



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA.

ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES  
RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA EN MANEJO Y CONSERVACIÓN  
DEL MEDIO AMBIENTE



**“PROPUESTA DE MONITOREO DE LA CALIDAD AMBIENTAL  
DE LA MICROCUENCA GUAYZIMI, CANTÓN NANGARITZA, A  
TRAVÉS DE INDICADORES FAUNÍSTICOS”**

Tesis de Grado previa a la obtención del  
Título de: **INGENIERA EN MANEJO Y  
CONSERVACIÓN DEL MEDIO  
AMBIENTE**

**AUTORA:** *Haydee Estefanía Vega Pardo*

**DIRECTOR:** *Ing. Pablo Alvarez Figueroa Mg. Sc.*

**LOJA – ECUADOR**

**2015**

## CERTIFICACIÓN

En calidad de Director de la tesis titulada “**PROPUESTA DE MONITOREO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DE LA MICROCUENCA GUAYZIMI, CANTÓN NANGARITZA, A TRAVÉS DE INDICADORES FAUNÍSTICOS**”, de autoría de la señorita egresada de la Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente Haydeé Esthefanía Vega Pardo, certifico que se ha realizado dentro del cronograma aprobado, por lo que autorizo su presentación y publicación.

Loja, 05 de mayo de 2015.

Atentamente,



---

Ing. Pablo Alvarez Figueroa Mg. Sc.

**DIRECTOR DE TESIS**

## CERTIFICACIÓN

En calidad de tribunal Calificador de la Tesis titulada “PROPUESTA DE MONITOREO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DE LA MICROCUENCA GUAYZIMI, CANTÓN NANGARITZA, A TRAVÉS DE INDICADORES FAUNÍSTICOS”, de autoría de la señorita egresada de la Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente **Haydeé Esthefanía Vega Pardo**, certificamos que ha incorporado todas las sugerencias efectuadas por sus miembros.

Por lo tanto autorizamos a la señorita egresada, su publicación y difusión.

Loja, 10 de junio de 2015.

Atentamente,

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

Ing. Ermel Loaiza, Mg. Sc.



**VOCAL DEL TRIBUNAL**

Ing. Aurita Gonzaga, Mg. Sc.



**VOCAL DEL TRIBUNAL**

Ing. Diana Ochoa, Mg. Sc.



## AUTORÍA

Yo, Haydeé Esthefanía Vega Pardo declaro ser autora del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.



Haydeé Esthefanía Vega Pardo

1900643501

Loja, 09 de junio del 2015

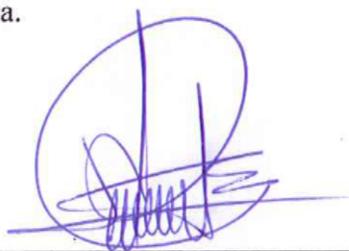
**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA LA  
CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN  
ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.**

Yo, Haydeé Esthefanía Vega Pardo, declaro ser autora de la tesis titulada “PROPUESTA DE MONITOREO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DE LA MICROCUENCA GUAYZIMI, CANTON NANGARITZA A TRAVEZ DE INDICADORES FAUNISTICOS”, como requisito para optar al grado de: Ingeniera en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 09 días del mes de junio de dos mil quince, firma la autora.



Haydeé Esthefanía Vega Pardo

CI: 1900643501

Dirección: San Pedro de Bellavista, Loja, Ecuador.

Correo electrónico: e.vega.pardo@hotmail.com

Teléfono: 0959970458

Director de Tesis: Ing. Pablo Alvarez Figueroa Mg. Sc.

Tribunal de Grado: Ing. Ermel Loaiza Carrión, Mg. Sc.

Ing. Aurita Gonzaga, Mg. Sc.

Ing. Diana Ochoa Gordillo, Mg. Sc.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a todos quienes contribuyeron al desarrollo y culminación del presente trabajo de investigación.

A la Universidad Nacional de Loja, a la Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, y a todos mis profesores quienes me impartieron sus conocimientos y afianzaron mi formación profesional.

A mi Director de tesis Ingeniero Pablo Alvarez, por su apoyo incondicional, sus consejos y recomendaciones como docente y amigo.

Al Ingeniero Diego Armijos, por su orientación, respaldo técnico y apoyo constante durante la identificación de especies y desarrollo del trabajo de investigación.

A Roberth Pardo Lima, mi querido tío, quien fue mi compañero y mi mayor apoyo en la fase de campo.

