfamilia Chironominae que es la que más se adapta a estos parámetros de oxígeno encontrándose en una concentración 0 mg/l es decir en un nivel de anoxia, en las estaciones de paso de los ríos Don Pedra y Agua Clara se presentó un aumento muy evidente en los parámetros fisicoquímicos de conductividad que alcanza los 650  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , un oxígeno disuelto de 3 mg/l que indica un nivel de hipoxia, una concentración de nitratos que sobrepasa el límite máximo permisible según la resolución 2115 de 2007 y una dureza de 350mg/l - 400 mg/l que clasificó el agua como muy dura permitiendo ver un aumento de las subfamilias a diferencia de la anterior estación el Cerrito.





**Figura 21**

*Recuento de individuos por subfamilia por estaciones para el año 2014*

**Tabla 33**

*Síntesis de los monitoreos realizados antes, durante y después del segundo derrame de crudo*

| <b>Segundo derrame</b>       | <b>Antes del derrame</b>  | <b>Durante el derrame</b>  | <b>Después del derrame</b>   |
|------------------------------|---|--|--|
| <b>Año</b>                   | 2011  | 2012   | 2014   |
| <b>Monitoreos realizados</b> | Septiembre  | Enero  | Febrero  |
| <b>Síntesis</b>              | Se evidencia la capacidad de las subfamilias principalmente la Orthoclaadiinae y Chironominae para recuperarse y tener una adaptabilidad al rango de contaminación existente que dejó el derrame además de la contaminación que ocasiona en el cuerpo de agua los vertimientos. | Fue evidente la disminución de las subfamilias en algunas estaciones, así mismo se pudo observar la capacidad de las subfamilias para adaptarse con más facilidad de lo que se pudo notar del derrame ocurrido en el año 2007, lo que indica una evolución de estas frente a la contaminación. | Dos años después del derrame las dos subfamilias que más se adaptaron a las variaciones en su hábitat fueron la Orthoclaadiinae y la Chironominae que tiene una facilidad de supervivencia a parámetros fisicoquímicos de contaminación. |

Se obtuvo que antes del derrame del año 2007 el cauce principal del Río Pamplonita presentaba contaminación por descargas de materia orgánica lo cual explica la variación de la presencia de estas cuatro subfamilias, al ocurrir el derrame de crudo del año 2007 se presentó una baja en la capacidad de adaptación ante estas condiciones de contaminación causadas por agentes externos, en este caso el petróleo. Por el contrario, para los años posteriores las subfamilias tuvieron una evolución principalmente la Orthoclaadiinae y la Chironominae que tuvieron un aumento representativo en su frecuencia, por su capacidad de adaptarse a

condiciones de contaminación extrema, por lo anterior para el segundo derrame ocurrido en el 2011 no hubo tanta disminución de individuos como ocurrió en el primer derrame.

## 6. Conclusiones

Por medio de la documentación referente a las cuatro subfamilias se pudo concluir que la subfamilia Chironominae para el cauce principal del Río Pamplonita del departamento de Norte de Santander tuvo una adaptabilidad a un pH básico; además esta subfamilia según el análisis se destacó que al ser eurihídrica tiene una capacidad de adaptación a variaciones extremas de contaminación en su hábitat, sin embargo al no ser omnívora se ve afectada en zonas donde exista proliferación de algas, a su vez al ser indicadores de presencia de metales pesados a esta subfamilia se le ve una afectación en su parte bucal, es decir, se le dañan los dientes.

Se concluye que la subfamilia Podonominae al ser estenohídrica requiere de unas condiciones óptimas en su hábitat, es decir, zonas donde la concentración de oxígeno sea saturada con temperaturas de 0 a 5°C en el cauce principal del Río Pamplonita del departamento Norte de Santander donde presentó una adaptabilidad de 11 a 12°C destacándose su presencia solamente en la cabecera del río.

De la subfamilia Orthoclaadiinae se concluye que al ser eurihídrica se destaca por su capacidad de adaptación a múltiples variaciones ambientales en su hábitat resaltando como limitante la no resistencia a temperatura superior a 29° C.

