

**Diagnóstico ambiental para la restauración ecológica de la subcuenca  
quebrada Pubús del municipio de Popayán - Cauca**

**Trabajo de grado, modalidad investigación, como requisito para optar al  
título de bióloga**

**LAURA ANDREA GUTIÉRREZ**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA  
POPAYÁN  
2017**

**Diagnóstico ambiental para la restauración ecológica de la subcuenca  
quebrada Pubús del municipio de Popayán - Cauca**

**Trabajo de grado, modalidad Investigación, como requisito para optar al  
título de Bióloga**

**LAURA ANDREA GUTIÉRREZ**

**Director**

**Diego Jesús Macías Pinto  
Docente departamento de Biología**

**Asesor**

**Sebastián Felipe Linero  
Biólogo Universidad del Cauca**

**Universidad del Cauca  
Facultad de ciencias naturales exactas y de la educación  
Departamento de biología  
Popayán  
2017**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

**Diego Jesús Macías Pinto  
(Director)**

---

**Dra. Nilsa Lorena Alvear Narváez  
(Jurado)**

---

**Dr. Apolinar Figueroa Casas  
(Jurado)**

Popayán, \_\_\_\_ de mayo de 2017.

## AGRADECIMIENTOS

A mi madre Blanca Gutiérrez por ser el ejemplo de vida en mi camino, por ser la guerrera de mis sueños y realidades, por su amor incondicional, su paciencia, confianza y apoyo constante; por enseñarme el valor de la mujer como ser humano en la sociedad, por convencerme siempre que todo se vuelve posible sí creo que es posible.

A mi abuelo Jorge Henrique. Siempre honrando su memoria, porque él fue el primer antihéroe en el que creí, porque fue y será siempre un ejemplo en vida y constructor de sueños, por enseñarme la humildad, el camino de la esperanza y las utopías.

A mi abuela, otra guerrera de mi vida, por todas sus enseñanzas, por el amor a la naturaleza y al conocimiento.

A mis amigas y amigos, por el apoyo y permanencia, porque cada una de estas personas ha aportado a mi formación personal y han sido cómplices de experiencias vividas, por todo lo compartido, las alegrías y las tristezas. Especialmente al parche, a las guerreras, compañeras y hermanas de vida Kathe, Mary Y Karen (La Negra).

A mi director, por su compromiso, su apoyo constante, sus enseñanzas, por la confianza y los aportes a mi formación personal y académica.

A mi asesor, por su amistad y apoyo constante, por el conocimiento aportado en este trabajo y por sus aportes tanto en lo personal como en lo académico.

A Zaida, por el conocimiento aportado a este trabajo, acompañamiento y amistad.

A las personas que habitan las comunas 7 y 9 de Popayán, por permitirme desarrollar mi trabajo en sus territorios, por sus aportes y por la confianza.

A mis compas del congreso de los pueblos, por el sueño compartido, por la lucha constante y por construirnos cada día como personas políticas y sociales.

A todas las personas que han hecho parte de estos procesos de restauración ecológica, que aportaron directa e indirectamente a mi trabajo.

Y a la vida por ponerme siempre donde debo estar.

## Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN .....	9
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	10
3. JUSTIFICACIÓN.....	11
4. MARCO TEÓRICO.....	12
4.1. Conservación .....	12
4.2. Subcuenca .....	12
4.3. Diagnóstico ambiental .....	12
4.4. Ecosistema de referencia .....	13
4.5. Índice de calidad de bosque de ribera (QBR) .....	13
4.6. Inventario florístico.....	13
4.7. Plantas dinamizadoras .....	13
4.8. Investigación Social .....	14
4.9. Disturbios, tensionantes y factores limitantes.....	15
4.10. Restauración Ecológica .....	15
4.11. Potencialidades de restauración .....	16
5. OBJETIVOS .....	16
5.1 General .....	16
5.2 Específicos .....	16
6. ANTECEDENTES.....	17
7. MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
7.1. Área de estudio .....	19
7.2. Descripción biofísica y socio-ambiental.....	20
7.2.1. Descripción biofísica.....	20
7.2.2. Descripción socio-ambiental .....	22
7.3. Identificación de impactos causantes de la degradación ecológica: disturbios, tensionantes y factores limitantes .....	23
7.4. Reconocimiento de las potencialidades para la restauración ecológica:.....	23
8. RESULTADOS.....	24
8.1 Descripción biofísica y socio-ambiental de la subcuenca quebrada Pubús .....	24
8.1.1. Descripción biofísica.....	24

8.1.2. Descripción socio ambiental .....	42
8.2. Identificación de los impactos causantes de la degradación ecológica detectada en la zona: tensionantes, disturbios y factores limitantes .....	47
8.3. Potencialidades para la restauración ecológica de la subcuenca Pubús .....	49
9. DISCUSIÓN.....	50
10. CONCLUSIONES.....	57
11. RECOMENDACIONES.....	57
12. BIBLIOGRAFÍA .....	58
ANEXOS.....	65

### Lista de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Precipitación media mensual estimada por método de Curvas Isoyetas (POMCH, 2006). .....	25
<b>Tabla 2.</b> Clasificación climática subcuenca Río Molino-Qda. Pubús. <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
<b>Tabla 3.</b> Lista de fauna identificada para la subcuenca quebrada Pubús .....	31
<b>Tabla 4.</b> Lista de plantas registradas para la subcuenca Quebrada Pubús. ....	34
<b>Tabla 5.</b> Especies de plantas dinamizadoras para la subcuenca quebrada Pubús.	39
<b>Tabla 6.</b> Resultados de Puntuación total del promedio de puntos de muestreo del índice QBR para la subcuenca Qda. Pubús. ....	41
<b>Tabla 7.</b> Índice BMWP para la subcuenca Qda. Pubús. <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
<b>Tabla 8.</b> Identificación de los factores tensionantes y disturbios de la subcuenca Qda. Pubús. ....	48

## Lista de Figuras

<b>Figura 1.</b> Localización Subcuenca Quebrada Pubús (Fuente: CRC, adaptado).....	19
<b>Figura 2.</b> Descripción del proceso metodológico. ....	20
<b>Figura 3.</b> Proceso de muestreo y reconocimiento florístico. ....	21
<b>Figura 4.</b> Precipitación y evapotranspiración promedio (mm)/año 2014. (Fuente: Mondragón, 2015). ....	26
<b>Figura 5.</b> Temperatura año 2014. (Fuente: Mondragón, 2015). ....	26
<b>Figura 6.</b> Mapa de la zona urbana y puntos de muestreo de la subcuenca Quebrada Pubús.....	29
<b>Figura 7.</b> Mapa de coberturas y puntos de muestreo (Las Garzas, ecosistema de referencia) de la subcuenca Quebrada Pubús.....	30
<b>Figura 8.</b> Puntuación QBR para cada uno de los tramos evaluados de la Q. Pubús. ....	40
<b>Figura 9.</b> Tiempo de residencia alrededor de la subcuenca de las familias encuestadas. ....	43
<b>Figura 10.</b> Descripción del ingreso económico mensual de las familias de la Subcuenca Qda. Pubús. ....	43
<b>Figura 11.</b> Número integrantes de las familias de la subcuenca quebrada Pubús.....	44
<b>Figura 12.</b> Estado de la subcuenca Qda. Pubús según los habitantes de la comuna 7 y 9 de Popayán.....	45
<b>Figura 13.</b> Acciones comunitarias de conservación de la subcuenca Qda. Pubús. ....	46
<b>Figura 14.</b> Instituciones que están al cuidado de la subcuenca Qda. Pubús. ....	46
<b>Figura 15.</b> Permanencia de los habitantes en los diferentes sitios de las comunas 7 y 9 alrededor de la subcuenca quebrada Pubús.....	47

## Lista de Anexos

<b>Anexo 1.</b> Protocolo Índice de Calidad de Vegetación de Ribera: QBR.....	65
<b>Anexo 2.</b> Encuestas aplicadas para la descripción socioambiental de la subcuenca Quebrada Pubús.....	68
<b>Anexo 3.</b> Lista de impactos encontrados en la subcuenca Quebrada Pubús. ....	70
<b>Anexo 4.</b> Tablas y gráficos complementarios de los resultados de lo socioambiental. .	71
<b>Anexo 5.</b> Imágenes de los tensionantes y disturbios de la subcuenca Qda. Pubús.....	74



## 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente las problemáticas ambientales en Colombia han propiciado la formulación y ejecución de numerosos planes y proyectos para generar cambios en distintos territorios y comunidades del país (Vargas, 2011).

La restauración ecológica surge como una de las posibilidades para mitigar y reparar los daños ocasionados sobre el ambiente y los diferentes ecosistemas, planteando que para el manejo de los sistemas degradados se deben considerar estos como parte del contexto biofísico, social, económico y político (Vargas, 2007, Vargas y Mora, 2008). Necesariamente se debe resaltar la restauración ecológica a partir de la gestión comunitaria (Castellano et al., 2006; Vargas, 2007), ya que como objetivo busca la apropiación de los habitantes por su entorno a partir de la construcción de propuestas y planes de acción utilizando los conocimientos sobre el manejo sostenible del medio natural y así mismo favorecer la calidad ambiental y por tanto la calidad de vida de las comunidades que hacen parte de este (MinAmbiente, 2012a).

La subcuenca Quebrada Pubús se localiza en la zona oriental de la cabecera municipal de Popayán, departamento del Cauca, al suroccidente de Colombia. En su área de 6.82 Km<sup>2</sup>, existen diferentes situaciones socioeconómicas y ambientales (CRC, 2006). El área de amortiguamiento de la quebrada, cuenta con humedales y vegetación de ribera con diferentes tipos de tensionantes que causan afectación negativa (disturbios) debido a las intervenciones antrópicas. Por tales razones este trabajo tiene como resultado un diagnóstico ambiental que permite conocer el estado actual de la subcuenca mediante la evaluación y descripción biofísica y socio ambiental de la zona, la identificación de impactos causantes de la degradación ecológica y el reconocimiento de las potencialidades como línea de restauración ecológica para este ecosistema.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los últimos años, la aceleración de la urbanización y el creciente desarrollo de las economías han causado problemas complejos en los ecosistemas de las zonas urbanas tales como contaminación del aire y del agua, alteración ecológica y escasez de varios recursos (Savard et al, 2000). Actualmente en el contexto urbano, las áreas ribereñas están dentro de los ecosistemas más amenazados a nivel global evidenciados a través de la pérdida de la cobertura vegetal impactando las funciones, bienes y servicios que estos proporcionan (Bunn et al, 1999). De esta manera la degradación de la calidad de los recursos hídricos es la resultante de la contaminación que afecta estas fuentes, por lo tanto la restauración de la vegetación natural en los márgenes del ecosistema acuático representan la solución más eficiente con referencia a la rehabilitación de ecosistemas y el restablecimiento del manto freático ya que los bosques ribereños son considerados la base de la cadena alimentaria de los cuerpos de agua (Ceccon, 2003).

La mayoría de los ecosistemas naturales de Colombia han sido transformados por la deforestación, causada entre otras cosas, por el uso inadecuado del suelo en actividades agroindustriales y el desarrollo urbano, afectando el equilibrio de los sistemas ecológicos (Etter y Wyngaarden, 2000; Guariguata and Kattan, 2002; Rodríguez and Van Hoof, 2004). Esta rápida conversión y deterioro de los ecosistemas originales del país ha generado pérdida de biodiversidad, disminución en calidad y cantidad de los recursos hídricos, degradación de los suelos y contaminación de aguas (Ospina et al, 2012). Hoy día las riberas se encuentran en un estado crítico de degradación. La quebrada Pubús ubicada en Popayán (Cauca) que cuenta con humedales y vegetación de ribera es uno de los receptores de aguas residuales en ciudad, además ha sido un lugar para construcción de viviendas informales por una parte de la población víctima del desplazamiento en Colombia, esto además de otras intervenciones alrededor de la subcuenca ha venido afectando negativamente su área de protección, es decir los parches de vegetación. Por tales razones ésta zona amerita un tratamiento que garantice su conservación (Alcaldía Mayor de Popayán, 2002a; CRC, 2006). El plan de ordenamiento territorial y el plan de ordenación y manejo para la subcuenca, establecen que es necesaria la recuperación de las áreas alteradas, sin embargo no se refiere a las posibilidades para restaurar, es decir que se desconocen las potencialidades para llevar a cabo un proceso de restauración ecológica, por lo que este trabajo se enfoca en responder: ¿Qué condiciones socioambientales presenta la subcuenca para generar un proceso de restauración ecológica?

### 3. JUSTIFICACIÓN

La Constitución Política Colombiana de 1991 en su artículo 80 determina la responsabilidad del Estado de planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible en conservación, restauración o sustitución, así como prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental. Según la política de gestión ambiental urbana, la problemática actual está determinada por múltiples factores entre los cuales se encuentran los relacionados con los recursos naturales renovables y los riesgos de origen natural y antrópico que afectan la conectividad de los ecosistemas que se encuentran dentro de las áreas urbanas. Partiendo de esta problemática, el decreto 1504 de 1998 define dentro de los elementos constitutivos naturales las áreas destinadas a la conservación y preservación de elementos naturales relacionados con corrientes de agua, como las cuencas y subcuencas (Ospina et al, 2012).

En el país la rápida transformación de los ecosistemas originales ha generado pérdida de biodiversidad, disminución en calidad y cantidad de los recursos hídricos (Ospina et al, 2012). Recientemente la degradación de los recursos hídricos ha generado una fructífera línea de trabajo cuyo objetivo es diseñar y ensayar técnicas de restauración (Campbell et al, 1998; Gonzáles y Antón, 1998) es por eso que estas áreas constituyen sitios prioritarios para la conservación por su alto grado de amenaza contrastando con su importancia para la preservación de la diversidad biológica, funciones ambientales y provisión de servicios ecosistémicos. Las múltiples funciones ambientales de la vegetación ribereña realzan su utilidad como un buen indicador en la gestión y planificación territorial, permitiendo su inclusión como elemento clave para la evaluación del estado ecológico de los sistemas acuáticos (Suárez et al, 2002).

Según estas condiciones de deterioro, surge el Plan Nacional de Restauración (2015) que busca a partir de la restauración ecológica, la rehabilitación y la recuperación, contrarrestar los efectos negativos que se han ido acumulando y han deteriorado los ecosistemas y la calidad de vida de las comunidades humanas (MinAmbiente, 2012a).

La subcuenca quebrada Pubús, presenta alta intervención antrópica y sus áreas de amortiguamiento están conformadas por humedales y zonas de ribera que deben tener un manejo exclusivo de protección (Alcaldía Mayor de Popayán, 2002b), para esto es necesario contribuir con un diseño e implementación de técnicas de restauración de las áreas alteradas (Barrera y Valdés, 2007), a partir de un diagnóstico que identifique las potencialidades del sector para su restablecimiento.

## **4. MARCO TEÓRICO**

### **4.1. Conservación**

El modelo ecosistémico de la conservación debe ser el resultado de la negociación entre actores sociales, con énfasis en la visión integral ecosistémica, donde exista convivencia de diferentes formas de valoración del patrimonio natural, con acuerdos entorno a una valoración integral o sistémica de la naturaleza, acentuando la relación dinámica entre preservación-restauración y uso sostenible, con reconocimiento de cambio en situaciones inevitables, adaptación de la gestión para acoplarse a estos cambios y con decisiones basadas en la gestión social y que sean asumidas por sus actores (Pontificia Universidad Javeriana, 2009).

### **4.2. Subcuenca**

El IDEAM (2004) define, de mayor a menor escala, las zonas hidrográficas, entendidas como “el territorio en el que las aguas convergen hacia los puntos más bajos de la superficie del mismo y se unen en una corriente resultante o río principal que finalmente drena en un lago, mar u océano”, de ese modo la subcuenca comuna subdivisión principal de cuenca, sus aguas superficiales y subterráneas son captadas por un afluente secundario dentro de la cuenca y con régimen determinado.

### **4.3. Diagnóstico ambiental**

La realización de un diagnóstico ambiental participativo contempla la aplicación de técnicas para la identificación, localización, caracterización y jerarquización de problemas ambientales comunales sobre la base de la percepción de representantes de la comunidad. Generalmente se realiza lo siguiente:

- Identificación de los problemas ambientales de la comuna por medio de la enunciación de la comunidad, percibidos como consecuencia de su experiencia cotidiana.
- La localización los problemas ambientales identificados en el territorio comunal según la percepción de la comunidad.
- Jerarquización de los problemas según el grado de urgencia o prioridad asignado por la comunidad al conjunto de problemas ambientales o a los problemas específicos.
- Caracterización de los problemas ambientales percibidos como de máxima urgencia o prioridad, en relación a sus causas y/o ámbitos en los cuales se podría actuar para su solución (Barrera et al., 2010; Vargas, 2007).

#### **4.4. Ecosistema de referencia**

Un ecosistema de referencia es un sitio natural o intervenido que se usa como patrón sobre el cual planear un proyecto de restauración, para su evaluación futura; este sitio puede ser verdadero, su descripción por escrito o ambos. La referencia seleccionada podría ser la manifestación de uno de muchos estados posibles de la gama histórica de variación de ese ecosistema, no siempre es fácil identificar este referente pero la reconstrucción con base en la información de diferentes fuentes, puede dar mayor certeza de las condiciones anteriores a los disturbios (SER, 2004; Vargas, 2007).

#### **4.5. Índice de calidad de bosque de ribera (QBR)**

El QBR es un índice de aplicación rápida y sencilla, que integra aspectos biológicos y morfológicos del lecho del río y su zona inundable y los utiliza para evaluar la calidad ambiental de las riberas. Se estructura en cuatro bloques independientes, cada uno de los cuales valora diferentes componentes y atributos del sistema: 1) el grado de cubierta vegetal de las riberas; 2) la estructura vertical de la vegetación; 3) la calidad y la diversidad de la cubierta vegetal y 4) el grado de naturalidad del canal fluvial. Cada bloque recibe una puntuación entre 0 y 25, y la suma de los cuatro bloques da la puntuación final del índice, que expresa el nivel de calidad de la zona de estudio. En la puntuación del QBR suman todos los elementos que aportan cierta calidad al ecosistema de ribera, y resta todo aquello que supone distanciamiento respecto a las condiciones naturales (Munné, 2003).

#### **4.6. Inventario florístico**

Un inventario es la forma directa de reconocer la biodiversidad de un lugar (Noss 1990), se considera como el reconocimiento, ordenamiento, catalogación, cuantificación y mapeo de entidades naturales como genes, individuos, especies poblacionales, comunidades o paisajes (UNEP 1995). La colecta libre de muestras vegetales, es un método rápido y sencillo que permite reconocer las características florísticas de un sitio determinado y que resulta como un inventario que puede ser registrado en un herbario (Ramírez, 1995).

#### **4.7. Plantas dinamizadoras**

Todas las especies de plantas no tienen la misma importancia en la regeneración. Algunas especies son las que más impulsan la regeneración; son buenas para convertir los pastizales en matorrales o para formar rastrojo o para transformar los rastrojos en monte. Esas especies son las que llamamos dinamizadoras, porque hacen que la regeneración avance (Camargo, 2007) y se clasifican así:

- Especies pioneras: sirven para cubrir y controlar los suelos erosionados. Algunas son pastos o hierbas y otras arbustos o arbolitos. Lo importante es que después permiten el crecimiento de otras plantas.
- Especies precursoras: pueden ser arbustos, árboles bajos o árboles altos; son capaces de crecer en medio de los pastizales o los pajonales y de reemplazar a los pastos y otras hierbas. Son de las que crecen a plena luz del sol. También es importante que dejen crecer otras plantas debajo.
- Especies rastrojeras: son árboles de distintas formas y tamaños que crecen relativamente rápido. Resistentes al sol y la sombra. Son capaces de crecer entre matorrales y rastrojos y se caracterizan porque crecen como una varita y salen arriba de las otras.
- Especies monteras: son los árboles que ayudan a transformar los rastrojos en monte. Algunas son de maderas blandas y crecimiento rápido y son casi siempre las que forman bosques secundarios. Otras son de monte maduro y generalmente son de maderas más duras y crecen más despacio.

Una sola especie puede hacer varios papeles; por ejemplo: una precursora puede ser buena rastrojera o una rastrojera puede ser también montera. La clasificación sirve sólo para ayudar a identificarlas en el campo y para planear cómo usarlas en la restauración.