A mis familiares y amigos por su apoyo emocional e incondicional durante mi vida universitaria.g

**La Autora**

## **DEDICATORIA**

Al Ser Supremo, quien guía mis pasos a través del camino hacia la meta, y me ha dado fuerza para levantarme después de cada tropiezo.

A mis padres Modesto e Inés por ser mis pilares fundamentales, por su apoyo y su amor incondicional, por servirme de ejemplo de superación y trabajo, por acompañarme siempre en mis mejores y peores momentos, y por su lucha incansable para ayudarme a cumplir mis sueños.

A mis hermanos, José, Omar y Hergie, por hacer que mi vida sea feliz, por su compañía y por todo el cariño brindado a lo largo de mi existencia.

**Haydee Vega**

## TABLA DE CONTENIDOS

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| <b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>  | <b>1</b>    |
| <b>2. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>  | <b>3</b>    |
| 2.1. CUENCAS HIDROGRÁFICAS.....  | 3           |
| 2.2. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL .....  | 3           |
| 2.2.1. Calidad Ambiental.....  | 3           |
| 2.3. BIODIVERSIDAD.....  | 4           |
| 2.3.1. Niveles de Diversidad Biológica.....  | 4           |
| 2.3.1.1. Diversidad de Ecosistemas.....  | 4           |
| 2.3.1.2. Diversidad de Especies.....   | 5           |
| 2.3.1.3. Diversidad Genética .....   | 5           |
| 2.3.2. Diversidad Alfa .....   | 5           |
| 2.3.3. Diversidad Beta .....   | 5           |
| 2.3.4. Diversidad Gamma.....   | 6           |
| 2.3.5. Diversidad de la Región Sur del Ecuador .....                                       | 6           |
| 2.3.6. Causas determinantes de la diversidad biológica del Ecuador.....                    | 6           |
| 2.4. BIOINDICADORES AMBIENTALES.....   | 7           |
| 2.4.1. Características Ideales de un Bioindicador .....                                    | 8           |
| 2.4.2. Ventajas del Uso de Bioindicadores en la Evaluación de la<br>Calidad Ambiental..... | 8           |
| 2.5. INDICADORES FAUNÍSTICOS.....  | 9           |
| 2.5.1. Las aves .....  | 9           |
| 2.5.1.1. Aves como indicadores .....   | 9           |
| 2.5.1.2. Métodos de muestreo para aves .....   | 9           |
| 2.5.1.2.1. Método de Observación (Villarreal, 2006) .....                                  | 10          |
| 2.5.1.2.2. Captura con redes de neblina (Villarreal, 2006) .....                           | 10          |
| 2.5.2. Anfibios.....   | 11          |
| 2.5.2.1. Anfibios como indicadores.....  | 11          |
| 2.5.2.2. Métodos de muestreo para anfibios.....  | 12          |

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| 2.5.2.2.1. | Método de transectos (Lips y Reaser, 1999).....   | 12        |
| 2.5.3.     | Macroinvertebrados.....   | 12        |
| 2.5.3.1.   | Métodos de muestreo para macroinvertebrados acuáticos.....  | 13        |
| 2.5.3.1.1. | Técnica con Red de Patada (Carrera y Fierro, 2001).....   | 13        |
| 2.6.       | ESTUDIOS REALIZADOS.....  | 14        |
| <b>3.</b>  | <b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>  | <b>16</b> |
| 3.1.       | LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....   | 16        |
| 3.1.1.     | Ubicación Política y Geográfica de la Microcuenca Guayzimi.....   | 16        |
| 3.1.2.     | Descripción del Área de Estudio.....  | 17        |
| 3.1.2.1.   | Clima.....  | 17        |
| 3.1.2.2.   | Hidrología.....   | 18        |
| 3.1.2.3.   | Formas actuales de ocupación y uso del suelo.....   | 18        |
| 3.1.2.4.   | Situación actual de la microcuenca Guayzimi.....  | 19        |
| 3.2.       | MÉTODOS.....  | 22        |
| 3.2.1.     | Inventario de Especies y Grupos de Anfibios, Aves y Macroinvertebrados Existentes en el Área de Influencia de la Quebrada Guayzimi..... | 22        |
| 3.2.1.1.   | Aves.....   | 23        |
| 3.2.1.1.1. | Colección y registros en el campo.....  | 23        |
| 3.2.1.1.2. | Identificación de especímenes.....  | 24        |
| 3.2.1.2.   | Anfibios.....   | 25        |
| 3.2.1.2.1. | Colección y registro de campo.....  | 25        |
| 3.2.1.2.2. | Preparación e identificación de especímenes.....  | 26        |
| 3.2.1.3.   | Macroinvertebrados.....   | 27        |
| 3.2.1.3.1. | Colección de individuos en campo.....   | 27        |
| 3.2.1.3.2. | Identificación de organismos.....   | 27        |
| 3.2.1.4.   | Evaluación ecológica de aves, anfibios y macroinvertebrados.....  | 28        |
| 3.2.1.5.   | Determinación de los indicadores de la diversidad.....  | 28        |
| 3.2.1.5.1. | Diversidad alfa.....  | 28        |
| 3.2.1.5.2. | Diversidad beta.....  | 30        |
| 3.2.1.5.3. | Análisis de la información.....   | 31        |