La subfamilia Tanypodinae se destacó por su adaptabilidad a los diferentes sustratos tales como roca, grava, macrófitas, troncos, arena y etc. Y al ser Dípteros tienen la capacidad de desplazarse por dichos sustratos.

Se pudo notar que los macroinvertebrados de las cuatro subfamilias a pesar de que se adaptan en el lugar de su hábitat, varía en adaptaciones dependiendo del país o zona en que se encuentre, además en Colombia se tiene información de investigaciones realizadas de las

subfamilias pero esta información no es suficiente para caracterizarlas y tampoco se explica la razón por la cual los macroinvertebrados pueden tener capacidad de adaptarse a condiciones tan extremas de un lugar a otro, lo que permitió definir que para tener un análisis completo de un cuerpo de agua en una zona específica se debe hacer una línea base y análisis del comportamiento de los macroinvertebrados en esa zona a través del tiempo.

Después del derrame del 2007 y 2011 según la distribución de las cuatro subfamilias en la zona media y baja las más predominantes fueron la subfamilia Orthocladiinae y la Chironominae por su capacidad de adaptación a variaciones ambientales, además fue muy notoria la disminución de frecuencia de individuos de las cuatro subfamilias por el impacto visto en su morfología a raíz del suceso, lo que permitió apreciar que además de su capacidad de adaptación a ciertas condiciones extremas ambientales no resisten a cambios tan drásticos de contaminación como el que provoca el petróleo en los cuerpos de agua.

## **7. Recomendaciones**

Se recomienda a la comunidad estudiantil seguir con el proceso de ejecución de trabajos de apoyo a la colección de macroinvertebrados acuáticos de la Universidad Francisco de Paula Santander que permita la validación información referente a monitoreos realizados en los ríos del departamento de Norte de Santander que conforma la colección.

Se recomienda seguir desarrollando análisis de las diferentes familias de la colección de macroinvertebrados acuáticos de la Universidad Francisco de Paula Santander en función de su rol como indicadores de calidad de agua en el cauce principal del Río Pamplonita

## 8. Referencias

- AltaVoz, E. d. (25 de septiembre de 2018). *Prontus manual de desarrollo*.  
[https://develop.prontus.cl/prontus\\_desarrollo\\_v12\\_0/plantillas/plantillas-de-taxonomia](https://develop.prontus.cl/prontus_desarrollo_v12_0/plantillas/plantillas-de-taxonomia)
- Andrade. (2011). *Civilgeeks*. <https://civilgeeks.com/2011/11/08/el-agua-y-el-ordenamiento-territorial/>
- Angarita, J. C. (2019). *Gestión sistemática a través de plantillas técnicas de las familias del orden Ephemeroptera, como insumo para el registro de la colección biológica UFPS, por medio del (IAVH); incluyendo el análisis del impacto de los derrames de petróleo del año 2007 y 2014*. Cúcuta. [Tesis de pregrado, Universidad Francisco de Paula Santander] Laboratorio de Limnología.
- Antioquia, U. d. (2012). IX Seminario Colombiano de Limnología. *Actualidades Biológicas*, 34.  
<https://revistas.udea.edu.co/index.php/actbio/issue/view/1311>
- Ascanio, E. (2019). *Actualización del índice BMWP (NDS) (Biological monitoring working party score) modificado y adaptado al cauce principal del río Pamplonita período 2006 – 2014*. [Tesis de pregrado, Universidad Francisco de Paula Santander] Laboratorio de Limnología.
- Ballesteros, K. Y. (2019). *Apoyo en la actualización de la información de la biodiversidad de la región a través de la elaboración de las plantillas taxonómicas de algunas de las familias seleccionadas de la base de datos de la colección de macroinvertebrados acuáticos de la Universidad Francisco de Paula Santander*. [Trabajo de pregrado, Universidad Francisco de Paula Santander] Laboratorio de Limnología.

Bautista, A. P. (2019). *Análisis espacio temporal de 10 familias de macroinvertebrados acuáticos del orden Diptera como insumo para el registro de la colección biológica de la Universidad Francisco de Paula Santander ante el instituto de investigación de recursos biológicos Alex. Cúcuta*. [Tesis de pregrado, Universidad Francisco de Paula Santander] Laboratorio de Limnología.