#### **4.8. Investigación Social**

La caracterización de las condiciones sociales para el área de la zona a restaurar se inicia a través de la revisión de las condiciones de la población humana del área por medio de fuentes de información registrada en planes de ordenamiento municipal, de desarrollo y de manejo y ordenamiento de cuencas hidrográficas, que debe ser corroborada en campo, definiendo los límites físicos de los centros poblados y/o veredas, el tamaño de la muestra poblacional representativa a muestrear describiendo el número de familias presentes en el área y su permanencia, en caso de no existir población, se caracterizan quienes habitan en zonas aledañas (Barrera et al, 2010). Tal caracterización puede hacerse a través de encuestas, entrevista y/o talleres, recopilando información sobre actividades productivas con la frecuencia, intensidad y temporalidad correspondiente, aspectos indicadores de desarrollo humano (educación, ingresos, oportunidades), tenencia de tierra, infraestructura e instituciones presentes, proyectos desarrollados, intereses y expectativas de la comunidad a nivel ambiental, político, social y económico. Se analiza junto a los pobladores los aspectos socioeconómicos, políticos y culturales que influyen sobre los recursos naturales del área a restaurar, ya que son ellos quienes evidencian los procesos

de cambio en un sistema natural, aproximándose así al proceso de transformación del área, ayudando a consolidar el reconocimiento del individuo como principal agente transformador de los sistemas naturales. Es ideal vincular a las personas de mayor edad, permanencia y/o conocimiento de la zona (Barrera et al, 2010).

#### **4.9. Disturbios, tensionantes y factores limitantes**

Existen varias definiciones sobre disturbio y tensionante, así como también discusiones sobre la relación de ambos términos, sin embargo, para este trabajo se ha tenido en cuenta el disturbio como el cambio de las condiciones que interfiere con el funcionamiento normal de un sistema biológico (Van Andel y Van Den Vergh, 1987) y como el efecto que genera las áreas disturbadas (Barrera y Valdés, 2007) y los factores tensionantes como los diferentes tipos de estímulo externo que puedan dañar o no los sistemas naturales (Brown y Lugo, 1994), es decir la tensión como los estímulos generadores o no de los disturbios (Barrera y Valdés, 2007).

Los factores tensionantes se introducen en el ecosistema y restringen la entrada de energía a éste o a uno de sus componentes, aumentando las pérdidas, deteriorando las reservas en cada componente y los flujos entre ellos; mientras que los factores limitantes son condiciones propias del medio que limitan o restringen el desarrollo del ecosistema por cuanto generan reducción en tasas de crecimiento y desarrollo de la vegetación, lo cual retrasa el proceso de sucesión vegetal y altera el flujo de energía en el ecosistema (DAMA, 2004).

#### **4.10. Restauración Ecológica**

La Restauración Ecológica se refiere al proceso de asistir el restablecimiento de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido (SER, 2004), mediante estudios sobre estructura, composición y funcionamiento del ecosistema degradado y de un ecosistema de referencia que brinde información del estado que se quiere alcanzar o del estado previo al disturbio, que servirá de modelo para planear un proyecto. La restauración ecológica tiene otras dimensiones además de la ecológica, como la social, política, económica y ética. La dimensión social busca integrar las poblaciones humanas a los proyectos de restauración y contribuir a mejorar sus condiciones. Las dimensiones económica y política se refieren a los costos que implica restaurar grandes áreas y a la necesidad de una voluntad política que haga de la restauración una práctica ligada a la conservación de ecosistemas. En cuanto a la dimensión ética, se debe buscar un consenso de la percepción de la naturaleza, en donde conductas negativas hacia el entorno natural se transformen en actitudes en pro de la conservación (Vargas, 2007).

#### **4.11. Potencialidades de restauración**

Uno de los conceptos más importantes que ha surgido es el de *potencial de restauración ecológica* PER, que hace referencia al valor potencial que un lugar dado puede llegar a tener, dependiendo de la interacción entre los factores físicos, bióticos y sociales, para la implementación de un proceso de restauración (DAMA, 2006). Si la zona tiene valores altos en dicho potencial es probable que requiera un proceso de intervención leve y por tanto menor inversión, mientras que áreas con procesos de degradación severos van a requerir una intervención fuerte y por ende mayores costos. Este concepto agrupa tres componentes: biótico, físico y social, cada uno de éstos presenta factores que inciden positiva como negativamente, en la valoración para determinar el potencial de restauración (Ramírez et al, 2012).

### **5. OBJETIVOS**

#### **5.1 General**

Elaborar un diagnóstico ambiental para establecer líneas de restauración ecológica en la subcuenca quebrada Pubús del municipio de Popayán.

#### **5.2 Específicos**

- Realizar la descripción biofísica y socio-ambiental de la subcuenca quebrada Pubús.
- Identificar los impactos implicados en la degradación ecológica, los disturbios, tensionantes y factores limitantes en el área de estudio.
- Reconocer las potencialidades para la restauración ecológica el área.



## 6. ANTECEDENTES

Barrera y Valdés (2007), plantean que a nivel global, los temas de la restauración ecológica y ecología de la restauración tuvieron sus inicios a finales de la década de los ochenta del siglo XX por investigadores como Jordan, Cairns, Bradshaw y Harper; pero su desarrollo más importante fue durante los noventa con el nacimiento de la Sociedad de Ecología de la Restauración (SER), quienes proponen los principios, lineamientos y marco conceptual para el abordaje de los procesos y técnicas adecuadas para restauración ecológica (Ospina et al, 2012). Para este trabajo se han revisado diferentes documentos de investigación que involucran la restauración ecológica como estrategia de recuperación; los bosques ribereños, la restauración y conservación de las cuencas hidrográficas (Ceccon, 2003), Caracterización de la calidad de los bosques ribereños (Valero et al, 2014) y Evaluación de la calidad de vegetación ribereña mediante la aplicación del índice QBR como base para su planificación y gestión territorial (Carrasco et al, 2014).

En Colombia el tema de restauración ecológica comenzó a ser abordado a partir de la mitad de la década de 1990, estableciendo entidades y/o fundaciones que se han encargado de abrir espacios, generar manuales y publicar artículos de este tema en base a experiencias que se han realizado en el país. El manual para la restauración ecológica de los ecosistemas disturbados en el distrito capital es una iniciativa que pretende estandarizar, los procedimientos que se deben llevar a cabo para realizar un proyecto de restauración ecológica, exponiendo la teoría pertinente y los resultados obtenidos de prácticas de restauración en diferentes áreas cercanas al distrito de Bogotá (Barrera et al, 2010). Esta disciplina se formalizó a nivel nacional en 1998 con dos documentos de política. El primero fue el Plan Estratégico para la Restauración Ecológica y el Establecimiento de Bosques en Colombia, Plan Verde, Bosques para la Paz (1998), preparado por el Ministerio de Medio Ambiente y aprobado por el Consejo Nacional Ambiental. El objetivo de este plan era “generar las bases para involucrar la restauración ecológica, la reforestación con fines ambientales y comerciales y la agroforestería en el ordenamiento ambiental territorial” (MinAmbiente, 1998).

El segundo documento que se produjo en 1998 fue “Colombia, Biodiversidad Siglo XXI”, una propuesta técnica para la formulación de un Plan Nacional en Biodiversidad (Fandiño y Ferreira, 1998), este documento fue la base de la Política Nacional de Biodiversidad aprobada en 1995 y de allí también partió la formación de personas directamente relacionadas con el actual Plan Nacional de Restauración (MinAmbiente, 2012b). Esta política nacional fue preparada por el Instituto von Humboldt para el Ministerio del Medio Ambiente y el Departamento

de Planeación Nacional y junto con esta existen, el Protocolo Distrital de Restauración para el Distrito Especial de Bogotá (Salamanca y Camargo, 2002) y el documento, La restauración ecológica en Colombia: Tendencias, necesidades y oportunidades (Murcia y Guariguata, 2014).

En el marco de los lineamientos establecidos en los planes y documentos para restauración ecológica han surgido diferentes trabajos de investigación en el campo nacional que buscan por medio de la restauración ecológica la recuperación de diferentes ecosistemas; tales como: identificación de estrategias de gestión ambiental (García, 2014), evaluación ambiental a nivel de microcuenca mediante la aplicación del índice QBR (Díaz, 2004) y restauración ecológica de la biodiversidad (Vargas, 2011).

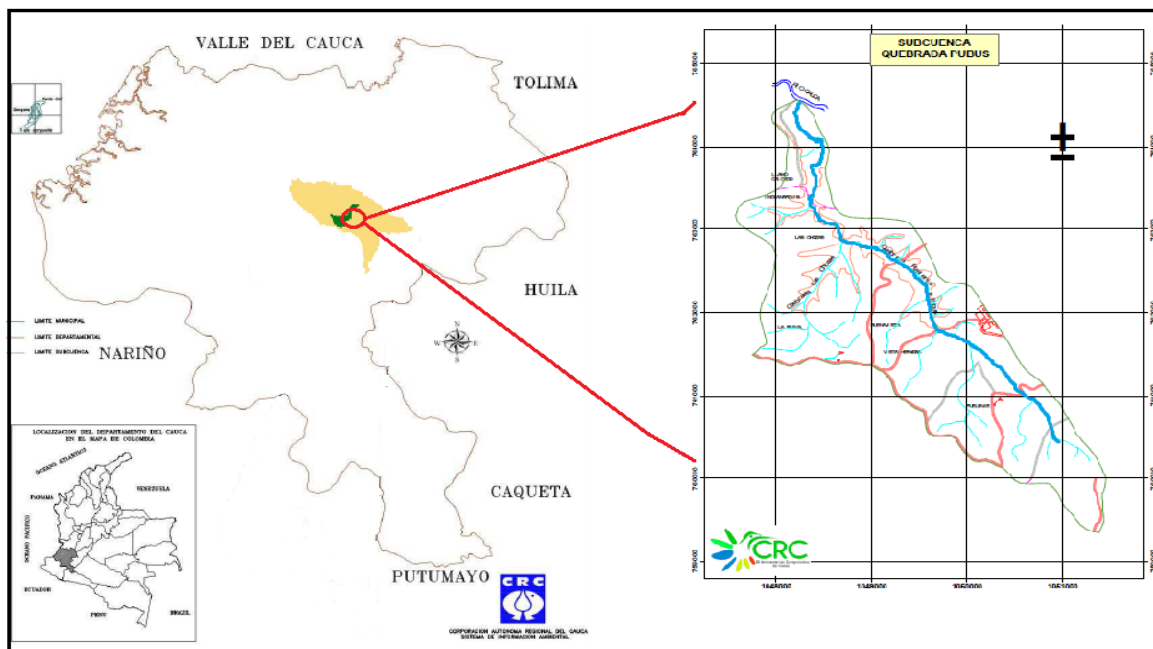
En el departamento del Cauca y Popayán se han realizado trabajos de pregrado a nivel de diagnósticos ambientales para la conservación (Linero y Polanía, 2012); para la restauración ecológica (Piso, 2015); potencialidades para la restauración ecológica (Mondragon, 2015); especies dinamizadoras en procesos de restauración (Sterling, 2011) y un libro publicado sobre diversidad, potencialidades y conservación del Macizo Colombiano (Macías et al, 2007).

Para la quebrada Pubús, existe un plan de ordenación y manejo de la subcuenca por parte de la autoridad ambiental con jurisdicción en el área. La ordenación así concebida constituye el marco para “planificar el uso sostenible de la cuenca y la ejecución de programas y proyectos específicos dirigidos a conservar, preservar, proteger o prevenir el deterioro y/o restaurar la cuenca hidrográfica; así está determinado en el plan de ordenación y manejo de la subcuenca río Molino-quebrada Pubús, que en términos estrictos esta codificación determina que el plan está constituido por dos subcuencas: El río Molino y la quebrada Pubús, pero que por su relación ecológica se decidió considerarlas una sola unidad de planificación y se establecen unas líneas estratégicas de educación ambiental, referidas a la formación, capacitación y gestión para la conservación (CRC, 2006).

## 7. MATERIALES Y MÉTODOS

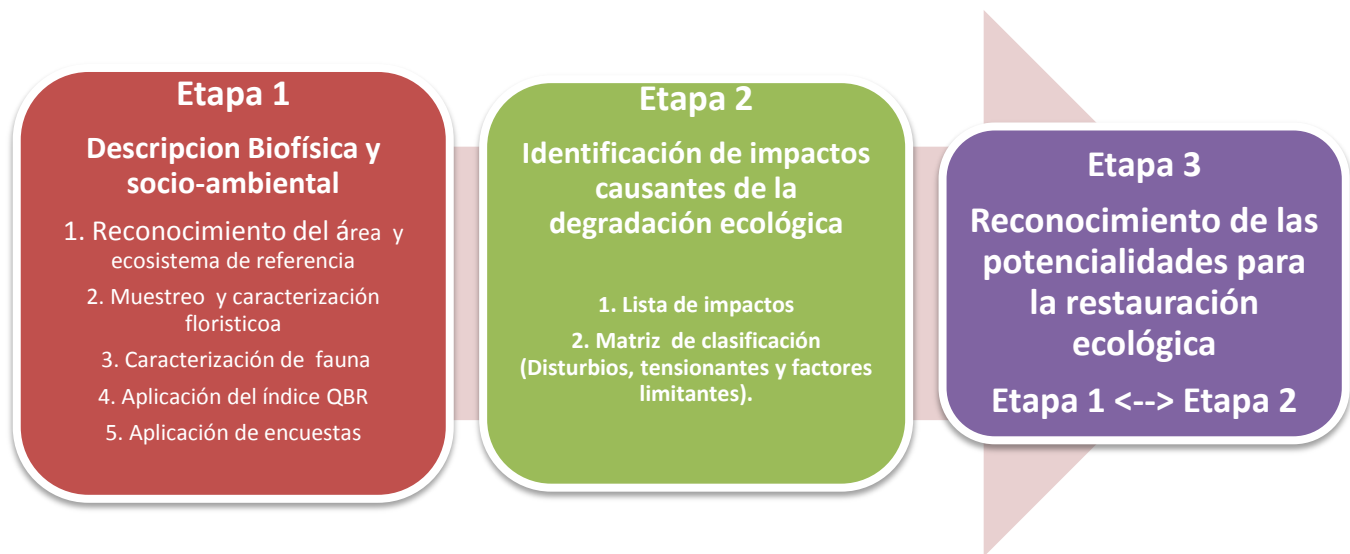
### 7.1. Área de estudio

La subcuenca quebrada Pubús se encuentra localizada en la zona oriental de la cabecera municipal de Popayán, departamento del Cauca, al suroccidente de Colombia. En su área de 6.82 Km<sup>2</sup>, la subcuenca envuelve diferentes situaciones socioeconómicas y biofísicas que se reflejan en la división político administrativa, donde se incluye zona rural (veredas: El túnel, Samanga, Puelenje, Torres, La playa, Cajete y Las Chozas) y zona urbana (comunas 6, 7 y 9) (CRC, 2006). Se encuentra a una altura de 1800 msnm, los valores medios anuales de temperatura, precipitación y humedad relativa son 19°C, 2142 mm y 67,7-75,2%, respectivamente, se considera que el bosque existente corresponde a bosque húmedo pre montano (bh-PM.) (Holdridge, 1978) y selva Subandina (Cuatrecasas, 1958). Para este trabajo se seleccionaron 10 tramos de la subcuenca, teniendo en cuenta zona rural y zona urbana (Figura 1).



**Figura 1.** Localización Subcuenca Quebrada Pubús (Fuente: CRC, adaptado).

Este trabajo se realizó en tres etapas (Figura 2): Descripción biofísica y socioambiental de la zona de la subcuenca quebrada Pubús, Identificación de impactos causantes de la degradación ecológica: disturbios, factores tensionantes y factores limitantes así como reconocimiento de las potencialidades para la restauración ecológica.



**Figura 2.** Descripción del proceso metodológico.

## 7.2. Descripción biofísica y socio-ambiental

A continuación se detalla el proceso llevado a cabo para realizar la fase de descripción biofísica y socioambiental de la subcuenca quebrada Pubús.

### 7.2.1. Descripción biofísica

- Reconocimiento del área de estudio.** Se recopiló y revisó la información secundaria (Vargas, 2007), sobre aspectos climáticos, geológicos, geomorfológicos, hidrológicos, sociales y bióticos presentados en el POMCH Rio Molino – Pubús y POT; por falta de claridad e información difusa, los aspectos de variables climáticas fueron contrastados con datos actualizados obtenidos por Mondragón (2015). También se hicieron 2 recorridos en los cuales se obtuvo coordenadas de los sitios estratégicos donde se desarrollaron las actividades de colecta de vegetación, observación, toma de datos y aplicación del índice QBR. Con las coordenadas se localizaron los diferentes puntos de trabajo en dos mapas mediante ArcGIS 10.2.2.
- Selección del ecosistema de referencia.** Este ecosistema fue seleccionado e identificado en los recorridos de reconocimiento del área de estudio, se determinó cumpliendo con dos criterios: que presentara algún grado de conservación y que hiciera parte del ecosistema de la zona de estudio (SER, 2004; Vargas, 2007).




- c. **Caracterización de fauna.** Se revisó la información presente en el POMCH Rio Molino-Pubús (2006), observación directa y diálogos con la comunidad. Se registraron especies de aves, anfibios, mamíferos y reptiles que habitan alrededor de la quebrada Pubús.
- d. **Muestreo y reconocimiento florístico.** Se revisó y se actualizó mediante la plataforma The Plant List (2013) la flora presentada en POMCH Rio Molino-Pubús (2006). Se realizaron 4 jornadas de campo para hacer muestreos utilizando el método de colecta libre (Ramírez, 1995), para cada punto de muestreo se registraron coordenadas así como datos de nombre científico, nombre común, hábito y usos de las plantas colectadas. Las muestras vegetales fueron procesadas (Figura 3) y determinadas en el herbario de la Universidad del Cauca (CAUP), haciendo uso de claves taxonómicas como las de Mendoza y Ramírez (2000), (Gentry, 1993); información bibliográfica disponible en CAUP y en la base de datos virtual de la Universidad Nacional de Colombia, n.d. y el (Missouri Botanical Garden, n.d.) Con este reconocimiento se seleccionaron las especies de plantas con potencial dinamizador para la restauración.



Figura 3. Proceso de muestreo y reconocimiento florístico.

- e. **Evaluación de la calidad de vegetación de ribera.** Se aplicó el índice QBR (Munné et al, 2003) en 10 tramos de la subcuenca, cada uno de 100 m y con un distanciamiento de 100 a 200 m entre estos. Se hicieron 5 salidas de campo, en cada salida se evaluaron dos tramos utilizando el protocolo del índice de calidad de bosque de ribera del grupo de investigación de ecología *Freshwater Ecology and Management* (Universidad de Barcelona, n.d.) que se muestra en el Anexo 1. El resultado cada tramo fue comparado con los rangos de calidad del QBR (tabla 1).

**Tabla 1.** Rangos para determinar el nivel de calidad del índice QBR.

Nivel de calidad	Rango QBR	Color representativo
Sin alteraciones, calidad muy buena, en estado natural.	$\geq 95$	
Ligeramente perturbado, calidad buena.	75-90	
Inicio de alteración importante, calidad intermedia.	55-70	
Alteración fuerte, mala calidad.	30-50	
Degradación extrema, pésima calidad.	$\leq 25$	

### 7.2.2. Descripción socio-ambiental

- a. **Divulgación y socialización de la propuesta.** Se hicieron visitas a la comunidad en los puntos estratégicos del área de estudio, por medio de diálogos con personas integrantes de las juntas de acción comunal, líderes y organizaciones se socializó la propuesta de trabajo y se solicitaron los permisos necesarios y contribución para la toma de datos por medio de encuestas y entrevistas para la caracterización del componente socioambiental de este trabajo (Diggelen et al, 2001).
- b. **Encuestas.** La información socioambiental se obtuvo a partir de la aplicación de encuesta semiestructurada (Anexo 2) adaptadas de Vargas (2007) a 41 familias de la zona distribuidas en 2 asentamientos (La fortaleza y Unidos para triunfar) y 4 barrios (Ortugal, Lomas de granada, Chama y Tequendama), de las comunas 7 y 9 respectivamente, el tamaño de la muestra para su aplicación se estableció bajo el criterio de seleccionar sectores que estén directa y estrechamente relacionados con la subcuenca quebrada Pubús, es decir población ubicada en los límites de las riberas. Las encuestas consistieron en 28 preguntas solicitando información sobre datos personales, aspectos socio-económicos y aspectos ambientales con el fin de entender cuál es la perspectiva personal y colectiva de las personas que habitan alrededor de la subcuenca Quebrada Pubús. Los resultados de estas encuestas fueron procesados con análisis descriptivo, con valores de frecuencia, comparación con tablas de contingencia y medidas de tendencia central desarrollados en el programa del paquete estadístico SPSS STADISTICS versión 19.