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| 3.2.1.6.  | Estado de conservación de las especies registradas .....  | 31        |
| 3.2.2.    | Identificación de Especies o Grupos Faunísticos Indicadores de Calidad Ambiental.....   | 31        |
| 3.2.3.    | Plan de Monitoreo Ambiental para la Microcuenca Guayzimi.....   | 34        |
| 3.2.3.1.  | Introducción .....  | 34        |
| 3.2.3.2.  | Actividades que se realizaran en el monitoreo.....  | 34        |
| 3.2.3.3.  | Instrumentos para la ejecución y consolidación del plan.....  | 35        |
| 3.2.3.4.  | Protocolos de muestreo de campo.....  | 35        |
| 3.2.3.5.  | Interpretación de resultados .....  | 35        |
| 3.2.3.6.  | Indicadores de cumplimiento del plan .....  | 35        |
| 3.2.3.7.  | Lineamientos para la financiación del plan de acción formulado.....   | 35        |
| <b>4.</b> | <b>RESULTADOS.....</b>  | <b>36</b> |
| 4.1.      | COMPOSICIÓN DE AVES, ANFIBIOS Y MACROINVERTEBRADOS EN TRES ZONAS DE LA MICROCUENCA GUAYZIMI.....                                | 36        |
| 4.1.1.    | Composición de la Avifauna en tres Zonas de la Microcuenca Guayzimi .....   | 36        |
| 4.1.1.1.  | Indicadores de diversidad alfa-beta.....  | 40        |
| 4.1.1.2.  | Análisis de estimación.....   | 42        |
| 4.1.2.    | Composición de la Anurofauna en tres Zonas de la Microcuenca Guayzimi .....   | 43        |
| 4.1.2.1.  | Indicadores de diversidad alfa-beta.....  | 46        |
| 4.1.2.2.  | Análisis de estimación.....   | 47        |
| 4.1.3.    | Análisis Biológico del Agua de la Quebrada Guayzimi .....   | 48        |
| 4.1.4.    | Estado de Conservación de las Especies de Aves y Anfibios Registradas en los Sitios de Estudio de la Microcuenca Guayzimi ..... | 51        |
| 4.2.      | ESPECIES INDICADORAS PARA EL MONITOREO BIOLÓGICO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DE LA MICROCUENCA GUAYZIMI.....                        | 51        |
| 4.2.1.    | Especies de Aves como Indicadoras de la Calidad Ambiental de la Microcuenca Guayzimi .....                                      | 51        |
| 4.2.2.    | Especies de Anfibios como Indicadores de la Calidad Ambiental de la Microcuenca Guayzimi.....                                   | 52        |