Paggi, A.C (2003). Los Quironomidos (Diptera) y su empleo como bioindicadores. En D. R. Ringuelet, *Biología acuática*, (pp. 50-57). Instituto de Limnología.

Cabria, M. A. (Noviembre de 2009). *Estudio de la variabilidad espacio temporal de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos en los ecosistemas fluviales de Cantabria. Repercusiones para la aplicación de la directiva marco del agua. Santander*. [Tesis de doctorado, Universidad de Cantabria] ResearchGate  
[https://www.researchgate.net/publication/252321788\\_Estudio\\_de\\_la\\_variabilidad\\_espacio-temporal\\_de\\_las\\_comunidades\\_de\\_macroinvertebrados\\_bentonicos\\_en\\_los\\_ecosistemas\\_fluviales\\_de\\_Cantabria\\_Repercusiones\\_para\\_la\\_aplicacion\\_de\\_la\\_Directiva\\_Marco\\_del\\_Agu](https://www.researchgate.net/publication/252321788_Estudio_de_la_variabilidad_espacio-temporal_de_las_comunidades_de_macroinvertebrados_bentonicos_en_los_ecosistemas_fluviales_de_Cantabria_Repercusiones_para_la_aplicacion_de_la_Directiva_Marco_del_Agu)

Cajal, A. (s.f.). lifeder.com. <https://www.lifeder.com/ecosistema-lotico/>

Maciel, A. Manriquez, N. y Sanchez, G. (2015). El área de distribución de las especies: revisión del concepto. *SciELO*, (pp.1-3).

Carrera, C y Fierro, K. (2001). *Manual de monitoreo, los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua*. EcoCiencia.

Colombia-SA. (s.f.). COLOMBIA-SA: <https://colombia-sa.com/departamentos/nsantander/nsantander.html>

Corporación Autónoma Regional De La Frontera Nororiental. (2010). *Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del Río Pamplonita*.

[https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/22602/37-POMCH\\_Pamplonita\\_ajustado.pdf;jsessionid=90186EEBE75D4AB235E1140306CBC7B4?sequence=1](https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/22602/37-POMCH_Pamplonita_ajustado.pdf;jsessionid=90186EEBE75D4AB235E1140306CBC7B4?sequence=1)

Corporación Autónoma Regional De La Frontera Nororiental. (2008). *Creación de la colección biológica de referencia de los macroinvertebrados acuáticos de Norte de Santander*. Cúcuta.

Corporación Autónoma Regional De La Frontera Nororiental y Universidad Francisco de Paula Santander. (2007). *Evaluación de impacto en la calidad biológica del agua en el cauce principal del Río Pamplonita después del derrame de crudo (desde el diamante hasta su desembocadura en el Río Zulía)*.

Corporación Autónoma Regional De La Frontera Nororiental y Universidad Francisco de Paula Santander. (2009). *Informe técnico final de las acciones ejecutadas por el grupo guía para dar cumplimiento al convenio 0005/2007 entre Corponor-UFPS*.

Corporación Autónoma Regional De La Frontera Nororiental y Universidad Francisco de Paula Santander. (2009). *Informe técnico final de las acciones ejecutadas por el grupo guía para dar cumplimiento al convenio 0005/2007*.



Corporación Autónoma Regional De La Frontera Nororiental y Universidad Francisco de Paula Santander. (2004). *Diseño del plan de monitoreo de la calidad y cantidad del recurso hídrico de las cuencas de los ríos Pamplonita, Zulia, Algodonal y la subcuenca del Río Táchira en el departamento de Norte de Santander.*

Corporación Autónoma Regional De La Frontera Nororiental y Universidad Francisco de Paula Santander. (2007). *Aspectos de la calidad (Fisicoquímica, microbiológica y biológica) y cantidad del recurso hídrico de la cuenca del Río Pamplonita.*