### **7.3. Identificación de impactos causantes de la degradación ecológica: disturbios, tensionantes y factores limitantes**

Se hizo un listado (Anexo 3) de los impactos correspondientes a los descritos en el POMCH Molino-Pubús, 2006 y POT, a los observados directamente en los recorridos de campo y los suministrados por la comunidad. Los impactos identificados fueron clasificados como, factores tensionantes, limitantes y disturbios (Barrera y Valdés, 2007).

### **7.4. Reconocimiento de las potencialidades para la restauración ecológica:**

El reconocimiento de las potencialidades se hizo a partir del relacionamiento de los resultados obtenidos en la descripción biofísica y socioambiental de la subcuenca quebrada Pubús, en los cuales se integran los sistemas natural y socioeconómico, para así poder comprender la complejidad de los fenómenos ecológicos, biofísicos, políticos y sociales que están afectando los distintos ecosistemas de la zona, además de iniciar un proceso de reconocimiento y apropiación del territorio (DAMA, 2006; Ramírez et al, 2012; Vargas, 2007).

## 8. RESULTADOS

### 8.1 Descripción biofísica y socio-ambiental de la subcuenca quebrada Pubús

#### 8.1.1. Descripción biofísica

A continuación se muestran los resultados obtenidos para la descripción biofísica que se han dividido por componentes, abiótico y el biótico respectivamente.

##### 8.1.1.1. Componente Abiótico

Los resultados de este componente corresponden a información secundaria sobre la subcuenca quebrada Pubús, reportada en el plan de ordenación y manejo de la subcuenca Rio Molino-Q. Pubús (POMCH, 2006), al plan de ordenamiento territorial para la ciudad de Popayán (POT, 2006), trabajo de pregrado de Mondragón (2015).

#### Hidrografía

La subcuenca Qda Pubús hace parte de la zona hidrográfica Magdalena – Cauca y de la cuenca del rio Cauca. Por su parte, la red hidrográfica de la Qda Pubús, según POMCH Rio Molino-Q. Pubús, 2006 referenciando a Galarza y Zemanate, 2004, está conformada por:

- Qda. Los Faroles, que nace en un humedal ubicado en la vereda el Salvador y desemboca en inmediaciones del sector del Boquerón.
- Qda. Chapinero: nace en la vereda Puelenje Alto, se une a la Qda. Pubús en cercanías al asentamiento Laura Mercedes Simmonds.
- Qda. las Chozas: su nacimiento se encuentra ubicado en el Barrio Brisas de Pubenza.
- Qda. Las Monjas: la quebrada nace en inmediaciones de la vereda de Torres.
- Qda. Subestación de Cedelca: su nacimiento está ubicado entre el asentamiento Samuel Silverio Buitrago y la vereda Puelenje Alto.
- Qda. los Cedrillos: nace en el barrio Santo Domingo Sabio que junto con el Asentamiento Gustavo Restrepo.
- Qda. Colombia: Nace en el barrio Colombia II. Presenta un alto grado de contaminación debido a que es fuente receptora de los vertimientos sólidos y líquidos provenientes de los asentamientos Triunfaremos por la Paz y Nueva Floralia.
- Humedales: La quebrada cuenta con un área de humedales localizados en la parte media de la de la subcuenca y sobre el sector de la variante.



Las anteriores quebradas poseen un curso permanente y a excepción de las quebradas los Cedrillos y Colombia, no representan mayor grado de contaminación para la Qda. Pubús. Un punto importante dentro del manejo de la subcuenca es su parte media, en la cual no solo desemboca la mayoría de afluentes sino que también constituye el sitio de evacuación de las aguas servidas y lluvias provenientes de gran parte de los barrios que integran la comuna siete y de los colectores de la variante sur, ocasionando que en temporada de lluvias la quebrada se sobrecargue, desbordándose por la gran cantidad de agua y por la obstrucción del cauce debido a la acumulación de desechos sólidos (CRC, 2006).

### **Hidrometría**

En la subcuenca Río Molino-Pubús no existen estaciones hidrométricas, esto hace que no se pueda determinar los caudales máximos, medios y mínimos de estas corrientes superficiales(CRC, 2006).

### **VARIABLES CLIMÁTICAS**

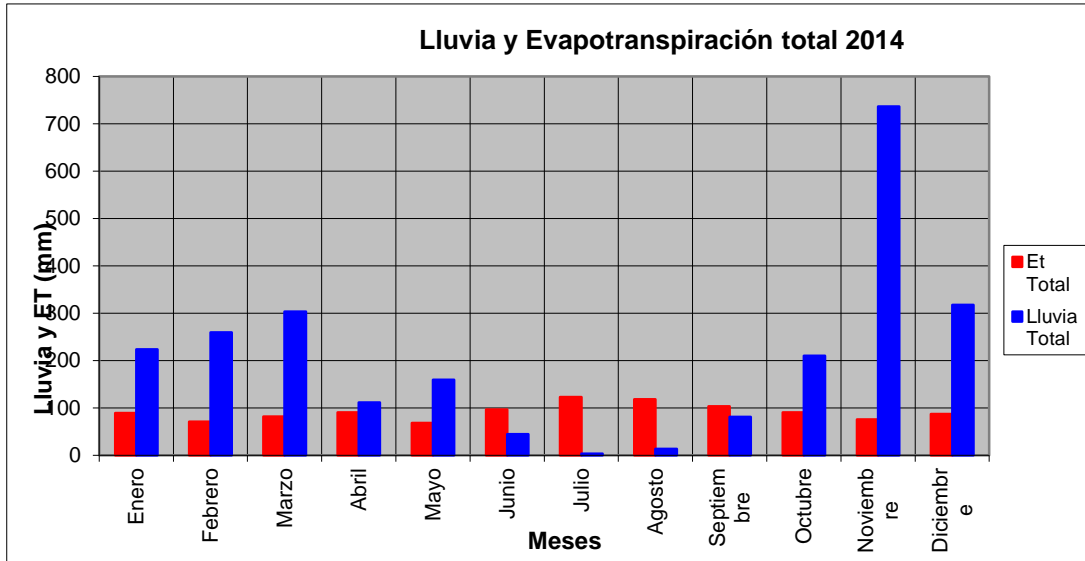
La caracterización climática según POMCH Río Molino-Pubús (2006).presenta información de cuatro estaciones de la región, Coconuco, Puracé, Loma Redonda-Puracé, Polindara-Totoró, Arrayanales-Popayán, San Pedro-Popayán y El Lago-Popayán; al encontrarse estas ubicadas lejos del área de la subcuenca y con información difusa se han incluido datos climáticos actualizados de la estación meteorológica de la Universidad del Cauca reportados en Mondragón (2015) que se muestran a continuación:

#### **- Precipitación**

La precipitación media anual de la subcuenca obtenida por método de curvas Isoyetas según el POMCH Río Molino-Pubús (2006) es de 2229 mm (tabla 2). Mondragón (2015), menciona en su trabajo que los datos climáticos del año 2014 suministrado por la estación meteorológica de la Universidad del Cauca, evidencian un régimen bimodal, donde el valor promedio anual es de 205,41 mm y una evapotranspiración de 91,24 mm. Donde se observa que en julio hubo la menor cantidad de lluvia pero también la tasa más alta de evapotranspiración y hacia el mes de noviembre se da la mayor temporada de lluvias y la menor tasa de evapotranspiración son los extremos para el año 2014 (figura 4).

**Tabla 2.** Precipitación media mensual estimada por método de Curvas Isoyetas.

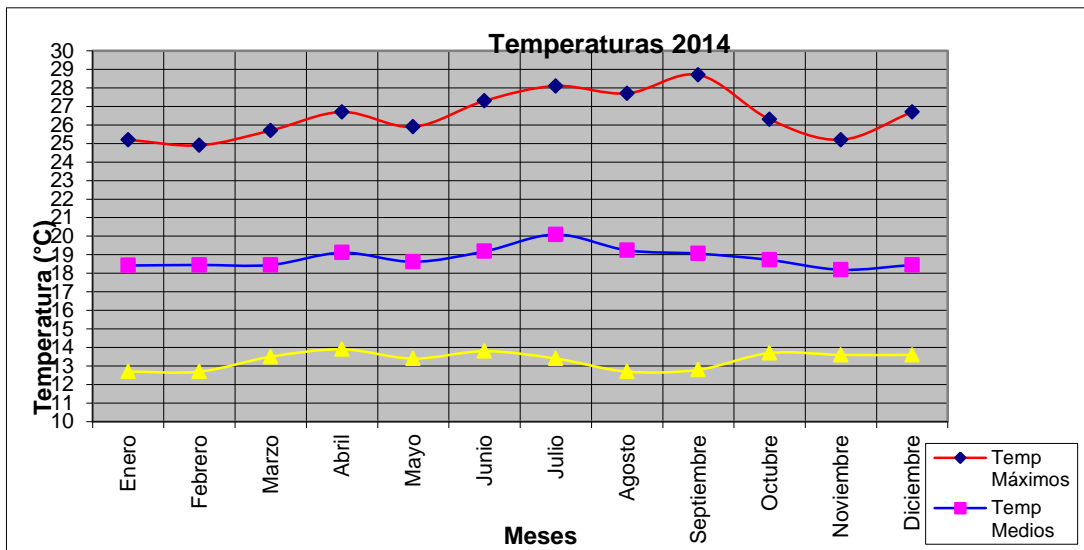
<b>SUBCUENCA</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>ANUAL</b>
Pubús	237	195	214	201	166	89	56	56	142	274	343	252	2229



**Figura 4.** Precipitación y evapotranspiración promedio (mm)/año 2014. (Fuente: Mondragón, 2015).

#### - Temperatura

Según el POMCH Río Molino-Pubús (2006) el promedio de temperatura suministrado por la estación Aeropuerto Guillermo León Valencia, la más cercana a la subcuenca y a una altitud de 1757 msnm es de 19.3°C. En Mondragón (2015) y con datos de la estación de la Universidad del Cauca, dice que las fluctuaciones de temperatura son mínimas; presentando un promedio de temperatura anual de 18,83 °C, con las temperaturas más altas en el mes de agosto y las menores en los meses de enero y febrero (figura 5).



**Figura 5.** Temperatura año 2014. (Fuente: Mondragón, 2015).

## **Clasificación climática de Caldas-Lang**

En el POMCH Rio Molino–Pubús, 2006 se empleó la metodología Caldas – Lang para la clasificación climática. Teniendo en cuenta que la subcuenca se encuentra entre los 1680-1888 msnm lo que da un rango de 1200 msnm, según Caldas de dos pisos térmicos: templado y frío, que varían respectivamente entre 1000 a 2000 msnm y 2000 a 3000 msnm. La determinación del Factor Lang P/T presenta un rango de variación entre 100 y 132.3, correspondiendo a una clasificación húmeda. Al integrar los resultados, la clasificación climática para Pubús es de clima Templado Húmedo.

## **Geología**

La subcuenca Pubús está constituida por unidades geológicas, que comprenden edades desde el Paleozoico hasta la actualidad (CRC, 2006). La formación Popayán fue definida por Hubach y Alvarado (1932) y fue subdividida en siete miembros por Torres et al, (1992), la zona de estudio presenta depósitos de los Miembros Sombrero (Flujos de ceniza, bloques grises y matriz arcillosa-Plioceno), Julumito (Ignimbritas, textura porfirítica y matriz anaranjada-finales del Plioceno) y La Venta (Flujos de ceniza y ceniza de caída ocresnaranjas-Plioceno).

## **Geomorfología**

La subcuenca Rio Molino-Qda. Pubús se encuentra dividida en dos unidades geomorfológicas:

### **- Unidad A**

Debido a los rasgos estructurales se aprecian cuchillas alargadas en la dirección N-E controladas normalmente por la tectónica, con drenaje dendrítico espaciado a subparalelo con alta densidad. Corresponden a la parte Oriental de la subcuenca y se ubica entre las cotas de los 2000 y los 2800 msnm; constituida por rocas de la Formación Popayán, Miembro La Venta.

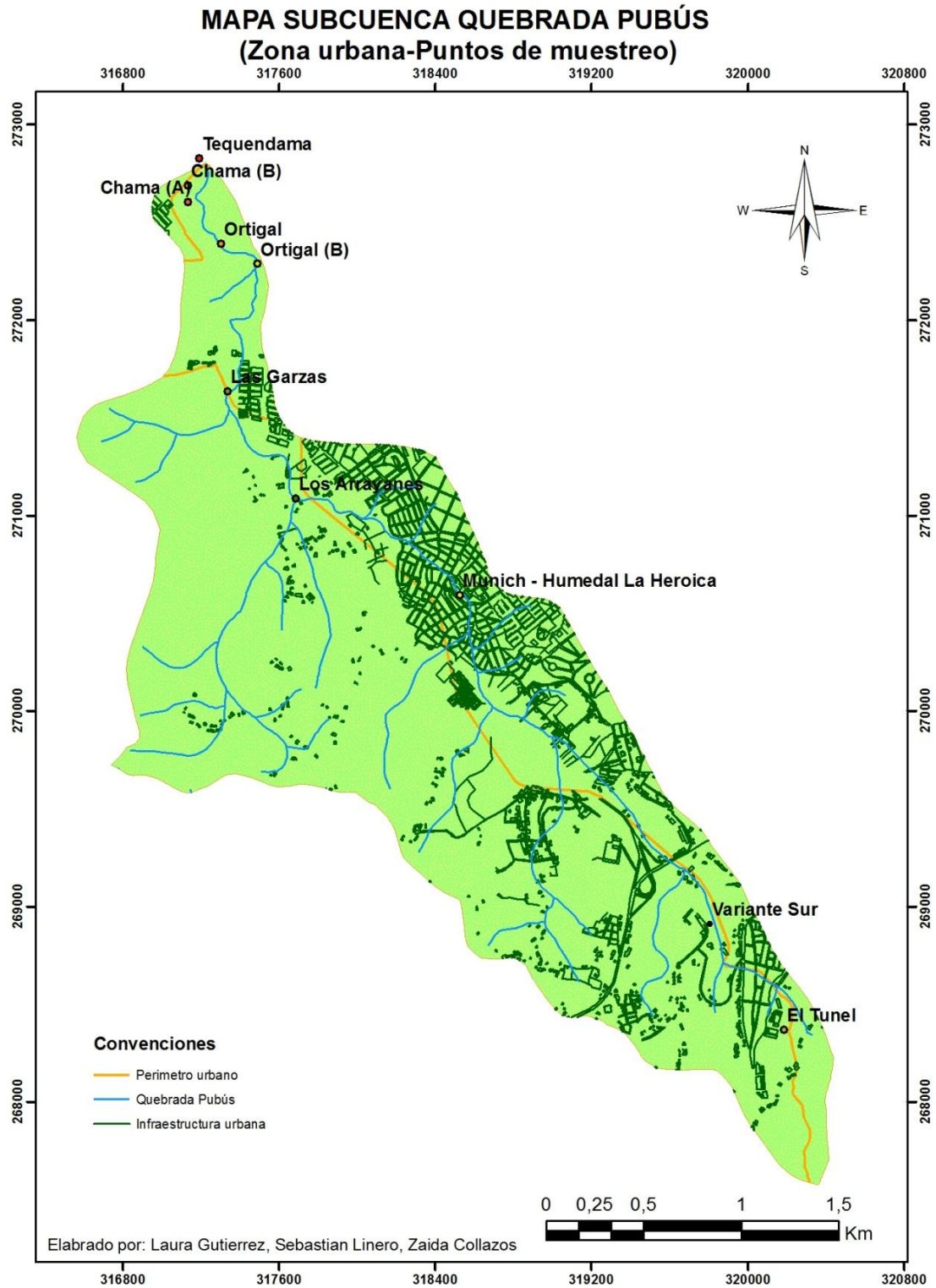
### **- Unidad B**

Relieve de colinas redondeadas, en ocasiones con pendientes empinadas, mesetas y planicies inclinadas hacia el occidente y disectadas por las actuales corrientes de agua, drenaje paralelo a subparalelo con direcciones E-W, con

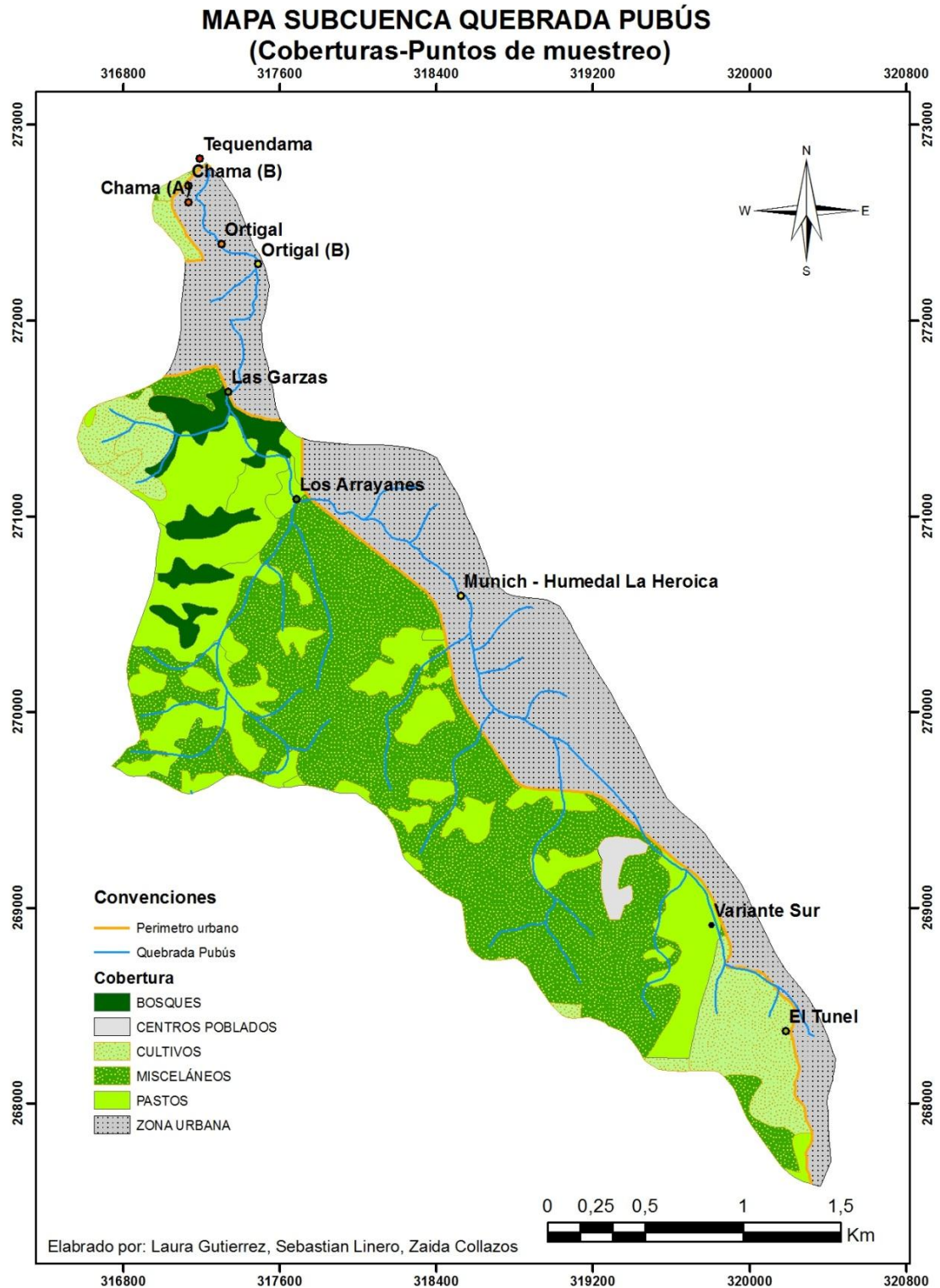
densidad baja al igual que la disección. A esta unidad corresponde la planicie de Popayán o valle de Pubenza.

### **Reconocimiento del área de estudio**

Las coordenadas obtenidas en los recorridos para el reconocimiento del área de estudio dieron como resultado los mapas que localizan los tramos donde se desarrolló este trabajo, uno muestra el sector urbano de la subcuenca (figura 6) y el otro las coberturas presentes en la zona (figura 7) donde la cobertura correspondiente al punto denominado las Garzas, corresponde al ecosistema de referencia seleccionado en este trabajo.