|            |  |    |
|------------|--|----|
| 4.2.3.     | Macroinvertebrados como Indicadores de la Calidad del Agua de la Quebrada Guayzimi ..... | 54 |
| 4.2.3.1.   | Análisis de la calidad biológica del agua de la quebrada Guayzimi .....                  | 55 |
| 4.3.       | PLAN DE MONITOREO AMBIENTAL PARA LA MICROCUENCA GUAYZIMI .....                           | 56 |
| 4.3.1.     | Introducción .....   | 56 |
| 4.3.2.     | Generalidades para el Monitoreo Biológico de la Microcuenca Guayzimi .....               | 57 |
| 4.3.3.     | Ambientes del Monitoreo.....   | 57 |
| 4.3.4.     | Duración de los Monitoreos .....   | 58 |
| 4.3.5.     | Grupos Faunísticos Monitoreados.....   | 58 |
| 4.3.5.1.   | Monitoreo de la ornitofauna.....   | 58 |
| 4.3.5.1.1. | Estaciones de monitoreo.....   | 59 |
| 4.3.5.1.2. | Metodología y parámetros de monitoreo .....  | 59 |
| 4.3.5.1.3. | Métodos de muestreo .....  | 59 |
| 4.3.5.1.4. | Parámetros de monitoreo.....   | 60 |
| 4.3.5.1.5. | Equipo responsable .....   | 60 |
| 4.3.5.1.6. | Indicadores biológicos.....  | 60 |
| 4.3.5.2.   | Monitoreo de la herpetofauna .....   | 61 |
| 4.3.5.2.1. | Estaciones de monitoreo.....   | 61 |
| 4.3.5.2.2. | Métodos de muestreo .....  | 62 |
| 4.3.5.2.3. | Parámetros de monitoreo.....   | 62 |
| 4.3.5.2.4. | Equipo responsable .....   | 62 |
| 4.3.5.2.5. | Indicadores biológicos.....  | 62 |
| 4.3.5.3.   | Monitoreo de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos .....                       | 63 |
| 4.3.5.3.1. | Estaciones de monitoreo.....   | 63 |
| 4.3.5.3.2. | Método de muestreo .....   | 64 |
| 4.3.5.3.3. | Parámetros de monitoreo.....   | 64 |
| 4.3.5.3.4. | Equipo responsable .....   | 64 |
| 4.3.5.3.5. | Indicadores biológicos.....  | 64 |
| 4.3.5.3.6. | Responsable.....   | 64 |
| 4.3.7.     | Indicadores de cumplimiento .....  | 65 |

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| 4.3.8.    | Presupuesto.....   | 65        |
| <b>5.</b> | <b>DISCUSIÓN.....</b>  | <b>66</b> |
| 5.3.      | ESPECIES Y GRUPOS DE ANFIBIOS, AVES Y<br>MACROINVERTEBRADOS EXISTENTES EN EL ÁREA<br>DE INFLUENCIA DE LA QUEBRADA GUAYZIMI ..... | 66        |
| 5.3.7.    | Composición de la Avifauna en el Área de Influencia de la<br>Quebrada Guayzimi.....  | 66        |
| 5.3.8.    | Composición de la Anurofauna en el Área de Influencia de la<br>Quebrada Guayzimi.....  | 70        |
| 5.3.9.    | Composición de Macroinvertebrados Acuáticos de la Quebrada<br>Guayzimi .....   | 74        |
| 5.4.      | ESPECIES INDICADORAS PARA EL MONITOREO<br>BIOLÓGICO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DE LA<br>MICROCUCNCA GUAYZIMI .....                  | 75        |
| 5.4.7.    | Especies de Aves Indicadoras de la Calidad Ambiental de la<br>Microcuenca Guayzimi .....   | 75        |
| 5.4.8.    | Especies de Anuros Indicadores de la Calidad Ambiental de la<br>Microcuenca Guayzimi .....                                       | 77        |
| 5.4.9.    | Macroinvertebrados Indicadores de la Calidad del Agua de la<br>Quebrada Guayzimi.....  | 77        |
| <b>6.</b> | <b>CONCLUSIONES.....</b>   | <b>79</b> |
| <b>7.</b> | <b>RECOMENDACIONES.....</b>  | <b>81</b> |
| <b>8.</b> | <b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>   | <b>82</b> |
| <b>9.</b> | <b>ANEXOS .....</b>  | <b>95</b> |