Corporación Autónoma Regional De La Frontera Nororiental y Universidad Francisco de Paula Santander. (2009). *Distribución de las diferentes familias de macroinvertebrados con relacion a los rangos determinadas de algunos parámetros de importancia ecológicos en la zona media baja del cauce principal del Río Pamplonita.*

Corporación Autónoma Regional De La Frontera Nororiental y Universidad Francisco de Paula Santander. (2009). *Informe Técnico Final De Las Acciones Ejecutadas Por El Grupo Guía Para Dar Cumplimiento Al Convenio 0005/2007 Entre Corponor-Ufps.*

Fernández, R. L. (2012). *Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores del estado ecológico de los ríos.* Páginas de información ambiental. Dialnet-  
LosMacroinvertebradosAcuaticosComoIndicadoresDelEs-4015812.pdf

Fondo De Investigación Universitaria. (2004). *Estudio Limnológico de la zona alta del Río Pamplonita.*

Fondo De Investigación Universitaria. (2006). *Estudio Limnológico de la zona baja del Río Pamplonita.*

Fondo De Desarrollo De La Educación Superior y Universidad Francisco de Paula Santander.

(2001). *Macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la zona media del Río Pamplonita*.

García, M., Sánchez, F. D., Martín, R., Guzmán, H., Verdugo, N., Domínguez, E y Cortés., J. G.

(s.f.). El Agua. Páez, C. M. *El medio ambiente en Colombia* (pp. 115 -117). Ideam

<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/000001/cap4.p>

Gómez, V. (s.f.). *Ecosistema léntico: características, biodiversidad y amenazas*.

<https://www.lifeder.com/ecosistema-lentico/>

Hoyos, D & Días, L. (2020). Contribución taxonómica a la subfamilia Chironominae de Caldas:

nuevos registros, clave taxonómica y diagnosis. *Academia Colombiana de Ciencias*.

Vol (44), 4. <https://raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1184>

Induánalisis. (2019, 14 de febrero). *Comunidades hidrobiológicas*. A Induánalisis laboratorio de monitoreo consultoría equipos.

[https://www.induanalisis.com/publicacion/detalle/comunidades\\_hidrobiologicas\\_\\_\\_16](https://www.induanalisis.com/publicacion/detalle/comunidades_hidrobiologicas___16)

Larousse, S. (2016). *Subfamilia*. Gran diccionario de la lengua española.

<https://es.thefreedictionary.com/subfamilias>

García, M., Urrutia, A y Bernabé. M.A (s.f.). *Diseño de herramientas de análisis espacio-*

*temporales para el estudio de base de datos históricos*. Universidad Politécnica de

Madrid. [https://www.researchgate.net/profile/Maria\\_Jose\\_Garcia-](https://www.researchgate.net/profile/Maria_Jose_Garcia-Rodriguez/publication/255625025_Disenio_de_herramientas_de_analisis_espacio-temporales_para_el_estudio_de_bases_de_datos_historicas/links/58f73a1f0f7e9b67a34)

[Rodriguez/publication/255625025\\_Disenio\\_de\\_herramientas\\_de\\_analisis\\_espacio-](https://www.researchgate.net/profile/Maria_Jose_Garcia-Rodriguez/publication/255625025_Disenio_de_herramientas_de_analisis_espacio-temporales_para_el_estudio_de_bases_de_datos_historicas/links/58f73a1f0f7e9b67a34)

[temporales\\_para\\_el\\_estudio\\_de\\_bases\\_de\\_datos\\_historicas/links/58f73a1f0f7e9b67a34](https://www.researchgate.net/profile/Maria_Jose_Garcia-Rodriguez/publication/255625025_Disenio_de_herramientas_de_analisis_espacio-temporales_para_el_estudio_de_bases_de_datos_historicas/links/58f73a1f0f7e9b67a34)

d0b66/Diseno-de-herramientas-de-analisis-espacio-temporales-para-el-estudio-de-bases-de-datos-historicas.pdf

Machado y Flórez. (2018). Aspectos ecológicos de larvas de Chironomidae (Diptera) del río Opia (Tolima, Colombia). *Revista Colombiana de Entomología*, 44.  
<http://www.scielo.org.co/pdf/rcen/v44n1/0120-0488-rcen-44-01-00101.pdf>