**Figura 6.** Mapa de la zona urbana y puntos de muestreo de la subcuenca Quebrada Pubús.



**Figura 7.** Mapa de coberturas y puntos de muestreo (Las Garzas, ecosistema de referencia) de la subcuenca Quebrada Pubús.

### 8.1.1.2. Componente Biótico

A continuación se muestran los resultados obtenidos para el componente biótico: caracterización de fauna y flora, lista de plantas con potencial dinamizador para la subcuenca, evaluación de vegetación de ribera (QBR) y calidad del agua.

#### Fauna

Las diferentes especies de fauna que se reportan para la quebrada Pubús según el POMCH Río Molino-Pubús (2006), observaciones propias e información proporcionada por la comunidad se muestran en la tabla 3. Para el grupo de aves se reportan 38 especies distribuidas en 20 familias, la familia con más representantes fue Thraupidae con 6 especies, seguida de Emberizidae con 5 especies; de mamíferos se registran 4 especies de 3 familias; para anfibios solo se reportan 2 especies *Bufo marinus* y *Eleutherodactylus sp.* y una especie de reptil, *Sibon nebulata* de la familia Colubridae.

**Tabla 3.** Fauna identificada para la subcuenca quebrada Pubús.

Grupo	Familia	Especie	Nombre común	Hábitat	Gremio alimenticio				
					I	N	C	S	F
Aves	Accipitridae	<i>Accipiter striatus</i> * **	Gavilán	Sabanas, montes y bosques	x		x		
		<i>Buteo magnirostris</i> **	Gavilán	Sabanas, montes y bosques					
	Apodidae	<i>Streptoprocne zonaris</i> **	Vencejo	Zonas de cultivo y potreros.	x				
	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i> * ** ***	Garza	Ciénagas de agua dulce, lagos y estanques.	x				
		<i>Egretta thula</i> * ** ***	Garza	Ciénagas de agua dulce, lagos y estanques.	x				
	Cardinalidae	<i>Saltator atripennis</i> **	Saltador	Matorrales, potreros, se asocian a bosques abiertos.				x	x
		<i>Saltator striatipectus</i> **	Saltador	Matorrales, potreros, se asocian a bosques abiertos.				x	x
	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i> * ** ***	Gallinazo	Zonas abiertas, urbanas, cerca de basureros y rellenos sanitarios.			x		
		<i>Coragyps atratus</i> * ** ***	Gallinazo negro	Zonas abiertas, urbanas, cerca de basureros y rellenos.			x		
	Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i> **	Tero	Zonas urbanas y					

				espejos de agua.	x				
<b>Columbidae</b>	<i>Columbina talpacoti</i> * * * * *	Torcaza		Zonas abiertas, rastrojos y páramos.					x
	<i>Patagioenas cayennensis</i> * * * * *	Torcaza		Zonas abiertas, rastrojos y páramos.					x
	<i>Patagioenas fasciata</i> * ** ***	Torcaza		Zonas abiertas, rastrojos y páramos.					x
<b>Corvidae</b>	<i>Cyanocorax yncas</i> **	Urraca							x
<b>Cuculidae</b>	<i>Crotophaga ani</i> **	Garrapatero		Selvas y bosque.	x				
	<i>Piaya cayana</i>			Bosques.	x				
<b>Emberizidae</b>	<i>Atlapetes albinucha</i> **	Monja		Zonas de regeneración temprana y media.					x
	<i>Sicalis flaveola</i> **	Canario criollo		Potreros arbolados, bosque y zona urbana.	x				x
	<i>Sporophila nigricollis</i> **	Pico de plata		Potreros, áreas de crecimiento joven y bordes camino.					x
	<i>Volatinia jacarina</i> **	Mochuelo		Zonas de gramíneas, lotes valdíos, matorrales y bordes de carretera.					x
	<i>Zonotrichia capensis</i> * **	Gorrión		Zonas urbanas, de gramíneas, lotes valdíos, matorrales y bordes de carretera.					x
<b>Hirundinidae</b>	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i> **	Golondrina		Áreas abierta, cultivos y claros del bosque.	x				
<b>Icteridae</b>	<i>Molothrus bonariensis</i> **	Tordo		Zonas abiertas, cultivos y orilla de ríos.	x				
	<i>Sturnella militaris</i> **	Tordo		Zonas abiertas, cultivos, praderas y pastizales.					x
<b>Parulidae</b>	<i>Myioborus miniatus</i> **	Abanico		Sotobosque alto, medios del dosel y bosque montano.					
<b>Picidae</b>	<i>Melanerpes formicivorus</i> * **	Carpintero		Bosques y robledales.					x x
<b>Psittacidae</b>	<i>Forpus conspicillatus</i> **	Perico		Sabanas y selvas poco densas.					x x
<b>Thraupidae</b>	<i>Ramphocelus</i>			Bosques, rastrojos y					



		<i>Flammigerus</i> **	Tángara	cultivos.					
		<i>Tangara arthus</i> **	Tángara	Bosques, rastrojos y cultivos.					
		<i>Tangara gyrola</i> **	Tángara	Bosques, zonas arboladas, rastrojos y cultivos.					
		<i>Tangara heinei</i> **	Tángara	Bosques, rastrojos y cultivos.					
		<i>Tangara vitriolina</i> **	Tángara	Bosques, rastrojos y cultivos.					
		<i>Thraupis episcopus</i> **	Azulejo	Bosques, zonas abiertas y urbanas.		x		x	x
	<b>Trochilidae</b>	<i>Chlorostilbon mellisugus</i> **	Colibri esmeralda	Sabanas, cultivos y zonas abiertas.	x	x			
	<b>Troglodytidae</b>	<i>Troglodytes aedon</i> **	Curucucha	Pastizales, juncales y jardines.	x				
	<b>Turdidae</b>	<i>Turdus ignobilis</i> ** ***	Mirra embarradora	Selva húmeda y bosques degradados.					
	<b>Tyrannidae</b>	<i>Elaenia flavogaster</i> **	Fifío	Bosques antiguos degradados.					
		<i>Pitangus sulphuratus</i> **		zonas semi-abiertas y abiertas, rurales y urbanos.	x		x		
		<i>Pyrocephalus rubinus</i> **	Titiribí pechirojo	Zonas abiertas arboladas y zonas urbanas.	x				
		<i>Tyrannus melancholicus</i> **	Sirirí	Zonas abiertas rurales y urbanas.	x				x
<b>Mamíferos</b>	<b>Didelphidae</b>	<i>Didelphis marsupialis</i> * ** ***	Chucha	Bosques, zonas rurales y selvas.			x	x	x
		<i>Chironectes minimus</i> **	Chucha de agua	Barrancas, ríos y arroyos.			x		
	<b>Sciuridae</b>	<i>Sciurus granatensis</i> * **	Ardilla	Bosques y zonas arboladas.				x	x
	<b>Mustelidae</b>	<i>Mustela frenata</i> **	Chucuro	Sitios abiertos o semiabiertos usualmente cerca de cuerpos de agua			x		
<b>Anfibios</b>	<b>Leptodactylidae</b>	<i>Eleutherodactylus sp.</i> **							
	<b>Buphonidae</b>	<i>Bufo marinus</i> ** ***	Sapo		x				
<b>Reptiles</b>	<b>Colubridae</b>	<i>Sibon nebulata</i> **							

Gremio Alimenticio: insectívoro (I), frugívoro (F), granívoro (G), nectarívoro (N) y carnívoro (C). Observación propia \*, POMCH \*\* y reportados por la Comunidad \*\*\*.

## Flora

Para la zona urbana de la subcuenca quebrada Pubús y en sus zonas de riberas se registran 159 especies vegetales distribuidas en 45 familias (tabla 4), las familias con más especies fueron: Melastomataceae (15), Solanaceae (14) y Rubiaceae (9); el resto de las familias variaron su número de especies desde una hasta cinco. Se registran nombres comunes, usos y hábito así como también el número de colecta para las plantas que fueron muestreadas en este trabajo.

**Tabla 4.** Vegetación registrada para la subcuenca Quebrada Pubús.

FAMILIA	ESPECIE	N°	NOMBRE COMÚN	Ha	USOS								
					E	M	C	AI	F	O	Ar	Ma	
Acanthaceae	<i>Aphelandra acanthus</i> **	-		H									
	<i>Trichanthera gigantea</i> * **	16	Nacadero	A	X	X							
	<i>Thunbergia alata</i> * **	18	Anteojito de poeta	T						X			
Actinidaceae	<i>Saurauia sp 1</i> **	-	Maco	A									
	<i>Saurauia sp 2</i> **	-		A									
	<i>Saurauia scabra</i> **	-		A									
Adoxaceae	<i>Viburnum lehmanii</i> * **	-		Ar									
	<i>Sambucus nigra</i> *	61	Sauco	A									
Amaranthaceae	<i>Iresine diffusa</i> **	-	Pulmonaria	H	X								
Amaryllidaceae	<i>Bomarea vestita</i> **	-	Cortapicos	B									
Anacardiaceae	<i>Toxicodendron striatum</i> **	-	Caspi, manzanillo	A									
	<i>Mangifera indica</i> * **	obs	Mango	A				X					
Aquifoliaceae	<i>Ilex guayusa</i> *	47	Guayusa	A		X							
Araceae	<i>Anthurium pedatum</i> *	53	Anturio	H						X			
	<i>Anthurium sp</i> *	60	Anturio	H						X			
	<i>Anthurium popayanense</i> *	48	Anturio	H						X			
Araliaceae	<i>Oreopanax sp</i> **	-		Ar									
Asteraceae	<i>Austroeupatorium inulifolium</i> **	-		Ar									
	<i>Ageratina popayanensis</i> *	29		Ar									
	<i>Bidens pilosa</i> *	08	Pacunga	H		X							
	<i>Dendrophorbium sp</i> **	-	Cushé	Ar									
	<i>Emilia sonchifolia</i> *	10		H									
	<i>Liabum sp 1</i> **	-		Ar									
	<i>Liabum sp 2</i> **	-		Ar									

	<i>Erato vulcanica</i> **	-		Ar									
	<i>Mikania sp</i> **	-	Bejuco	B									
	<i>Tithonia diversifolia</i> *	21	Botón de oro	Ar	X								
	<i>Taraxacum officinale</i> *	54	Diente de león	H		X							
	<i>Piptocarpha sp</i> **	-		Ar									
	<i>Verbesina sp</i> **	-		Ar									
	<i>Chaptalia nutans</i> *	65	Lengua de vaca	H		X		X		X			
	<i>Montanoa quadrangularis</i> **	-	Arboloco	Ar									
<b>Betulaceae</b>	<i>Alnus jorullensis</i> **	-	Aliso	A	X								
	<i>Amphilophium paniculatum</i> **	-	Bejuco de oroto	B									
	<i>Tabebuia chrysantha</i> ***	obs	Guayacán amarillo	A						X			
<b>Bignoniaceae</b>	<i>Tabebuia pentaphylla</i> **	-	Guayacán rosado	A						X			
	<i>Tecoma mollis</i> **	-	Flor amarillo	A						X			
	<i>Tecoma stans</i> **	-	Flor amarillo	A									
	<i>Delostoma integrifolia</i> **	-	Nacedero	A									
	<i>Jacaranda caucana</i> **	-	Gualanday	A									
	<i>Spathodea campanulata</i> **	-	Tulipán africano	A									
<b>Boraginaceae</b>	<i>Cordia acuta</i> *	37		A									
	<i>Brunellia comocladifolia</i> ***	18	Yuco, pata de gallina	A									
<b>Brunelliaceae</b>	<i>Brunellia comocladifolia</i> ***	18	Yuco, pata de gallina	A									
<b>Caricaceae</b>	<i>Carica papaya</i> **	-	Papaya	H				X					
	<i>Hedyosmum bonplandianum</i> **	-	Granizo	A		X							X
<b>Chloranthaceae</b>	<i>Hedyosmum goudotianum</i> **	-	Granizo	A		X							X
	<i>Hedyosmum racemosum</i> **	-	Granizo	A		X							X
<b>Cunoniaceae</b>	<i>Weinmannia pubescens</i> **	-	Encenillo	A									
	<i>Weinmania balbisiana</i> **	-	Encenillo	A									
<b>Clusiaceae</b>	<i>Clusia sp</i> *	23	Cucharo	A									
	<i>Clusia sp1</i> *	13		A									
	<i>Tripogandra sp</i> *	05		H									
<b>Commelinaceae</b>	<i>Commelina sp</i> *	51		H									
	<i>Callisia gracilis</i> *	57		H									
<b>Ericaceae</b>	<i>Bejaria mathewsii</i> **	-		Ar									
	<i>Psammisia macrophylla</i> **	-		A									
	<i>Psammisia sp</i> **	-		A									
<b>Escalloniaceae</b>	<i>Escallonia paniculata</i> **	-	Chilco colorado	Ar									
<b>Euphorbiaceae</b>	<i>Acalypha macrostachya</i> **	-		Ar					X				
	<i>Alchornea latifolia</i> *	67		A									

	<i>Euphorbia sp**</i>	-		A									
	<i>Euphorbia laurifolia**</i>	-	Lechero	A									
	<i>Hyeronima macrocarpa**</i>	-	Charmolán	Ar									
	<i>Phyllantus salviifolius**</i>	-	Yuco	A									
<b>Fabaceae</b>	<i>Inga punctata*</i>	24	Guabilla	A			X						
	<i>Erythrina edulis* **</i>	55	Chachafruto	A									
	<i>Inga edulis*</i>	40	Guaba	A									
<b>Fagaceae</b>	<i>Quercus humboldtii* **</i>	68	Roble	A		X	X		X			X	
<b>Gesneriaceae</b>	<i>Besleria solanoides**</i>	-		H	X				X				
<b>Lauraceae</b>	<i>Cinnamomum triplinerve</i>	-		Ar									
	<i>Nectandra sp **</i>	-											
	<i>Ocotea sp**</i>	-	Laurel	Ar	X								
	<i>Persea americana* **</i>	22	Aguacate	A			X						
<b>Malvaceae</b>	<i>Sida rhombifolia*</i>	27	Escoba	Ar								X	
	<i>Heliocarpus americanus*</i>	63	Palo bobo	A		X							
	<i>Spirotheca sp**</i>	-	Tachuelo	A									
	<i>Ochroma pyramidale*</i>	59	Balso	A									
	<i>Wissadula sp**</i>	-	Escoba	Ar								X	
<b>Melastomataceae</b>	<i>Meriania speciosa*</i>	41	Mayo	Ar						X			
	<i>Meriania nobilis**</i>	-	Amarraboyo	Ar					X				
	<i>Meriania splendens* **</i>	-		Ar					X				
	<i>Meriania phlomoides *</i>	64		Ar									
	<i>Miconia aeruginosa **</i>	-		Ar									
	<i>Miconia brachycalix**</i>	-		Ar									
	<i>Miconia caudata* **</i>	34	Lanzo, danto	Ar									
	<i>Miconia desmantha * **</i>	-		Ar									
	<i>Miconia notabilis**</i>	-	Mortiño	Ar									
	<i>Miconia theizans**</i>	-	Mortiño	Ar									
	<i>Miconia sp *</i>	56		Ar									
	<i>Miconia sp1*</i>	60		Ar									
	<i>Miconia sp2**</i>	-		Ar									
	<i>Miconia sp3 **</i>	-		Ar									
	<i>Miconia lehmannii**</i>	-		Ar									
<i>Tibouchina mollis**</i>	-		Ar										
<b>Meliaceae</b>	<i>Guarea kunthiana**</i>	-	Maco	A									
	<i>Guarea sp**</i>	-	Maco	A									
	<i>Cedrela odorata**</i>	-	Cedro	A									
<b>Monimiaceae</b>	<i>Siparuna echinata*</i>	58	Cojón de chucha	A									
<b>Moraceae</b>	<i>Ficus sp*</i>	38		A									

	<i>Ficus sp 1**</i>	-		A									
	<i>Ficus cf andicola**</i>	-		A									
<b>Myricaceae</b>	<i>Myrica pubescens**</i>	-	Laurel de cera	Ar									
<b>Myrsinaceae</b>	<i>Geissanthus sp 1**</i>	-	Garrocho	Ar									
	<i>Cybianthus sp**</i>	-		Ar									
<b>Myrtaceae</b>	<i>Psidium guajava* **</i>	Obs	Guayabo	A		X		X					
	<i>Myrcianthes sp</i>	-	Arrayán	A				X					
	<i>Syzygium jambos</i>	-	Pomorroso	A				X					
<b>Papaveraceae</b>	<i>Bocconia frutescens*</i>	66	Trompeto	A		X							
<b>Phytolaccaceae</b>	<i>Phytolacca rivinoides**</i>	-	Jaboncillo	H									
	<i>Phytolacca sp.*</i>	44	Bledo	H									
<b>Piperaceae</b>	<i>Piper barbatum*</i>	43	Cordoncillo	A									
	<i>Piper sp 1*</i>	03	Cordoncillo	A									
	<i>Piper sp 2*</i>	45	Cordoncillo	A									
	<i>Piper auritum*</i>	46	Desvanecedora	A		X							
	<i>Piper lacunosum**</i>	-	Cordoncillo	A									
<b>Poaceae</b>	<i>Guadua angustifolia*</i>	obs	Guadua	H	X		X			X	X		
	<i>Gynerium sagittatum*</i>	obs	Caña brava	H			X	X			X		
	<i>Pennisetum sp*</i>	53	Pasto elefante	H					X	X			
	<i>Axonopus scoparius*</i>	54	Pasto imperial	H					X				
<b>Polygalaceae</b>	<i>Monnina pulchra **</i>	-		Ar									
	<i>Monnina cestrifolia**</i>	-		Ar									
	<i>Monnina fastigiata**</i>	-		Ar									
<b>Proteaceae</b>	<i>Roupala monosperma**</i>	-		A									
	<i>Panopsis polystachya**</i>	-	Umuy	A									
<b>Rosaceae</b>	<i>Rubus glaucus **</i>	-	Mora de Castilla	Ar				X					
	<i>Rubus ulmifolius*</i>	-	Mora	Ar				X					
<b>Rubiaceae</b>	<i>Coffea arabica *</i>	12	Café	A				X			X		
	<i>Coccocypselum lanceolatum **</i>	-		H									
	<i>Galium hypocarpcum * **</i>	obs	Yerba de bruja	H									
	<i>Notopleura sp**</i>	-		H									
	<i>Palicourea amethystina**</i>	-	Palo hueso	H									
	<i>Palicourea angustifolia **</i>	-		H									
	<i>Palicourea heterochroma **</i>	-		H									
	<i>Palicourea polystachya**</i>	-		H									
	<i>Palicourea thyrsoiflora*</i>	06	Azulejo	H									
<b>Rutaceae</b>	<i>Zanthoxylum quindiuense **</i>	-		A									
	<i>Citrus limon*</i>	obs	limón	A		X		X					

<b>Salicaceae</b>	<i>Salix humboldtiana</i> **	-	Sauce llorón	A	X								
<b>Solanaceae</b>	<i>Brugmansia aurea</i> *	07	Borrachero	Ar		X					X		
	<i>Capsicum schottianum</i> *	20	Ají pique	Ar		X		X					
	<i>Cestrum mariquitae</i> **	-		H									
	<i>Cestrum megalophyllum</i> * **	-		Ar									
	<i>Cestrum ochraceum</i> **	-		Ar									
	<i>Cestrum tomentosum</i> **	-		Ar									
	<i>Dunalia solanacea</i> **	-		Ar									
	<i>Lycianthes radiata</i> *	01	Pepo	A		X							
	<i>Nicotiana tabacum</i> **	-		H		X							
	<i>Solanum hispidum</i> * **	-	Pepo	A		X							
	<i>Solanum quitoense</i> *	26	Lulo	H									
	<i>Solanum sp 1</i> **	-											
	<i>Solanum betaceum</i> *	30	Tomate de árbol	A		X		X					
	<i>Solanum nigrum</i> *	31	Hierba mora	H		X							
<b>Urticaceae</b>	<i>Phenax sp</i> **	-											
	<i>Cecropia angustifolia</i> *	36	Yarumo	A			X						
<b>Verbenaceae</b>	<i>Lantana camara</i> *	18	Pichanguilla	Ar		X							
	<i>Lantana sp</i> **	-	Lantana	Ar		X							
<b>Zingiberaceae</b>	<i>Hedychium coronarium</i> *	19	Agengible	H									
	<i>Etlingera elatior</i> *	69		H									

\*Colectadas en este trabajo, \*\* POMCH (2006), N°: número de colecta, Ha: hábito - **Hábitos:** A: árbol, Ar: arbusto, H: hierba, T: trepadora; **Usos:** E: Ecológico, M: Medicinal, Al: alimentación, F: forraje, O: ornamental, Ar: artesanal, Ma: Maderable, B: Bejuco.