## ÍNDICE DE CUADROS

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Cuadro 1.  | Uso actual del suelo del cantón Nangaritza.....  | 19 |
| Cuadro 2.  | Coordenadas UTM, de los puntos de muestreo.....  | 23 |
| Cuadro 3.  | Matriz para registro de aves en la microcuenca Guayzimi.....                                   | 24 |
| Cuadro 4.  | Matriz de campo para el registro de anfibios.....  | 26 |
| Cuadro 5.  | Índices para evaluar la diversidad alfa de aves y anfibios.....                                | 39 |
| Cuadro 6.  | Índices para evaluar diversidad beta de aves y anfibios.....                                   | 30 |
| Cuadro 7.  | Criterios para identificar especies indicadoras.....   | 32 |
| Cuadro 8.  | Valores y significados de los criterios de evaluación para determinar indicadores.....         | 33 |
| Cuadro 9.  | Matriz para la calificación de las potenciales especies indicadoras.....                       | 34 |
| Cuadro 10. | Número de especies por familia y por sitio de muestreo.....                                    | 37 |
| Cuadro 11. | Abundancia de avifauna en la microcuenca Guayzimi.....   | 38 |
| Cuadro 12. | Diversidad de avifauna por sitio de estudio según los índices Shannon y Chao 1.....            | 41 |
| Cuadro 13. | Valores de similitud de cada sitio de estudio calculada a través del índice de Sorensen.....   | 41 |
| Cuadro 14. | Valores de similitud de cada sitio de estudio calculada a través del índice de Jaccard.....    | 42 |
| Cuadro 15. | Composición de anurofauna en la microcuenca Guayzimi.....                                      | 43 |
| Cuadro 16. | Abundancia de anurofauna en la microcuenca Guayzimi.....                                       | 44 |
| Cuadro 17. | Valores de diversidad entre sitios comparados calculado con el índice de Shannon y Chao 1..... | 47 |
| Cuadro 18. | Composición de las comunidades de macroinvertebrados de la quebrada Guayzimi.....              | 49 |
| Cuadro 19. | Calificación de los criterios para la selección de especies indicadoras.....                   | 52 |
| Cuadro 20. | Calificación de las especies indicadoras según los criterios de evaluación.....                | 53 |
| Cuadro 21. | Valores de sensibilidad de cada una de las familias registradas.                               | 54 |
| Cuadro 22. | Presupuesto estimado que será utilizado para la realización del monitoreo biológico.....       | 65 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Figura 1.  | Mapa Base de la Microcuenca Guayzimi.....   | 17 |
| Figura 2.  | Sitios de muestreo para aves, anfibios y macroinvertebrados.....  | 22 |
| Figura 3.  | Transectos para muestreo de anfibios.....   | 25 |
| Figura 4.  | Fijación y preservación de anfibios capturados.....   | 26 |
| Figura 5.  | Muestras colectadas de macroinvertebrados acuáticos.....  | 27 |
| Figura 6.  | Guía de identificación de macroinvertebrados acuáticos.....   | 28 |
| Figura 7.  | Familias con mayor número de especies de aves.....  | 38 |
| Figura 8.  | Número de especies e individuos de aves de cada sitio.....  | 39 |
| Figura 9.  | Comparaciones estadísticas de abundancia de aves en los tres sitios de estudio.....                           | 39 |
| Figura 10. | A) Índice de Shannon, B) índice de Chao 1, calculado para cada sitio de estudio.....                          | 40 |
| Figura 11. | Curva de acumulación de especies de aves a través de los días de muestreo en la microcuenca Guayzimi.....     | 42 |
| Figura 12. | Número de especies e individuos de anfibios de cada sitio de estudio.....                                     | 45 |
| Figura 13. | Comparaciones estadísticas de la abundancia de anfibios en los tres sitios de estudio.....                    | 45 |
| Figura 14. | A) Índice de Shannon, B) índice de Chao 1, calculado para cada sitio de estudio.....                          | 46 |
| Figura 15. | Curva de acumulación de especies de anfibios a través de los días de muestreo en la microcuenca Guayzimi..... | 47 |
| Figura 16. | Familias de macroinvertebrados acuáticos que presentan mayor número de individuos registrados.....            | 50 |
| Figura 17. | Número de órdenes y familias de macroinvertebrados presentes en cada sitio de estudio.....                    | 50 |
| Figura 18. | Valores del índice BMWP para cada sitio de estudio.....   | 55 |
| Figura 19. | Especies de aves indicadoras para el monitoreo de la calidad ambiental.....                                   | 61 |
| Figura 20. | Especies de anfibios indicadores para el monitoreo de la calidad ambiental.....                               | 63 |

## ÍNDICE DE ANEXOS

|           |  |     |
|-----------|--|-----|
| Anexo 1.  | Ficha para el cálculo del índice de sensibilidad (BMWP).....   | 95  |
| Anexo 2.  | Abundancia de avifauna de la microcuenca Guayzimi.....   | 96  |
| Anexo 3.  | Base de datos de aves.....   | 100 |
| Anexo 4.  | Base de datos de anfibios.....   | 109 |
| Anexo 5.  | Clasificación de los criterios para la selección de especies<br>indicadoras.....                       | 110 |
| Anexo 6.  | Métodos empleados durante la investigación.....  | 114 |
| Anexo 7.  | Lámina de especies de aves.....  | 115 |
| Anexo 8.  | Lámina de especies de anfibios capturados.....   | 119 |
| Anexo 9.  | Lámina de macroinvertebrados capturados.....   | 121 |
| Anexo 10. | Sitios donde se realizó los muestreos y actividades que se<br>realizan en la microcuenca Guayzimi..... | 122 |