Maciel., Manríquez., Aguilar y Sánchez. (2009). El área de distribución de las especies: revisión del concepto. *Scielo*, 1-3. <http://www.scielo.org.mx/pdf/au/v25n2/v25n2a1.pdf>

Medina, C. (s.f.). *Las Colecciones Biológicas, fundamentales para la conservación de la Biodiversidad*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos.  
<http://www.humboldt.org.co/es/noticias/actualidad/item/999-colecciones-conservacion-biodiversidad>

Moreno, J., Torres, R., y Riss, S. (s.f.). *Guía para la identificación genérica de las larvas de quironómidos (Diptera: Chironomidae) de la Sabana de Bogotá. III. subfamilias Tanypodinae, Podonominae y Diamesinae*. Caldasia.

Prat, N. (2018). *Guía para el reconocimiento de las larvas de Chironomidae (Diptera) de los ríos altos andinos de Ecuador y Perú*. Barcelona.  
<http://www.ub.edu/riosandes/docs/CLAVE%20MACROMORFOLOGIA%20LARVAS%20V10.pdf>

Oviedo, N., Reinoso, G. (2018). Aspectos ecológicos de larvas de Chironomidae (Diptera) del río Opia (Tolima, Colombia). *Revista Colombiana de Entomología*, 44.  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0120-04882018000100101&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0120-04882018000100101&lng=en&nrm=iso&tlng=es)

Nieto, D. (2016). Estado actual de la Limnología en Colombia. [Tesis de pregrado, Universidad distrital Francisco José de Caldas]. Archivo digital.

<http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/2932/1/MedinaNietoDianaSofia2016.pdf>

Carvajal, E. (s.f.). Geografía de Cúcuta. *La opinión*.

[https://www.cucutanuestra.com/temas/geografia/rio\\_pamplonita..htm#:~:text=RIO%20PAMPLONITA,-](https://www.cucutanuestra.com/temas/geografia/rio_pamplonita..htm#:~:text=RIO%20PAMPLONITA,-)

[Para%20los%20cucute%C3%B1os&text=La%20necesidad%20de%20transportar%20el ,en%20las%20cercan%C3%ADas%20de%20Pamplona](https://www.cucutanuestra.com/temas/geografia/rio_pamplonita..htm#:~:text=RIO%20PAMPLONITA,-)

Ortiz, M. T. (2019). *Apoyo en la elaboración de plantillas taxonómicas de las familias de macroinvertebrados acuáticos seleccionados de la base de datos como insumo para el registro de la colección de la UFPS ante el instituto Alexander Von Humboldt*. [Trabajo de pregrado, Universidad Francisco de Paula Santander] Laboratorio de Limnología.

Paggi, A. C. (2003). Los Quironómidos (Diptera) y su empleo como bioindicadores. Ringuelet Raúl. *Biología acuática* (pp. 50-52). Instituto de Limnología.

Paredes, A.S y Gelves, A.F. (2019). *Impacto de los extremos de variabilidad climática en la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en el cauce principal del río Pamplonita durante el lapso de tiempo (2000-2014)*. [Tesis de pregrado, Universidad Francisco de Paula Santander] Laboratorio de Limnología.

Pérez, G. R. (2016). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Revista de la academia*

*colombiana de ciencias exactas físicas y naturales*, 40.

<https://raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/335>

Prat, R. A. (2017). Pupas Podonominae (Diptera: Chironomidae). *Revista de biología tropical*.

28459-Article%20Text-95294-1-10-20180201%20(1).pdf

Prat, A. V. (2018). Guía Para El Reconocimiento De Chironomidae de los ríos alto andinos de

Ecuador y Perú. *Revista de biología tropical*.

<http://www.ub.edu/riosandes/index.php/guiachiros.html>

Ramírez, D. P. (2006). *Protocolos Para La Preservación Y Manejo De Colecciones Biológicas*.