### **Especies vegetales con potencial dinamizador para la subcuenca Quebrada Pubús**

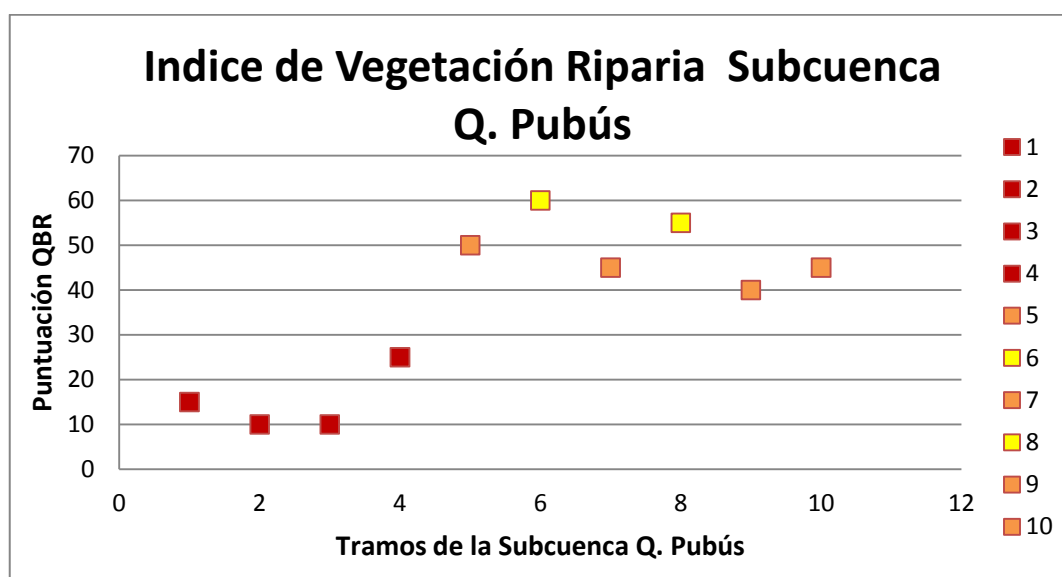
Se obtiene un listado de 9 especies vegetales con potencial dinamizador (tabla 5), para un proceso de restauración ecológica en la subcuenca; cada una de estas especies fue seleccionada a partir de antecedentes de su potencial ecológico, por su presencia en el ecosistema de referencia del área y por los aportes de saberes de la comunidad.

**Tabla 5.** Especies de plantas dinamizadoras para la subcuenca quebrada Pubús.

Especies o géneros	Atributos
<i>Trichantera gigantea</i>	Es una especie con amplio potencial para la producción de forrajes y la conservación de cuencas (Moreno y Guerrero, 2005).
<i>Tithonia diversifolia</i>	Capaz de adaptarse a las más diversas condiciones ecológicas; rápido crecimiento, así como la poca exigencia a las labores fitotécnicas y con elevados rendimientos de biomasa (Pérez et al., 2009).
<i>Guadua angustifolia</i>	Con un gran potencial para la conservación de la biodiversidad de flora y fauna, protección de agua y suelos, además de la variedad de beneficios culturales no tangibles que proveen para los mismos productores y pobladores (Giraldo, n.d.).
<i>Sida rhombifolia</i>	Rápido crecimiento, pero de vida corta, permite crecimiento de otras plantas a su alrededor y compite con el pasto (Ruiz, 2015).
<i>Heliocarpus americanus</i>	Caracterizada por producir abundantes frutos indehiscentes, dispersados por el viento. De crecimiento rápido por lo que puede ser utilizada muy bien con fines de reforestación, así como en la recuperación de suelos degradados (Hernández, 1989).
<i>Sambucus nigra</i>	Fijador de nitrógeno en los suelos, sus raíces segregan auxinas, que contribuyen a un mejor desarrollo de la vida vegetal según Abella 2000, Pahlow 1985 citado en (Grajales et al., 2015). óptimo para la recuperación del suelo.
<i>Quercus humboldtii</i>	Brindan servicios ambientales como la captación de agua, el mantenimiento del suelo, la fijación de CO <sub>2</sub> ; además de contener innumerables especies con valor real o potencial Meli, 2003 citado en (Burgos, 2015).
<i>Lycianthes radiata</i>	Rápido crecimiento, con potencial restaurador en zonas de ribera (Ruiz, 2015).
<i>Solanum hispidum</i>	Rápido crecimiento, con potencial restaurador en zonas de ribera (Ruiz, 2015).
<i>Piper sp.</i>	Rápido crecimiento, con potencial restaurador en zonas de ribera (Ruiz, 2015).

## Calidad de vegetación de ribera: Aplicación del índice QBR en la subcuenca quebrada Pubús

Para el índice aplicado para los 10 tramos se registraron 3 rangos de calidad, el primer rango fue de QBR 30-50 (color anaranjado) correspondiente a los tramos 5, 7, 9 y 10, de la subcuenca y que obedece a un nivel de calidad malo y de fuertes alteraciones; el segundo rango fue un QBR 55-70 (color amarillo) correspondiente a los tramos 6 y 8 describiendo un nivel de calidad intermedia con inicios de alteración importante y finalmente el rango 3 de un QBR  $\leq 25$  (color rojo) para los tramos del 1 al 4 representando una degradación extrema y de pésima calidad (figura 8).



1: Tunel, 2: Variante, 3: Variante a, 4: Munich, 5: Los arrayanes, 6: Las garzas, 7: Ortigal, 8: Ortigal a, 9: Chama, 10: Tequendama.

**Figura 8.** Puntuación QBR para cada uno de los tramos evaluados de la Q. Pubús.

Los anteriores resultados pueden ser interpretados de la siguiente manera:

- El 20% del total de los puntos muestreados en la subcuenca corresponde a áreas con un inicio de alteración importante y con una calidad intermedia.
- El 40% del total de los puntos muestreados en la subcuenca corresponde a áreas con alteración fuerte y con una mala calidad.



- Finalmente el 40% sobrante del total de los puntos muestreados en la subcuenca corresponde a áreas con una degradación extrema y de pésima calidad.

A nivel general la subcuenca quebrada Pubús en términos de calidad de vegetación permite obtener un promedio de los puntos muestreados dando como resultado una puntuación de 33 lo que la ubica según el índice en un estado de alteración fuerte y de mala calidad (tabla 6).

**Tabla 6.** Resultados de Puntuación total del promedio de puntos de muestreo del índice QBR para la subcuenca Qda. Pubús.

<b>Bloques</b>		<b>Puntuación</b>
1.	Grado de Cobertura de la zona de ribera	5
2.	Estructura de la cobertura	5
3.	Calidad de la cobertura	9
4.	Grado de naturalidad del canal fluvial	14
<b>Total</b>		<b>33</b>

- **Calidad Del Agua**

- **Macroinvertebrados bentónicos**

El POMCH Rio Molino-Qda. Pubús (2006) muestra resultados de la calidad de agua de la quebrada Pubús mediante un muestreo general de macroinvertebrados acuáticos epicontinentales (MAE) como especies bioindicadores los organismos dominantes en esta fuente hídrica, están representados por la familia Chironomidae (123 individuos), los cuales son indicadores de ambientes con abundante materia orgánica en descomposición. La presencia del Tubifex, que son organismos que viven sobre fondos fangosos y aguas negras de los ríos se constituyen como indicadores de contaminación acuática.

- **Índice BMWP**

El índice BMWP reportado en el POMCH Rio Molino-Qda. Pubús (2006) es un valor de 24, clase V, ubicándose en el rango de 16-35 lo que indica que la subcuenca Pubús se encuentra muy contaminada y de calidad crítica.

### **8.1.2. Descripción socio ambiental**

La subcuenca Quebrada Pubús desde el punto de vista de la descripción biofísica ha demostrado que se encuentra en un estado crítico de conservación. Esto se debe a la constante incidencia del factor antrópico, pues la subcuenca involucra dos contextos: el rural y el urbano. Siendo este último el que más tensiona el ecosistema. El sector rural abarca 4020 habitantes, mientras el urbano tiene 58644(CRC, 2006) correspondiente al 93.58% de la población total, este incremento poblacional en este sector como se muestra en estos resultados tiene que ver mucho con casos de desplazamiento por el conflicto armado en Colombia.

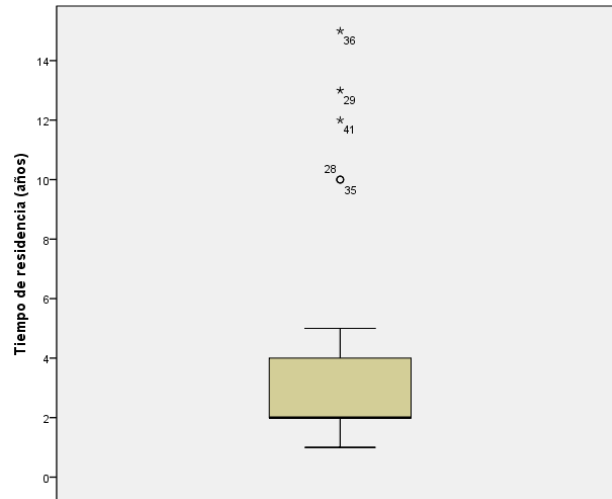
#### **Resultados de Encuestas**

A continuación se muestran los resultados de las encuestas dirigidas a las 41 familias del sector urbano de la subcuenca, específicamente, comunas 7 y 9 de Popayán. Todas las familias respondieron el 100% de la preguntas del cuestionario, resaltando que la comuna nueve tubo el mayor número de encuestas resueltas correspondiente a 31 hogares distribuidos en los cuatro barrios (Ortigan, Lomas de granada, Chama y Tequendama) y 10 hogares encuestados para la comuna siete en sus dos asentamientos (La Fortaleza y Unidos para Triunfar).

#### **- Datos personales**

De las 41 familias el 24.4 % pertenecen a la comuna 7 y 75.6% a la comuna 9. El 73.2% fueron mujeres y el 26.8% hombres. El desplazamiento es una de las causas del incremento poblacional y aquí se demuestra observando que el 80.5 % de las familias son víctimas de este flagelo, la mayoría pertenecientes a diferentes municipios del Cauca representada en el 75.6% de la población, el 24.4 % restante corresponde a personas nacidas en Huila, Nariño, Valle del Cauca y Cundinamarca. La edad promedio de las personas es de 42 años, la edad máxima registrada fue de 70 años y mínima de 18 años. También se obtuvo que el 9.8% de la población pertenece a comunidades indígenas, el 2.4% es afrodescendiente y 87.8% no pertenecen a ningún grupo étnico (Anexo 4).

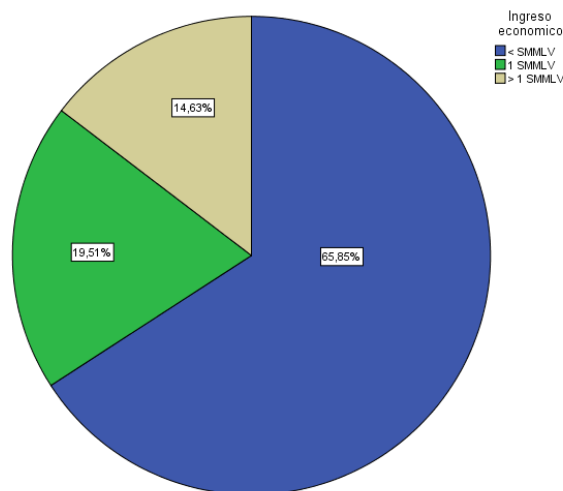
Para el tiempo que lleva cada una de las familias residiendo en los alrededores de la subcuenca Quebrada Pubús se muestra en la figura 9, que el mínimo de tiempo es de un año, el máximo de 5 años y que en promedio la mayoría de las familias lleva cerca de 2 años habitando en la zona.



**Figura 9.** Tiempo de residencia alrededor de la subcuenca de las familias encuestadas.

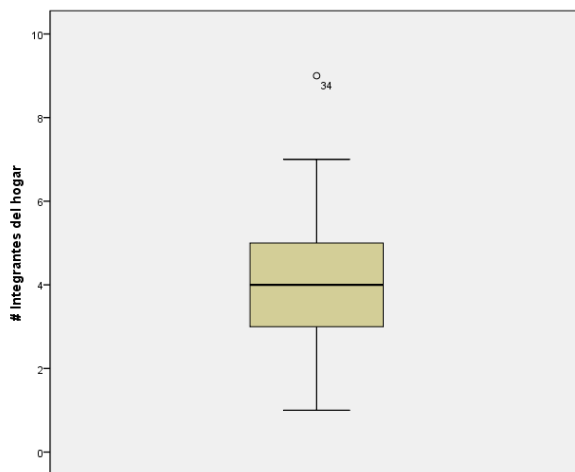
**- Aspectos socioeconómicos**

El 80% de las familias habitan en una vivienda formal y propia, el 20% viven en condición de arrendo. Para las familias que habitan en viviendas informales no se registra ningún caso de arrendamiento. Los ingresos del hogar (figura 10) evidencian que la mayoría de las familias (65.85%) tienen un ingreso económico mensual por debajo del salario mínimo, el 19.51 % llegan a ganar el salario mínimo y solo el 14.63% logran superarlo.



**Figura 10.** Descripción del ingreso económico mensual de las familias de la Subcuenca Qda. Pubús.

Los integrantes del hogar para cada familia en promedio corresponden a 4 personas como se muestra en la figura 11, el mínimo es una y el máximo 7 aunque se registró un caso atípico de una familia con 9 integrantes.



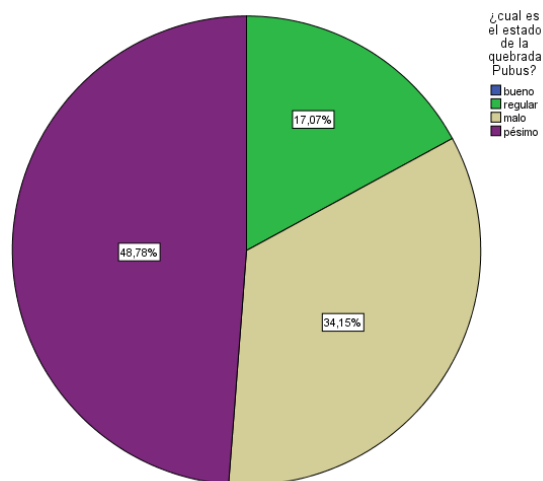
**Figura 11.** Número integrantes de las familias de la subcuenca quebrada Pubús.

Respecto a la información del hogar y de ocupación de cada una de las personas que los integran se obtuvo que estos se componen en su mayoría por mujeres (54.3%) en comparación al 45.7% de hombres dentro del grupo de las 151 personas que conforman las 41 familias encuestadas; el 60.26% presenta una escolaridad incompleta, el 23.26% ha completado sus estudios básicos y el 16.56% restante corresponde a niños menores de 5 años. Cabe resaltar el 27.81% se encuentra estudiando, el 43.05% trabaja, el 1.99% trabaja y estudia y el 27.25% son personas que están en el hogar y no lo registran como ocupación (Anexo 4).

#### - Aspectos socio-ambientales

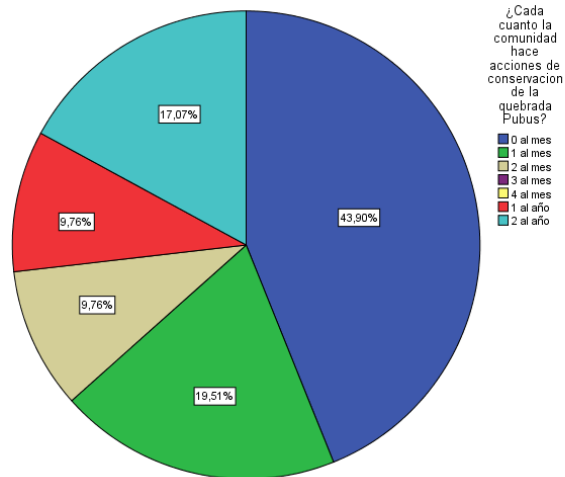
En este punto se reflejan los resultados obtenida al indagar sobre la percepción que tiene la comunidad sobre la subcuenca:

- Según las 41 familias el estado de conservación de la subcuenca es regular para el 17.07%, malo para 34,15% y pésimo para el 48.78% (figura 12).



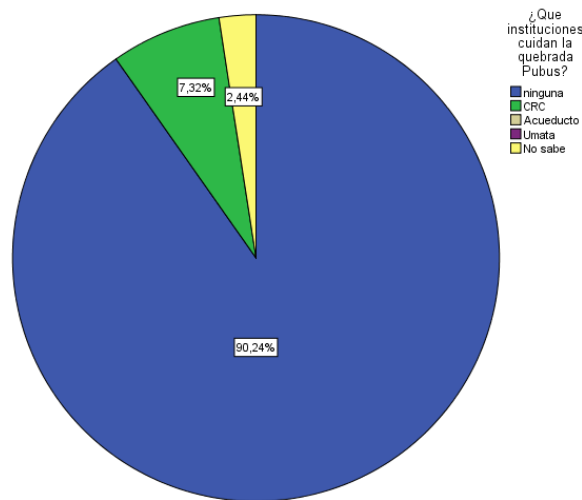
**Figura 12.** Estado de la subcuenca Qda. Pubús según los habitantes de la comuna 7 y 9 de Popayán.

- Sobre lo que representa esta fuente hídrica para la comunidad, el 46.34% manifiesta que esta es importante para ellos; mientras al 53,66% no le representa ningún valor (Anexo), argumentando que de ser importante esta fuente hídrica no estaría alterada ni contaminada. Esta pregunta faltó ser complementada con una justificación que permitiera ampliar o aclarar mejor la perspectiva que se tiene acerca de Pubús.
- Frente a las acciones comunitarias de conservación, el 43.9% de la población manifiesta que la comunidad no realiza ninguna acción, el 56.1% realizan actividades de conservación (mingas). Del total de personas que contestaron afirmativamente el 17.07% realizan 2 veces al año, el 9.76% 1 vez año, el 9.76% 2 veces al mes y el 19.51% 1 vez al mes. En la figura 13 se observa que de las 41 familias encuestadas el 58.64% participan o realizan acciones de conservación con la quebrada y el 41.46% no lo hace.



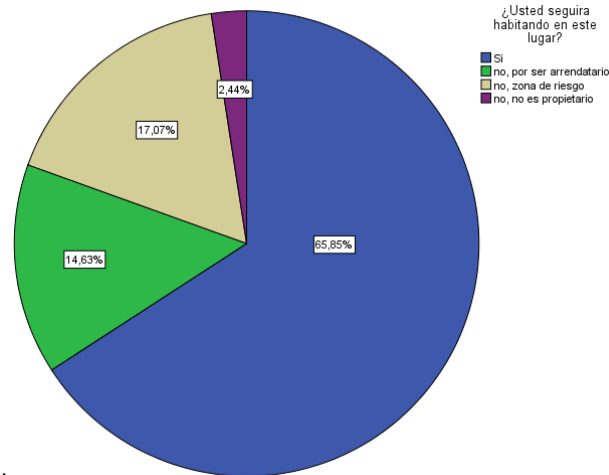
**Figura 13.** Acciones comunitarias de conservación de la subcuenca Qda. Pubús.

- Fue de gran importancia para este trabajo saber por medio de las personas de la comunidad si existe algún tipo de incidencia institucional frente a la protección de la quebrada como fuente hídrica. El 90.24% de las personas dice que ninguna institución está al cuidado de la subcuenca pubús, el 7.32% menciona a la CRC y el 2.44% no poseen conocimiento (figura 13).



**Figura 14.** Instituciones que están al cuidado de la subcuenca Qda. Pubús.

- Respecto a la permanencia de las personas en los sitios seleccionados (figura 15), el 65.85% de la población seguirá habitando en el lugar, el 14.63% no seguirá en el sitio porque son arrendatarios, 17.07% no seguirá porque es una zona de alto riesgo y el 2.44% dice que no seguirá en el sitio porque no son propietarios titulares.



**Figura 15.** Permanencia de los habitantes en los diferentes sitios de las comunas 7 y 9 alrededor de la subcuenca quebrada Pubús.

- Según las encuestas, todas las personas creen en la posibilidad de recuperar la subcuenca, pero el 87.8% plantea que no es posible que la comunidad sola restaure la quebrada, el 12.2% afirma que la comunidad sola la recuperaría. Las personas manifiestan que sería necesario acompañamiento técnico e institucional (82.93%) y organización comunitaria (17.07%), ver Anexo 4.

Finalmente, de las 41 familias de las comunas 7 y 9, al 85.37% le interesa hacer parte de un comité para restaurar o recuperar la subcuenca y el 80.49% tienen conocimiento de plantas que se pueden usar para la recuperación de la subcuenca. Las personas mencionaron el nacedero (*Trichanthera gigantea*), el roble (*Quercus humboldtii*) y la guadua (*Guadua angustifolia*).

## 8.2. Identificación de los impactos causantes de la degradación ecológica detectada en la zona: tensionantes, disturbios y factores limitantes

Para los procesos de restauración ecológica es importante identificar los impactos causantes de la degradación ecológica del ecosistema a restaurar y en la tabla 7 se encuentran identificados los impactos clasificados en tensionantes y disturbios de la subcuenca quebrada Pubús. Los factores limitantes identificados para la zona tienen que ver con la dominancia de gramíneas y las constantes inundaciones de la subcuenca. Las imágenes de estos impactos identificados para la subcuenca se pueden observar en el Anexo 5.

**Tabla 7.** Factores tensionantes y disturbios de la subcuenca Qda. Pubús.

<b>IMPACTOS DE LA SUBCUENCA QUEBRADA PUBÚS</b>	
<b>Tensionante</b>	<b>Disturbio</b>
Deposición de residuos sólidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminación visual</li> <li>• Generación de vectores como moscos y sancudos</li> </ul>
Deposición de aguas residuales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteración fisicoquímica del agua</li> <li>• Mala calidad del agua</li> <li>• Malos olores</li> <li>• Generación de vectores como moscos y sancudos</li> <li>• Riesgo en la salud pública</li> </ul>
Deforestación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdida de la cobertura vegetal</li> <li>• Pérdida de la biodiversidad</li> <li>• Alteración en la estructura y composición de especies vegetales y animales</li> <li>• Riesgo de inundaciones</li> <li>• Erosión</li> <li>• Alteración del proceso de sucesión</li> </ul>
Ruido	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminación auditiva</li> </ul>
Tráfico vehicular	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminación auditiva y del aire</li> </ul>
Tráfico peatonal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erosión</li> </ul>
Infraestructura vial y urbanización	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteración de la estructura del paisaje</li> <li>• Intervención de las riberas</li> <li>• Modificación del cause</li> </ul>
Crecimiento poblacional	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intervención de las riberas</li> </ul>
Deposición de escombros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteración física del suelo</li> </ul>
Cultivos grandes y pequeños	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdida de la cobertura vegetal</li> <li>• Pérdida de la biodiversidad</li> <li>• Alteración fisicoquímica del suelo</li> <li>• Alteración fisicoquímica del agua por escorrentía</li> </ul>
Difícil acceso a la vivienda	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción de viviendas informales</li> <li>• Desintegración social</li> <li>• Población vulnerable</li> <li>• Pobreza</li> </ul>



### **8.3. Potencialidades para la restauración ecológica de la subcuenca Pubús**

La subcuenca presenta potencialidades de tipo social, biofísico, ecológico y político que en un futuro permitirían la implementación de proyectos de restauración ecológica, a continuación se puntualizan:

- La zona de la subcuenca posee un ecosistema de referencia real, que con un nivel de calidad intermedia, lo que evidencia algún grado de conservación, convirtiéndose en un patrón exclusivo para restablecimiento ecológico de la subcuenca.
- La red hídrica de la subcuenca no representan mayor grado de contaminación para esta.
- Presencia de humedales, como parte del sistema ecológico de la subcuenca que requieren ser protegidos.
- Las especies vegetales con potencial dinamizador en procesos de restauración ecológica se encuentran al interior del ecosistema de referencia de la subcuenca.
- Las zonas de ribera que no están intervenidas, pero que corresponden a pastizales, serían los primeros sitios para realizar pruebas piloto de restauración por medio de propagación de las especies dinamizadoras.
- Las comunidades aledañas al sitio estudiado realizan acciones de conservación con la subcuenca.
- De las 41 familias encuestadas para hacer este diagnóstico, el 85.37% dice que haría parte de un comité para restaurar la subcuenca.
- Un porcentaje alto (80.49%) de personas tienen conocimiento de plantas con las cuales se podría recuperar la quebrada.
- Reconocimiento por parte de la comunidad que la subcuenca se encuentra en un estado crítico y que esto debe solucionarse.
- Presencia de formas organizativas como organizaciones sociales, asociaciones de vivienda y juntas de acción comunal que trabajan por el mejoramiento barrial.
- Existencia de un plan parcial para la subcuenca donde se plantea generar estrategias de recuperación y la restauración ecológica es una muy viable.

## 9. DISCUSIÓN

En los resultados obtenidos en este diagnóstico ambiental se ha evidenciado el marcado deterioro del ecosistema correspondiente a la subcuenca quebrada Pubús. Una de las razones más relevantes de esta degradación es la inmersión de este sistema ecológico en las dinámicas de la ciudad que lo transforma. A pesar del grado de disturbio, cuenta con áreas de bosque con algún grado de conservación y con presencia de fauna y flora en los sitios donde se desarrolló este trabajo. Los mapas elaborados mediante herramientas SIG (ArGIS 10.2.2) muestran la estructura urbana y la distribución de parches de vegetación; lo que permite identificar el contexto general de la zona de estudio, indicando que en estos procesos de diagnóstico es de gran ayuda localizar los sitios implicados en la investigación. Aunque este trabajo no tuvo ese objetivo, se puede decir que las herramientas SIG en la restauración permiten hacer interacciones sobre las situaciones encontradas en un lugar, ya que su uso posibilita el cálculo del potencial de restauración ecológica a partir del análisis multicriterio mediante el cruce de las variables espacializadas de los componentes biótico, físico y social (Ramírez et al, 2012) como los aquí descritos.

Por su diversidad y movilidad, la disminución de especies de aves o de sus poblaciones señalan deterioros en el ambiente (Londoño, 2013). Aunque ya se ha mencionado el mal estado en el que se encuentra la subcuenca se han registrado e identificado diferentes especies de aves en la zona, lo que sugiere que aún persiste una dinámica ecosistémica y que su presencia está estrechamente relacionada con los parches de vegetación, pues los mutualismos entre plantas y animales, principalmente los de polinización y de dispersión de semillas, son importantes para la persistencia espacial y temporal de las especies involucradas (Bond, 1994; Feinsinger, 1987), siendo las floras de los trópicos húmedos aquellas que muestran mayor dependencia de las relaciones mutualistas (Bawa, 1990; Fleming, 1991). También es posible que la presencia de varios grupos de aves en la zona se deba a su tolerancia a los disturbios o a que presentan cierta plasticidad de nicho con sus necesidades de hábitat, encontrando sus requerimientos ecológicos dentro de las zonas urbanas (Aizen et al., 2002).

La presencia de especies como *Accipiter striatus*, *Buteo magnirostris*, *Cathartes aura* y *Coragyps atratus* pertenecientes a los falconiformes y consideradas como excelentes bioindicadores evidencian que existen en el áreas espacios conservados ya con ellas se puede evaluar y monitorear el estado ecológico en diferentes ecosistemas, manifestando la importancia de preservar los parches

verdes dentro y en la periferia de la ciudad (Londoño, 2013), así como ampliarlos y recuperarlos mediante estrategias de restauración ecológica. Por otra parte los gallinazos (*C. aura* y *C. atratus*), son asociadas a áreas abiertas y semiabiertas, principalmente en basureros y rellenos sanitarios (Londoño, 2013), indicando la existencia de tensionantes como deposición de residuos causantes de disturbios como la contaminación ambiental, uno de los problemas que inmediatamente se observan en la subcuenca.

Los demás grupos de fauna reportados (mamíferos, anfibios y reptiles), refuerzan la idea que hay una funcionalidad ecológica en los remanentes de vegetación de la zona estudiada. Identificar lo anterior es fundamental al momento de pensar en emprender un proceso de restauración ecológica, ya que se debe partir de esos patrones para recuperar y mantener la riqueza y biodiversidad de especies, donde persista la integridad y salud ecológica del lugar restaurado garantizando su sostenibilidad (Vargas, 2007).

A demás de que la vegetación en los ecosistemas cumple funciones importantes en relación con la fauna ya que proporcionan alimento y hábitat, se debe resaltar que también es indispensable para la supervivencia de los cuerpos de agua ya que la vegetación ribereña es la base de la cadena alimentaria de los ríos, el material orgánico proporcionado es transportado hasta el agua y constituye un suministro energético vital para las fuentes hídricas (Ceccon, 2003), los resultados obtenidos sobre la composición de especies vegetales en algunos parches de la subcuenca muestran cierta riqueza que proporciona algún grado de estabilidad ecológica y suministro energético a este ecosistema acuático garantizando su permanencia en el tiempo.

El inventario florístico en las fases de diagnóstico aporta en gran medida a las iniciativas de restauración. Estos tienen relevancia sobre los procesos de conservación ambiental ya que permiten reconocer las dinámicas de los ecosistemas y de ser necesario con esto propagar las especies encontradas imitando condiciones ecológicas en las zonas que lo necesitan (Baquero et al, 2011), además permite identificar y seleccionar especies con potencial restaurador, ya que su éxito depende de ello; estas especies deben contar con atributos y cualidades que sean útiles y propicias para los sitios a restaurar (Vargas, 2007). El muestreo de las especies vegetales presentes en la subcuenca y predominantes en ecosistema de referencia permitió la selección de las plantas dinamizadoras que podrían ser propagadas en el caso darse una etapa de experimentación de restauración ecológica. De las nueve especies escogidas, algunas sobresalen por su valor ecosistémico como *Quercus*

*humboldtii*, especie de gran importancia ecológica que además presenta una dominancia en los bosques del Cauca entre 1700 y 2000 m (Lopez et al, 2015), lo que sugiere que es una especie persistente de los ecosistemas naturales de Popayán por lo que debe ser usada en estrategias propagación en los sitios de la subcuenca que se destinen a restaurar, de igual forma las especies *Tithonia diversifolia*, *Lycianthes radiata*, *Solanum hispidum* y las del género *Piper*, todas caracterizadas por su rápido crecimiento, fácil adaptación, competencia con pastos y asociadas a ecosistemas de ribera (Ruiz, 2015).

Los parches vegetales ofrecen servicios ambientales como protección de acuíferos, control en las redes de drenaje, generación de aire limpio, reciclaje de aire contaminado y sostenimiento de hábitats (Romero et al, 2001), la vegetación ribereña comprende la zona ecotonal en la transición del cuerpo de agua al componente terrestre más cercano y su calidad es importante en el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos (Carrasco et al., 2014). Los resultados de calidad de vegetación de ribera mediante el índice QBR establecen que el 80% de la subcuenca se encuentra en un estado crítico aseverando que las áreas ribereñas corresponden a los sitios más amenazados y degradados evidenciados a través de la pérdida de la cobertura vegetal (Muokota y Laazonen, 2002). Este daño a la vegetación natural de las riberas de la subcuenca se debe a los cambios de uso del suelo, de lo ecológico a cultivos, infraestructura urbana, construcción de viviendas, caminos, entre otros (Carrasco et al, 2014). El establecimiento de unidades habitacionales en las zonas de ribera de la subcuenca es una prueba de la escasa planificación urbana a nivel nacional y local en el país. Para Colombia existe la norma donde las construcciones cerca de los cuerpos de agua deben hacerse manteniendo una franja de mínimo 30 m. Pero en este trabajo es evidente que esto no sucede, olvidando que para evitar los grandes problemas ambientales en las ciudades, la planificación y gestión urbana deben ser una política de mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes, garantizando la protección y permanencia de los parches vegetales y corredores naturales al interior de la ciudad (Romero et al, 2001).

El 20% de la subcuenca mostró un QBR con rango de 55-70 determinando que esas zonas de las riberas mantienen una calidad intermedia con inicios de alteración importante (Munné et al., 2003) y que por tanto se convierten en sitios prioritarios para conservar y propiciar su restablecimiento por medio de estrategias que se enfoquen a mantener el equilibrio ecológico atenuando los efectos destructores (Decamps, 1999) en este caso disminuyendo los factores tensionantes que se han identificado. Un resultado que llama la atención, es el QBR para los tramos de cabecera de la subcuenca, pues contrario a lo que dice

Carrasco et al (2014) y Posada et al (2015) en sus trabajos, estos tramos de subcuenca presentan los niveles más bajos de calidad en términos de vegetación y por tanto se convierten en las zonas con más urgencia de un proceso de propagación de especies que ayuden su restablecimiento. La aplicación del índice de vegetación así como el reconocimiento de la vegetación existente en la zona son aportes confiables al diagnóstico y permiten la toma de decisiones frente a la implementación de estrategias de restauración ecológica para mejorar el estado y funcionamiento del ecosistema acuático (Posada y Arroyave, 2015).

Por otra parte en los resultados presentados en el POMCH Río Molino-Qda. Pubús (2006) sobre el nivel crítico de la calidad del agua tienen relación con los resultados de calidad de vegetación de ribera, pues ambos parámetros ponderan el ecosistema en un alto nivel de degradación, donde se encuentran implicados todos los tensionantes aquí identificados que están generando disturbios, como pérdida de la cobertura vegetal, cambios en el uso del suelo, contaminación hídrica entre otros, por eso y de acuerdo con lo establecido en el POT (2002), la zona de la quebrada Pubús necesita un tratamiento, este debe ser integral y eficaz permitiendo su recuperación, así como el mejoramiento de la calidad de vida de las personas que habitan a su alrededor y la restauración ecológica se plantea como una respuesta a esas necesidades.

La mayoría de los esfuerzos que se realizan en los procesos de conservación y restauración de ecosistemas tienen un enfoque en el que la participación de las comunidades es crucial para el éxito de cualquier acción o proyecto (Vargas, 2007). Los buenos resultados en un proyecto de restauración ecológica dependen de cumplir con la tarea de divulgación dentro de la comunidad donde se desarrollará (Diggelen et al, 2001). Los resultados para el componente social en este trabajo partieron de su divulgación con la comunidad, empezando por representantes de juntas, líderes, organizaciones sociales, asociación de viviendistas y habitantes en general. Como primer acercamiento, esta propuesta de hacer observaciones, toma de datos y colecta en diferentes zonas de las comunas 7 y 9 de la ciudad de Popayán fue aceptada y respaldada por diferentes integrantes de la comunidad, lo que permitió el desarrollo y cumplimiento de los objetivos de este trabajo, constatando que el apoyo de parte de los grupos sociales es esencial para desarrollar con éxito cualquier proyecto de restauración (Vargas y Mora, 2007).

Además de divulgar este trabajo y contar con el apoyo de personas, la ejecución de encuestas a los 41 hogares, presentaron los resultados que se esperaban ya que toda la información solicitada en la encuesta fue proporcionada sin ningún problema y permitió el análisis de las condiciones sociales ligadas al estado

actual de la subcuenca Pubús desde el punto de vista socioambiental. Las interacciones y acciones que tienen los habitantes de los lugares encuestados tienen mucho que ver con el estado de conservación que presenta la subcuenca. El reconocimiento de diferentes problemáticas del contexto social urbano permite aseverar que estas se convierten en tensionantes que generan disturbios en los ecosistemas (Salamanca y Camargo, 2002), el tensionante de difícil acceso a la vivienda ha causado uno de los disturbios más evidentes en la subcuenca que es la intervención de las riberas a través de la construcción de viviendas informales, tema del que más adelante se amplía la discusión.

Los centros urbanos generalmente crecen con el aumento de su población (Romero et al., 2001); en Colombia una de las causas del aumento poblacional es el desplazamiento forzado de las comunidades como consecuencia del conflicto armado y políticas de despojo (Linero y Polanía, 2012) y para el caso de las comunidades que habitan los alrededores de la quebrada Pubús se comprueba esta situación ya que la mayoría de las familias son víctimas del desplazamiento. Las personas desplazadas presentan situaciones de extrema pobreza (Pizarro, 2007) evidente en el área, pues la mayoría de estas familias compuesta de un mínimo de 4 personas, se sustentan con menos de un salario mínimo al mes y según análisis y registros del Dane (2014), un hogar de cuatro personas se considera pobre si su ingreso mensual está por debajo de 833.616 pesos. Otra consecuencia del desplazamiento y el nivel de pobreza en esta comunidad y reflejado en los resultados es la construcción de viviendas informales o irregulares en la ciudad, pues, la necesidad de espacios urbanos para habitar, en el marco del modelo político y económico neoliberal de los países latinoamericanos, ha significado que un importante sector de la población vea restringidas sus posibilidades de acceso a la vivienda por la vía formal (Monayar, 2011). La informalidad en la vivienda corresponde al caso de la comuna 7, donde actualmente se gestan dinámicas de lucha por la vivienda digna desde formas organizativas como la asociación de vivienda “Hogar digno hogar” con el acompañamiento de los “Procesos urbanos de Popayán” del movimiento social y político Congreso de los Pueblos, quienes exigen al gobierno garantizar el derecho a la vivienda, por la carencia de políticas públicas en materia de vivienda que brinden soluciones efectivas. Esta problemática debe ser atendida por el gobierno colombiano y dar soluciones inmediatas ya que si los asentamientos de la comuna 7 son reubicados, se cumpliría con uno de los puntos necesarios para la restauración, que es disminuir o eliminar los tensionantes que generan disturbios y degradación (Vargas, 2007).

Frente a los aspectos socioambientales, el resultado sobre el tiempo que llevan los habitantes alrededor de la subcuenca muestra que es relativamente corto,

siendo esto una desventaja en para un proceso de restauración, pues lo ideal es vincular a las personas de mayor edad, mayor permanencia y/o mayor conocimiento de la zona de estudio (Barrera et al, 2010). Pero la comunidad reconoce el estado de deterioro así como también manifiestan que por esa razón se cree que esta fuente hídrica no representa importancia ecológica para sus habitantes, sin embargo la participación en acciones de conservación o “mingas comunitarias”, se valoran significativamente puesto que las prácticas tradicionales de las comunidades son base de los valores culturales en una sociedad constituyéndose en alternativas para la conservación de la naturaleza (Leff, 1998). También la comunidad niega la presencia de las instituciones que deben brindarle protección a la quebrada, algo que preocupa ya que su presencia en términos de asistencia y cuidado a los ecosistemas en la ciudad debería ser constante, haciendo esto parte de una adecuada planificación territorial considerando las áreas ribereñas como zonas de protección donde se apliquen estrategias de manejo que permitan mantener el equilibrio ecológico y control de riesgos naturales de los cuerpos de agua (Decamps, 1999).

Otro aporte al iniciar una etapa experimental de restauración es la permanencia a futuro de las comunidades en el sector, los resultados fueron positivos ya que la mayoría de las familias afirman que continuarán habitando ese mismo lugar, importante ya que los procesos de restauración ecológica son a largo plazo y requieren para en un futuro obtener los resultados esperados, dependiendo esto del compromiso y permanencia de las personas que se vinculen al proceso (Moreno-Mateos et al., 2012; Rey Benayas et al., 2009). Los habitantes de las comunas 7 y 9 además de creer en la posibilidad de que la subcuenca Pubús pueda ser recuperada, también muestran interés en hacer parte de un comité de restauración y tienen conocimiento sobre algunas plantas con las que se podría recuperar esta fuente hídrica, valorando esto como potencial social ya que uno de los retos grandes de la restauración es involucrar a la gente en los proyectos (Vargas, 2007) y una estrategia para ello es que sean los grupos sociales quienes monitoreen los procesos, contribuyendo a desarrollar un sentido de pertenencia con los proyectos y con el territorio logrando que a futuro sean los mismos habitantes quienes aseguren que las acciones de restauración efectivamente lograron cambios (Aguilar-Garavito y Ramírez, 2015).

La comunidad también hace una contribución relevante para continuar con la iniciativa de recuperar la subcuenca, las personas dicen que la comunidad sola no podría emprender un proceso de regeneración y ponen de manifiesto la necesidad de acompañamiento técnico y apoyo institucional para emprender un proceso de tal magnitud, lo que sugiere que de iniciarse un proyecto de restauración en Pubús, este debe unificar esfuerzos de diferentes sectores

recordando que la restauración ecológica debe integrar siempre los aspectos biológicos, sociales, económicos y políticos (Clewell and Aronson, 2013).