Issuu. [https://issuu.com/jpinto/docs/2006\\_mesa-bernal\\_protocpreservmanej](https://issuu.com/jpinto/docs/2006_mesa-bernal_protocpreservmanej)

Real Academia Española. (2001). *Familia*. Diccionario de la lengua española.

<https://www.rae.es/drae2001/familia>

Romero, C. (2020, Marzo 28). ¿Qué tanto sabe usted sobre medio ambiente?. *La Opinión*.

<https://www.laopinion.com.co/qu-tanto-sabe-usted-sobre-medio-ambiente-89451>

Rueda, J. (2015). *Biodiversidad y ecología de metacomunidades de macro-invertebrados*

*acuáticos de las malladas de La Devesa y del Racó de l'Olla (PN de l'Albufera de*

*valencia)*. [Tesis de doctorado, institut Cavanilles de Biodiversitat i Biologia Evolutiva

Universitat de València]

Ruiz., Ospina y Gómez. (2000). *Guía para la identificación genérica de las larvas de*

*quironómidos (Diptera: Chironomidae) de la Sabana de Bogotá. III. subfamilias*

*Tanypodinae, Podonominae y Diamesinae*. Caldasia.

- Sánchez, M. (2005). El índice biológico BMWP (Biological Monitoring Working Party score), modificado y adaptado al cauce principal del río Pamplonita Norte de Santander. *Bistua*. Vol. (3), 56-60. <https://www.redalyc.org/pdf/903/90330207.pdf>
- Springer, H &Ramírez. (2010). Introducción A Los Grupos De Macroinvertebrados Acuáticos. *Revista de biología tropical*. (pp. 37).
- Sepúlveda, E. Y. (2019). *Actualización Del Índice Bmwp (Nds) (Biological Monitoring Working Party Score) Modificado Y Adaptado Al Cauce Principal Del Río Pamplonita Período 2006 – 2014*. [Tesis de pregrado, Universidad Francisco de Paula Santander] Laboratorio de Limnología.
- Technology, S. (2018, 22 de marzo). *La importancia del agua para la vida*. <https://www.swimtonictech.com/es/2018/03/22/la-importancia-del-agua-la-vida/>
- Universidad Francisco de Paula Santander. (2011). *Evaluación de la Calidad Biológica del Agua en el Cauce Principal del Cauce del Río Pamplonita Septiembre 2011*.
- Valencia, D. E. (2019). *Apoyo en la elaboración de algunas plantillas taxonómicas de los ordenes Haplotaxida y Coleoptera como insumo para la presentación ante el instituto de investigación de recursos biológicos Alexander Von Humboldt*. [Trabajo de pregrado, Universidad Francisco de Paula Santander] Laboratorio de Limnología.

**ANEXOS**

### **Anexo 1 Parámetros fisicoquímicos del cauce principal del Río Pamplonita**

Con la información fisicoquímica de parámetros como el oxígeno disuelto, pH, sólidos totales, entre otros, que permitió determinar la vulnerabilidad de los macroinvertebrados frente a las condiciones fisicoquímicas de su hábitat.

Anexos proyecto de grado, trabajo dirigido 2020/ Anexo 1.xlsx



**Anexo 2 Actualización y consolidación de la base de datos de la colección de macro  
invertebrados acuáticos**

Realización de matriz descriptiva con todos los parámetros a tener en cuenta para la divulgación de la información de los especímenes de la colección biológica de macro invertebrados acuáticos en categoría de subfamilia.

Anexos proyecto de grado, trabajo dirigido 2020/ Anexo 2.xlsx

**Anexo 3 Elaboración de los rótulos de la información contenida en los viales de la  
colección**

Rótulos con la descripción de los especímenes de la colección.

Anexos proyecto de grado, trabajo dirigido 2020/ Rótulos de los viales.dox

**Anexo 4 Elaboración de las plantillas taxonómicas con la descripción de las cuatro subfamilias de la familia Chironomidae**

A continuación, anexos con el contenido de las plantillas para cada subfamilia del orden Diptera de la familia Chironomidae.

Anexos proyecto de grado, trabajo dirigido 2020/ Anexo 4.xlsx