Los impactos identificados en este diagnóstico para la restauración ecológica de la subcuenca quebrada Pubús fueron clasificados como factores tensionantes, disturbios y factores limitantes. Los resultados obtenidos señalan y reiteran el grado de deterioro en el que se encuentra la subcuenca demostrando que estos factores introducidos al sistema están restringiendo la entrada de energía a éste o a alguno de sus componentes, aumentando las pérdidas, deteriorando las reservas en cada componente y los flujos entre ellos (DAMA, 2004). Los factores tensionantes y limitantes como posibles causantes de los disturbios (Barrera y Valdés, 2007), son los principales impactos a tener en cuenta ya que al proyectarse líneas de restauración uno de los objetivos debe ser generar y aplicar estrategias que disminuyan o eliminen los efectos de estos factores permitiendo el restablecimiento del ecosistema degradado (Barrera et al, 2010; Vargas, 2007), así mismo el reconocimiento de todo el conjunto de factores tensionantes, limitantes y disturbios en el área ponen unas condiciones iniciales que se convierten en un punto de referencia al momento de evaluar resultados de procesos de restauración (Moreno-Mateos et al., 2012; Rey Benayas et al., 2009; Ruiz-Jaen and Aide, 2005).

Finalmente, un paso importante en los proyectos de restauración ecológica es la definición de los factores potenciadores (Barrera y Valdés, 2007). Siendo esta una fase diagnóstica para la restauración ecológica de la quebrada Pubús, los resultados cumplen con identificar los elementos internos y externos al sistema disturbado que pueden acelerar su restablecimiento (Barrera y Ríos, 2002). Es así como las potencialidades identificadas aquí se derivan de varios aspectos, como el biofísico, social y político, concluyendo que la subcuenca puede establecerse como un lugar con valor potencial ya que existe una interacción entre los factores físicos, bióticos y sociales necesaria para la implementación de un proceso de restauración ecológica (DAMA, 2006).



## **10. CONCLUSIONES**

- La descripción biofísica y socioambiental de la subcuenca quebrada Pubús demuestra que esta fuente hídrica se encuentra en un estado crítico de deterioro ambiental evidenciado por un bajo nivel de calidad según el índice QBR, pésimo estado según la comunidad y mala calidad del agua según POMCH Río Molino-Pubús.
- Los disturbios, tensionantes y factores limitantes identificados en la subcuenca están restringiendo la entrada de energía al ecosistema y por tanto son las principales causantes de su deterioro ambiental.
- La subcuenca quebrada Pubús presenta potencialidades sociales, biofísicas, ecológicas y políticas para la implementación de proyectos de restauración ecológica, debido al interés comunitario, la existencia de un ecosistema de referencia con un grado de calidad intermedio y presencia de formas organizativas, sociales y comunitarias.

## **11. RECOMENDACIONES**

- Es necesario implementar estrategias de recuperación de la subcuenca Quebrada Pubús, en este caso un proyecto de restauración ecológica que permita restablecer sus condiciones, como por ejemplo iniciar con experimentos de propagación de las especies vegetales dinamizadoras presentadas en este trabajo.
- Desarrollar estrategias educativas sobre los elementos sociales y biológicos presentes en la zona, para fortalecer el conocimiento y apropiación del territorio por parte de la comunidad.
- Usar el QBR en las fases diagnosticas para la restauración de ecosistemas de ribera; es una herramienta de fácil aplicación que no genera costos económicos.
- El gobierno nacional y municipal debe construir una política en materia de vivienda, que permita reubicar a las personas que habitan en zonas de riesgo, como las riberas y en condiciones informales e inadecuadas.
- Hacer un trabajo de análisis multicriterio sobre el potencial de restauración del territorio partiendo de los resultados de este trabajo.

## 12. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar-Garavito, M., Ramírez, W., 2015. Monitoreo a procesos de restauración ecológica aplicado a ecosistemas terrestres, primera. ed. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Bogotá D. C., Colombia.
- Aizen, M.A., Vázquez, D.P., Smith, C., 2002. Historia natural y conservación de los mutualismos planta-animal del bosque templado de Sudamérica austral. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 75, 79–97.
- Alcaldía Mayor de Popayán., 2002a. Plan de Ordenamiento Territorial, Capítulo III: Componente Urbano. Estrategias de crecimiento y reordenamiento de la ciudad, Municipio de Popayán, Cauca. Colombia.
- Alcaldía Mayor de Popayán., 2002b. Plan de Ordenamiento Territorial, Municipio de Popayán Capítulo I: Dimensión Ambiental.
- Baquero, J., Gómez, G., Orozco, J., 2011. Composición florística en la sonadora, Calarcá, Quindío. Armenia: Centro de. Estud. e Investig. en Biodivers. y Biotecnol. - CIBUQ, Univ. del Quindío.
- Barrera, J., Contreras, S., Garzón, N., A.C. Moreno, A., y Montoya, S., 2010. Manual para la Restauración Ecológica de los Ecosistemas Disturbados del Distrito Capital, Editorial . ed. Bogotá.
- Barrera, J., Contreras, S., Garzón, N., Moreno, A., Montoya, S., 2010. Manual para la Restauración Ecológica de los Ecosistemas Disturbados del Distrito Capital Bogotá. Editorial Imprenta Distrital –DDDI, Bogotá, Colombia.
- Barrera, J., Valdés, C., 2007. Herramientas para abordar la restauración ecológica de áreas disturbadas en Colombia. *Univ. Sci.* 12, 11–24.
- Barrera, J.I., Ríos, H.F., 2002. Acercamiento a la ecología de la restauración. *Pérez-Arbelaezia* 13, 33–46.
- Bawa, K.S., 1990. Plant-pollinator interactions in tropical rain forests. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 21, 399–422.
- Bond, W.J., 1994. Do mutualisms matter? assessing the impact of pollinator and disperser disruption on plant extinction. *Philos. Trans. the R. Soc. London B Biol. Sci.* 344, 83–90.
- Brown, S., Lugo, A.E., 1994. Rehabilitation of tropical lands: a key to sustaining development. *Restor. Ecol.* 2, 97–111.

- Bunn, S.E., Davies, P.M., Mosisch, T.D., 1999. Ecosystem measures of river health and their response to riparian and catchment degradation. *Freshw. Biol.* 41, 333–345.
- Burgos, A., 2015. Fenología Del Roble Blanco (*Quercus Humboldtii*) En Bosques Naturales Del Macizo Colombiano, Municipio De Pitalito. Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- Camargo, P. de L.G., 2007. Manual de Restauración Participativa. Parques Nacionales Naturales De Colombia, Bogotá, Colombia.
- Campbell, I.C., Boon, P.J., Madsen, B.L., Cummins, K.W., 1998. Objectives and approaches in lotic and riparian restoration projects.
- Carrasco, S., Hauenstein, E., Peña, F., Beltran, C., Tapia, J., Vargas, L., 2014. Evaluación de la calidad de vegetación ribereña en dos cuencas costeras del sur de Chile mediante la aplicación del índice QBR como base para su planificación y gestión territorial. *Gayana. Botánica*.
- Castellano, J., Vargas, O., Zamudio, N., 2006. Recuperar lo Nuestro. Una experiencia de restauración ecológica con participación comunitaria en predios del embalse de Chisacá, Localidad de Usme, Bogotá D.C. Editorial Gente Nueva, Bogotá, Colombia.
- Ceccon, E., 2003. Los bosques ribereños y la restauración y conservación de las cuencas hidrográficas. *Ciencias* 72, 46–53.
- Clewell, A.F., Aronson, J., 2013. Ecological restoration: Principles, values and structure of an emerging profession, Segunda E. ed. Island Press, Washington D.C.
- CRC, 2006. Plan de Ordenación y Manejo de la Subcuenca Río Molino-Quebrada Pubús.
- Cuatrecasas, J., 1958. Aspectos de la vegetación natural de Colombia. *Rev. la Acad. Colomb. Ciencias Exactas, Físicas y Nat.* 10 (40), 221–268.
- DAMA, 2006. Protocolo Distrital de Restauración Ecológica. Bogotá D. C., Colombia.
- DAMA, 2004. Guía técnica para la restauración de áreas de rondas y nacederos del distrito capital. Bogotá D. C., Colombia.
- Decamps, H., 1999. The renewal of floodplain forests along rivers: a landscape perspective. *Verhandlungen der Int. Vereinigung für Theor. und Angew. Limnol.* 26, 35–59.

- Diaz, A.C., 2004. Evaluación Ambiental de la Quebrada la Honda del municipio de Socorro mediante la aplicación de los índices BMWP y QBR. Universidad Industrial de Santander.
- Diggelen, R., Grootjans, A.P., Harris, J.A., 2001. Ecological Restoration: State of the Art or State of the Science? *Restor. Ecol.* 9, 115–118.
- Etter, A., Wyngaarden, W., 2000. Patterns of landscape transformation in Colombia, with emphasis in the Andean Region. *Ambio* 29, 443–450.
- Fandiño, M.C., Ferreira, P., 1998. Colombia Biodiversidad Siglo XXI: Propuesta técnica para la formulación de un Plan de Acción Nacional en Biodiversidad, Instituto Humboldt, Ministerio del Medio Ambiente y Departamento Nacional de Planeación. Bogotá, Colombia.
- Feinsinger, P., 1987. Approaches to nectarivore-plant interactions in the New World. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 60, 285–319.
- Fleming, T.H., 1991. Fruiting plant-frugivore mutualism: the evolutionary theater and the ecological play. En Price PW, GW Fernandes, TM Lewinsohn WW Benson *Plant Anim. Interact. Evol. Ecol. Trop. Temp. Reg.* 119–144.
- García, R.G., 2014. Identificación De Estrategias De Gestión Ambiental Para La Conservación Y Restauración De La Ronda Hídrica Del Río Chisacá. Pontificia Universidad Javeriana.
- Gentry, H.A., 1993. A field guide to the families and genera of woody plants of northwest South America, Conservation International. Washington DC.
- Giraldo, E., n.d. Bienes y servicios ambientales de la guadua en Colombia (*Guadua angustifolia* Kunth) [WWW Document]. Cent. Nac. para el Estud. del Bambú -guadua. Armen. Quindío. URL [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/210113/Reconocimiento\\_unidad\\_1/Reconocimiento\\_unidad\\_1\\_Bienes\\_y\\_servicios\\_ambientales\\_de\\_la\\_gadua.pdf](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/210113/Reconocimiento_unidad_1/Reconocimiento_unidad_1_Bienes_y_servicios_ambientales_de_la_gadua.pdf)
- González Del Tánago, M., Antón, N., 1998. Plan forestal de la Comunidad de Madrid. Subprograma de ríos y riberas. Madrid, España.
- Grajales, B.M., Botero, M.M., Ramírez, J.F., 2015. Características, manejo, usos y beneficios del saúco (*Sambucus nigra* L.) con énfasis en su implementación en sistemas silvopastoriles del Trópico Alto. *Rev. Investig. Agrar. y Ambient.* 6, 155–168.
- Guariguata, G., Kattan, M., 2002. Ecología y conservación de bosques neotropicales, 1° Edición. ed. Ediciones LUR, Cartago.

- Hernández, R., 1989. Tamaño de la semilla y efecto de la temperatura en la germinación de *Heliocarpus popayanensis* H.B.K. Rev. For. Venez. 33, 21–42.
- Holdridge, L.R., 1978. Ecología basada en zonas de vida. 34., Editorial IICA. Serie Libros y Materiales Educativos No., San José, Costa Rica.
- Leff, E., 1998. Concepto de racionalidad ambiental: Saber ambiental, Sustentabilidad, Racionalidad, Complejidad, poder., Editorial . ed. México.
- Linero, S.F., Polanía, D., 2012. Líneas de acción para la conservación de la microcuenca la Chorrera Municipio de Popayán. Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias NaTurales Exactas y de la Educación.
- Londoño, J.C., 2013. Discusiones sobre la presencia de aves rapaces, aves migratorias y aves bajo algún grado de amenaza en la ciudad de pereira, Risaralda. Luna Azul 36.
- Lopez, L.E., Becoche, J.M., Macias, D.J., Montoya, K., Reyes, A.V., Pineda, S., 2015. Estructura y composición florística de la reserva forestal - Institución Educativa Cajete, Popayán (Cauca). Luna Azul.
- Macías, D.J.P., Ramírez, B.R.P., Perafán, G.M.P., Varona, G.B., Mamian, L.V.G., 2007. El Macizo colombiano: Diversidad, potencialidades y conservación vegetal, 1st ed. Universidad del Cauca, Colombia.
- MinAmbiente, 2012a. Plan nacional de restauración. Republica de Colombia.
- MinAmbiente, 2012b. Manual para la Asignación de Compensaciones por Pérdida de Biodiversidad. Republica de Colombia.
- MinAmbiente, 1998. Plan Estratégico para la Restauración Ecológica y el Establecimiento de Bosques en Colombia - Plan Verde, Ministerio de Medio Ambiente, Colombia. Republica de Colombia.
- Missouri Botanical Garden, n.d. Tropicos.org [WWW Document]. URL <http://www.tropicos.org/home.aspx?langid=66>
- Monayar, V., 2011. Informalidad urbana y acceso al suelo. Acciones y efectos de la política habitacional en la ciudad de Córdoba-Argentina. Territorios 24, 120–130.
- Mondragon, V.A., 2015. Potencialidades para la Restauración Ecológica en la Vereda Cajete, municipio de Popayán. Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Naturales Exactas y de la Educación.

- Moreno, F., Guerrero, A., 2005. Evaluación de cuatro métodos de propagación en campo de *Trichanthera gigantea*. Rev. Fac. Agron. 22.
- Moreno-Mateos, D., Power, M.E., Comin, F.A., Yockteng, R., 2012. Structural and functional loss in restored wetland ecosystems. PLoS Biol. 10.
- Munné, A., PRAT, N., SOLÁ, C., BONADA, N., RIERADEVALL, M., 2003. A simple field method for assessing the ecological quality of riparian habitat in rivers and streams: QBR index. Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst. 13, 147–163.
- Muokota, T., Laazonen, P., 2002. Ecosystem recovery in restored headwater stream: the role of enhanced leaf retention. Journal Applied Ecol. 39, 145–156.
- Murcia, C., Guariguata, M.R., 2014. La restauración ecológica en Colombia Tendencias , necesidades y oportunidades.
- Ospina Arango, O.L., Vanegas Pinzón, S., Gnecco, M., 2012. Plan nacional de restauración 92.
- Pérez, A., Iglesias, I., López, J.M., Martín, O., García, G.J., Milián, D., Hernández, A., 2009. *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray. Pastos y Forrajes 32.
- Piso, G., 2015. Diagnóstico ambiental para la Restauración Ecológica en el Sector de Cuenca de Chuscales. Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Naturales Exactas y de la Educación.
- Pizarro, N., 2007. El desplazamiento humano en Colombia: ¿Aumenta o disminuye? Univ. Barcelona. Fac. ciencias Económica Empres.
- Pontificia universidad Javeriana, 2009. Diagnostico de Avances en la política Nacional de Biodiversidad. Instituto de Estudios Ambientales para el Desarrollo y Ministerio de Medio Ambiente vivienda y Desarrollo Territorial.
- Posada, M.I., Arroyave, M. del P., 2015. Análisis de la calidad del retiro ribereño para el diseño de estrategias de restauración ecológica en el río la miel, caldas, Colombia. Rev. EIA 12, 117–128.
- Ramírez, B.R., 1995. “Principios y métodos en Ecología Vegetal” En: Colombia.
- Ramírez, L.C., Jerena, E., Mendoza, R.R., 2012. La potencialidad del territorio en la restauración ecológica El uso de herramientas SIG para establecer prioridades de restauración ecológica. Rev. Gestión y Ambient. 15, 39–50.

- Rey Benayas, J.M., Newton, A.C., Diaz, A., Bullock, J.M., 2009. Enhancement of biodiversity and ecosystem services by ecological restoration: a meta-analysis. *Science* (80-. ). 325.
- Rodríguez, M., Van Hoof, B., 2004. Desempeño ambiental del sector palmero en Colombia. Fedepalma, Bogotá.
- Romero, H., Toledo, X., Órdenes, F., Vasquez, A., 2001. Ecología urbana y gestión ambiental sustentable de las ciudades intermedias chilenas. *Ambient. Hoy XVII*, 45–51.
- Ruiz, J., 2015. Grupos funcionales de plantas con potencial para la restauración ecológica de manantiales de agua en la microcuenca de la Laguna de Pedro Palo y sus alrededores, Cundinamarca-Colombia. Universidad Nacional de Colombia.
- Ruiz-Jaen, M.C., Aide, T.M., 2005. Restoration success: how is it being measured? *Restor. Ecol.* 13.
- Salamanca, B., Camargo, G., 2002. Protocolo Distrital de Restauración Ecológica.
- Savard, J.L., Clergeau, P., Mennechez, G., 2000. Biodiversity concepts and urban ecosystem. *Landsc. Urban Plan* 48, 131–142.
- SER, 2004. Principios de SER International sobre la restauración ecológica. Tucson Society Ecol. *Restor. Int.*
- Sterling, M., 2011. Especies dinamizadoras de procesos de restauración ecológica participativa (REP) en diferentes etapas serales en el parque nacional natural Munchique, municipio del Tambo. Universidad del Cauca.
- Suárez, M.L., Vidal-Abarca, M.R., Sánchez-Montoya, M., Alba-Tercedor, J., Álvarez, M., Avilés, J., Bonada, N., Casas, J., Jáimez-Cuéllar, P., Munné, A., Pardo, I., Prat, N., Rieradevall, M., Salinas, M.J., Toro, M., Vivas, S., 2002. Las riberas de los ríos mediterráneos y su calidad: El uso del índice QBR. *Limnetica* 21, 135–148.
- Universidad de Barcelona, n.d. F.E.M Reseach Group Freshwater Ecology and Management [WWW Document]. Índice Calid. del bosque ribera QBR. URL [http://www.ub.edu/fem/docs/protocols/Prot\\_QBR cast.pdf](http://www.ub.edu/fem/docs/protocols/Prot_QBR_cast.pdf)
- Universidad Nacional de Colombia, n.d. Herbario Universidad Nacional [WWW Document]. Colecc. científicas del Inst. Ciencias Nat. URL <http://www.biovirtual.unal.edu.co/es/>

- Valero, E., Picos, J., Álvarez, X., 2014. Characterization of riparian forest quality of the Umia River for a proposed restoration. *Ecol. Eng.* 67, 216–222. doi:10.1016/j.ecoleng.2014.03.084
- Van Andel, J., Van Den Vergh, J.P., 1987. Disturbance of grasslands. Outline of theme, in *Disturbance in Grasslands, Causes, Effects and Processes*. *Geobotany* 10, 3–13.
- Vargas, O., 2011. Restauración Ecológica: Biodiversidad y Conservación. *Acta Biológica Colomb.* 16, 221–246.
- Vargas, O., 2007. Guía metodológica para la restauración ecológica del bosque altoandino, Primera Ed. ed. Grupo de restauración Ecológica. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. DC.
- Vargas, O., Mora, F., 2007. La Restauración Ecológica. Su contexto, definiciones y dimensiones. En O. Vargas (Ed.) *Estrategias para la restauración ecológica del bosque altoandino. El caso de la Reserva Forestal Municipal de Cogua, Cundinamarca*. Univ. Nac. Colomb. – Colcienc.



## ANEXOS

### Anexo 1. Protocolo Índice de Calidad de Vegetación de Ribera: QBR.

Índice de calidad del bosque de ribera: QBR	
Consideraciones previas a tener en cuenta en la aplicación del índice:	
Pasos a seguir	Observaciones
<b>1 Selección del área de observación</b>	
Se debe considerar la totalidad de la anchura potencial del bosque de ribera para calcular el QBR. En ella, diferenciaremos y delimitaremos visualmente la orilla y la ribera (ver dibujo de la hoja de campo de este índice)	<b>Orilla.</b> Zona del cauce inundable en crecidas periódicas en un periodo aproximado de dos años. <b>Ribera.</b> Zona inundable en crecidas de gran magnitud (periodos de hasta 100 años). Pueden estar incluidas varias terrazas aluviales.
<b>2 Independencia de los bloques a analizar</b>	
Los cuatro bloques en los que está basado el QBR son totalmente independientes y la puntuación de cada uno de ellos no puede ser negativa ni superior a 25.	
<b>3 Cálculo bloque por bloque</b>	
En cada bloque hay que entrar por una de las cuatro opciones principales, puntuando 25, 10, 5 o 0. Solamente se puede escoger una entrada: La que cumpla la condición exigida siempre leyendo de arriba abajo.  La puntuación final de cada bloque será modificada por las condiciones expuestas en la parte inferior de cada bloque, tantas veces como se cumpla la condición (sumando o restando).	De las cuatro opciones principales, se escogerá solamente una de ellas.  La puntuación final de cada bloque tendrá un 25 como máximo y un 0 como mínimo.  Las condiciones se analizarán considerando ambos márgenes del río como una única unidad.
<b>4 Puntuación final</b>	
La puntuación final será el resultado de la suma de los cuatro bloques y, por lo tanto, variará entre 0 y 100.	
<b>5 Nota</b>	
Los puentes y caminos utilizados para acceder a la estación de muestreo no se tendrán en cuenta para la evaluación del índice QBR. Si es posible, el QBR deberá ser analizado aguas arriba y debajo de estos accesos. Otros puentes o carreteras (por ejemplo las paralelas al río) si que deberán ser consideradas.	Los tramos de ribera cercanos a la zona de acceso al río suelen estar perturbados y nos pueden hacer disminuir la puntuación.  Si es posible, es interesante realizar varios transectos (cada 100-200m) y evaluar el QBR en un tramo largo para tener una puntuación más representativa de la zona.

Consideraciones útiles para rellenar la hoja de campo:

Bloque	Consideraciones	Observaciones
1	<b>Grado de cobertura riparia</b>  Se contabiliza el % de cobertura de toda la vegetación, exceptuando las plantas de crecimiento anual. Se consideran ambos lados del río de forma conjunta.  Hay que tener en cuenta también, la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente para sumar o restar puntos.	Nos interesa puntar el recubrimiento del terreno por la vegetación, sin tener en cuenta su estructura vertical, que se evalúa en el siguiente apartado. En este bloque se destaca el papel de la vegetación como elemento estructurador del ecosistema de ribera.  Los caminos sin asfalto de menos de 4 metros de ancho no se consideran como elementos de aislamiento con el ecosistema adyacente.
2	<b>Estructura de la cobertura</b>  La puntuación se realiza según el porcentaje de recubrimiento de árboles y, en ausencia de estos, arbustos sobre la totalidad de la zona a estudiar.  Se consideran las riberas ambos márgenes del río.  Elementos como la linealidad en los pies de los árboles (sistemas de plantaciones), o las coberturas distribuidas no uniformemente y formando manchas se penalizan en el índice, mientras que la presencia de helófitos en la orilla y la interconexión entre árboles y arbustos en la ribera, se potencian.	En este apartado lo que se pretende evaluar es la complejidad de la vegetación que puede ser causa de una mayor biodiversidad animal y vegetal en la zona.
3	<b>Calidad de la cobertura</b>  Para rellenar este apartado, antes que nada hay que determinar el tipo geomorfológico utilizando las indicaciones que hay en el reverso de la hoja de campo.  Después de haber seleccionado el tipo geomorfológico (1 a 3) contamos el número de especies arbóreas nativas presentes en la ribera.  Los bosques en forma de rímel a lo largo del río suponen un aumento de la puntuación, dependiendo del porcentaje de recubrimiento a lo largo del tramo estudiado.  La disposición de las diferentes especies arbóreas en galería, es decir en grupos que se van ensalzando, desde la zona más cercana al río hasta el final de la zona de ribera, puntúan aumentando el valor del índice.	Para determinar el tipo geomorfológico hay que utilizar el reverso de la hoja de campo. En esta parte puntuaremos el margen izquierdo y derecho en función de su desnivel y forma. La puntuación final se obtiene sumando los valores de ambos márgenes y complementando este valor con las restas y las sumas de los apartados inferiores (si es necesario). La presencia de islas en el río decrecen la puntuación, mientras que la presencia de un suelo rocoso y duro (lascas) con baja potencialidad para sustentar una buena vegetación de ribera, la aumentan. El resultado de la operación nos indica el tipo geomorfológico del canal del tramo a estudiar y lo usaremos para seguir por una u otra columna en el tercer bloque.  Las especies introducidas en la zona y naturalizadas penalizan en esta parte del índice. Existe una lista de las especies introducidas (consideradas no naturales) más frecuentes en Catalunya en el reverso de la hoja de campo.

#### 4 Grado de naturalidad del canal fluvial

La modificación de las terrazas adyacentes al río supone la reducción del cauce, el aumento de la pendiente de los márgenes y la pérdida de simiosidad en el río. Los campos de cultivo cercanos al río y las actividades extractivas producen este efecto.

Cuando existan estructuras sólidas, como paredes, muros, etc., los signos de alteración son más evidentes y la puntuación baja.

No se consideran los puentes ni los pasos para cruzar el río que nos permitan acceder a la estación de muestreo.

Los rangos de calidad según el índice QBR son:

NIVEL DE CALIDAD	QBR	Color representativo
Bosque de ribera sin alteraciones, calidad muy buena, estado natural	≥ 95	Azul
Bosque ligeramente perturbado, calidad buena	75-90	Verde
Inicio de alteración importante, calidad intermedia	55-70	Amarillo
Alteración fuerte, mala calidad	30-50	Naranja
Degradación extrema, calidad pésima	≤ 25	Rojo

Información más detallada sobre el funcionamiento del índice se puede encontrar en:

Mimma, A.; Solà, C. & Prat, N. (1996). *QBR: Un índice rápido para la evaluación de la calidad de los ecosistemas de ribera*. Tecnología del Agua, 175: 20-37.

Mimma, A.; Solà, C.; Riera-devall, M. & Prat, N. (1996). *Índice QBR. Mètode per a l'avaluació de la qualitat dels ecosistemes de ribera*. Estudi de la Qualitat Ecològica dels Rius (4). Diputació de Barcelona. Àrea de Medi Ambient.

M<sup>a</sup> Luisa Suárez, M<sup>a</sup> Rosario Vidal-Abarca, M<sup>a</sup> del Mar Sánchez-Montoya, Javier Alba-Torcedor, Maruxa Álvarez, Juan Arilés, Nuria Bonada, Jesús Casas, Pablo Jiménez-Castell, Antoni Mimma, Isabel Pardo, Narcís Prat, Maria Riera-devall, M<sup>a</sup> Jacoba Salinas, Manuel Toro & Soledad Vivas. (2004). *Las riberas de los ríos mediterráneos y su calidad: el uso del índice QBR*. *Limnetica*, 21 (3-4): 35-64 (2002)

Colwell, Stephanie R.; Hix, David M. (2008). *Adaptation of the QBR index for use in riparian forests of central Ohio*. In: Jacobs, Douglas F.; Michler, Charles H., eds. 2008. Proceedings, 16th Central Hardwood Forest Conference, 2008 April 8-9, West Lafayette, IN. Gen. Tech. Rep. NRS-P-24. Newtown Square, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station: 331-340.

Acosta, R.; Ríos, B.; Riera-devall, M. & Prat, N. (2009). *Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú*. *Limnetica*, 28 (1): 35-64.

Eva Irwin, Michael Charleto, Wolfgang Mahla & Stefan Sommerer. (2009). *Estimating the ecological status and change of riparian zones in Andalusia assessed by multi-temporal AVHRR datasets*. *Ecological Indicators* 9: 422 - 431.

**Anexo 2.** Encuestas aplicadas para la descripción socioambiental de la subcuenca Quebrada Pubús.



**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE LA SUBCUENCA QUEBRADA PUBÚS DEL MUNICIPIO DE POPAYÁN-CAUCA**

Encuesta N° \_\_\_\_\_

<b>Fecha (D/M/A)</b>	
<b>Barrio/comuna</b>	

<b>1. Datos Personales:</b>	
<b>Nombre</b>	
<b>Genero</b>	Masculino <input type="checkbox"/> Femenino <input type="checkbox"/> otro <input type="checkbox"/> (cual):
<b>Lugar de nacimiento</b>	
<b>Edad</b>	
<b>Grupo étnico</b>	Si <input type="checkbox"/> Cual _____ No <input type="checkbox"/>
<b>Victima por Desplazamiento</b>	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
<b>Tiempo en la residencia actual</b>	

<b>2. Aspectos socio-económico</b>										
<b>Vivienda</b>	Formal <input type="checkbox"/> Informal <input type="checkbox"/> / Propia <input type="checkbox"/> Arrendada <input type="checkbox"/>									
<b>Ingresos del hogar</b>	Salario mínimo (SM) <input type="checkbox"/> Mas de un SM <input type="checkbox"/> Menos de un SM <input type="checkbox"/>									
<b>Servicios Públicos del hogar</b>	Acueducto <input type="checkbox"/> Alcantarillado <input type="checkbox"/> Energía <input type="checkbox"/> Serviaseo <input type="checkbox"/> Gas domiciliario <input type="checkbox"/> Teléfono <input type="checkbox"/> Internet <input type="checkbox"/>									
<b>Número de personas</b>										
<b>Datos Personales de personas del hogar</b>										
	Nombre	Parentesco	Género			Edad	Escolaridad		Ocupación	
			M	F	O		C	I	E	T
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

**Escolaridad:** Completa (C) Incompleta (I)-Básica-Media-Técnica-Tecnológica-Universitaria-otra.

**Ocupación:** Estudia (E) Trabaja (T)

<b>3. Aspectos Socio-Ambientales</b>	
Estado de la Quebrada Pubús	Buena <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Mala <input type="checkbox"/> Pésima <input type="checkbox"/>
¿Es importante la quebrada para la comunidad?	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
¿La comunidad hace actividades para conservar la quebrada?	Si <input type="checkbox"/> c/cuánto? _____ No <input type="checkbox"/>
¿Usted participa de actividades para conservar la quebrada?	Si <input type="checkbox"/> c/cuánto? _____ No <input type="checkbox"/>
¿Qué instituciones cuidan la quebrada?	Acueducto <input type="checkbox"/> CRC <input type="checkbox"/> UMATA <input type="checkbox"/> otras <input type="checkbox"/> Cuales _____
¿Usted tiene que pedir permiso para desarrollar una acción sobre la quebrada?	Si <input type="checkbox"/> ¿A quién? _____ No <input type="checkbox"/>
¿Cree usted que la quebrada se puede restaurar?	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
¿Ustedes solos la podrían restaurar la quebrada?	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> ¿Por qué? _____
¿Usted haría parte de un comité para restaurar la quebrada?	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> ¿Por qué? _____
¿Conoce plantas con las que se pueda restaurar la quebrada?	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> ¿Cuáles? _____ _____
<b>¿Para usted que debe de hacer para empezar a restaurar la quebrada?</b>	

### **Anexo 3.**Lista de impactos encontrados en la subcuenca Quebrada Pubús.

- Deposición de residuos sólidos
- Deposición de aguas residuales
- Deforestación
- Ruido
- Contaminación auditiva
- Contaminación visual
- Tráfico vehicular
- Tráfico peatonal
- Humo, gases de combustible de los carros
- Infraestructura vial y urbana
- Modificación del cause
- Crecimiento poblacional
- Intervención de las riberas
- Predominancia de pastos
- Cultivos
- Erosión
- Deposición de escombros
- Alteración fisicoquímica del agua
- Alteración física del suelo (edáfica)
- Pérdida de la biodiversidad
- Alteración de la estructura del paisaje
- Mala calidad del agua
- Alteración en la estructura y composición de especies vegetales y animales}
- Escases de vivienda
- Desintegración social
- Población vulnerable
- Riesgo de inundaciones
- Riesgo en la salud pública
- Malos olores
- Generación de vectores como moscos y sancudos
- Pérdida de la cobertura vegetal
- Inexistencia de política pública de vivienda
- Alteración del proceso sucesión natural
- Contaminación del aire
- Zonas de inundación.

**Anexo 4.** Tablas y gráficos complementarios de los resultados de lo socioambiental.

**1. Sobre los datos personales**

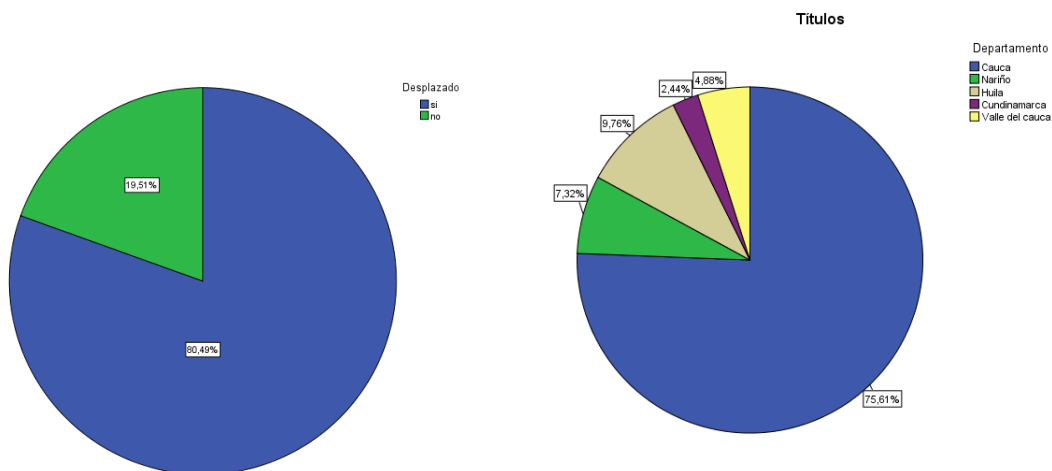
**Tabla 1.** Porcentaje de hogares encuestados por comuna.

Comuna		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	comuna 7	10	24,4	24,4	24,4
	comuna 9	31	75,6	75,6	100,0
	Total	41	100,0	100,0	

**Tabla 2.** Porcentaje de hombres y mujeres de la población encuestada

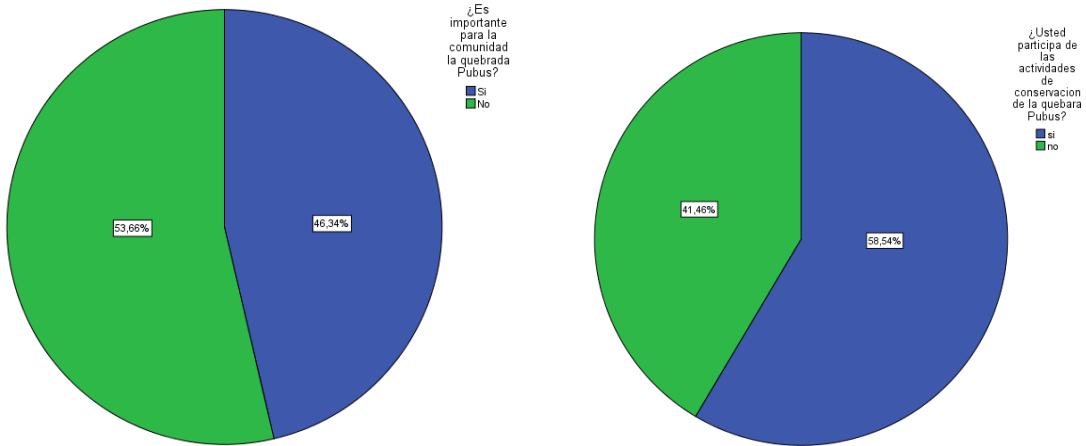
Género		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Femenino	30	73,2	73,2	73,2
	Masculino	11	26,8	26,8	100,0
	Total	41	100,0	100,0	

**Porcentaje de personas desplazadas y zonas de procedencia**

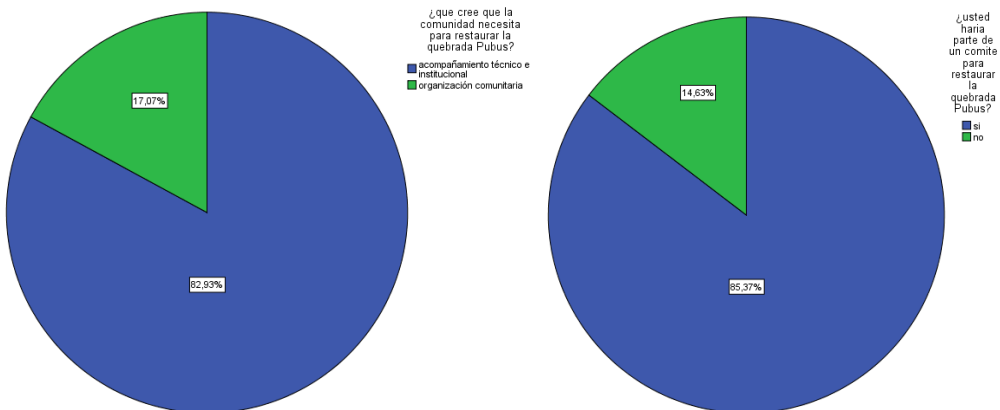


## 2. Sobre los aspectos socio ambientales.

### Importancias de la subcuenca y participación en actividades de conservación

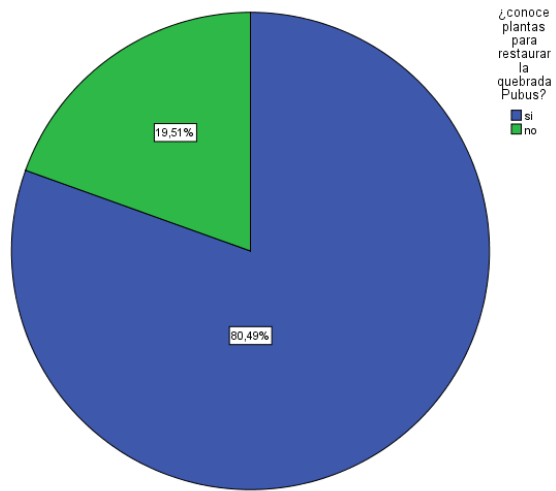


### Necesidades de la comunidad para recuperar la subcuenca y comité de restauración

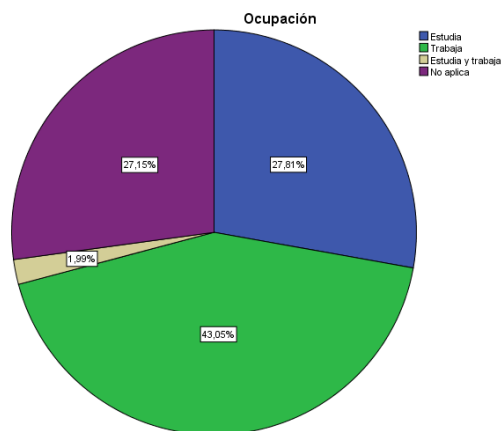
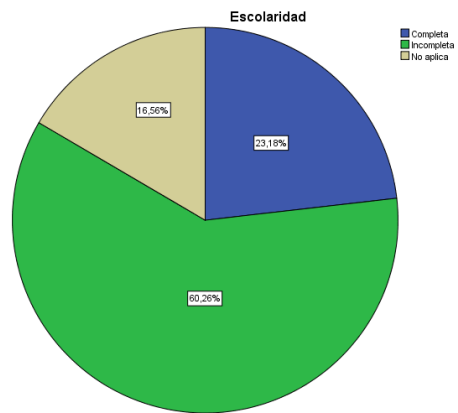
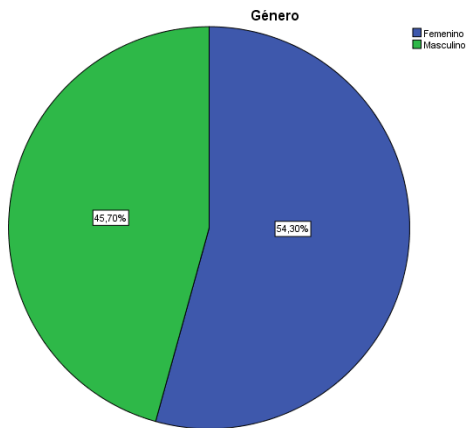




### Conocimiento sobre plantas para recuperar la subcuena



### 3. Sobre los datos del hogar: Género, escolaridad y ocupación



**Anexo 5.** Imágenes de los tensionantes y disturbios de la subcuenca Qda. Pubús.



**Descripción:** **A:** intervención con puentes y caminos, **B:** deposición de aguas residuales, **C:** Erosión y pérdida de la cobertura vegetal, **D:** Deposición de residuos sólidos, **E:** Viviendas informales y **F:** Infraestructura vial y canalización.