**PROPUESTA DE MONITOREO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DE LA  
MICROCUEENCA GUAYZIMI, CANTÓN NANGARITZA, A TRAVÉS DE  
INDICADORES FAUNÍSTICOS.**

## RESUMEN

La calidad ambiental constituye una condición determinada por diversos factores, los cuales inciden en la localización de especies, que requieren condiciones ambientales y ecológicas particulares. Si estas condiciones cambian se generan permutaciones en la diversidad biológica, por ello, las especies animales en particular, se han propuesto como indicadores biológicos de la calidad de un ecosistema. La presente investigación se realizó en la microcuenca Guayzimi, cantón Nangaritza, para caracterizar la composición de aves, anfibios y macroinvertebrados acuáticos, conocer el estado de la microcuenca y proponer un plan de monitoreo con indicadores faunísticos. Se estableció tres sitios de muestreo a diferentes altitudes. Se utilizó puntos de observación y redes de neblina para aves, transectos para anfibios y para macroinvertebrados se utilizó una red de patada. Se registraron 85 especies de aves, 24 especies de anfibios y 14 familias de macroinvertebrados acuáticos. El sitio más diverso es la zona media de la microcuenca, las especies de aves más dominantes son *Aratinga leucophthalmus*, *Tangara chilensis* y *Psarocolius decumanus alfredi*, mientras que los anfibios más dominantes son *Rhinella marina*, *Lithobates catesbeiana*, y *Rulyrana flavopunctata*. En el caso de macroinvertebrados las familias más abundantes son Baetidae, Glossosomatidae y Perlidae. Las especies *Galbula pastazae* y *Pyrrhura albipectus*, son Vulnerables y su documentación resalta la necesidad de emprender estrategias de conservación. Tres especies de aves (*Tangara chilensis*, *Ramphocelus carbo*, *Thraupis palmarum*) y tres de anfibios (*Rulyrana flavopunctata*, *Leptodactylus wagneri*, *Hypsiboas calcaratus*) fueron seleccionadas como bioindicadoras, ya que cumplieron con la mayoría de los criterios de evaluación. Las 14 familias de macroinvertebrados acuáticos registrados son indicadoras de la calidad del agua, y cada uno posee un valor de sensibilidad. Finalmente se propone un plan de monitoreo mediante el uso de las especies o grupos seleccionados como bioindicadores.

**Palabras clave:** Aves, anfibios, macroinvertebrados, bioindicadores, Amazonía.

## SUMMARY

The environmental quality is a condition determined by a variety of factors, which influence the location of species, that require unique environmental and ecological conditions. When these conditions change, permutations on biodiversity are generated, therefore, specially the animal species are proposed as biological indicators of the quality of an ecosystem. This investigation was developed in the Guayzimi watershed, Nangaritza canton, in order to characterize the composition of birds, amphibians and aquatic macroinvertebrates, determine the state of the watershed and propound a monitoring plan with faunal indicators. Three sampling spots were established at different altitudes. Observation points and mist nets were set for birds, transects were used for amphibians' data gathering and for the macro invertebrate study, a net was employed. 85 species of birds, 24 amphibian types and 14 families of aquatic macro invertebrates were founded in the area. The most diverse site is the middle area of the watershed, the main bird species in the area are the *A rating leucophthalmus*, the *Tangara chilensis* and the *Psarocolius decumanus alfredi*. The most numerous amphibians are the *Rhinella marina*, the *Lithobates catesbeiana*, and the *Rulyrana flavopunctata*. And, the largest macroinvertebrate families are the *Baetidae*, *Glossosomatidae* and *Perlidae*. The species *Galbula pastazae* and *Pyrrhura albipectus*, are endangered species and its documentation highlights the need of the launch of conservation projects. Three bird species (*Tangara chilensis*, *Ramphocelus carbo*, *Thraupis palmarum*) and three amphibian types (*Rulyrana flavopunctata*, *Leptodactylus wagneri*, *Hypsiboas calcaratus*) were selected as bioindicators, because they met the evaluation criteria. The 14 aquatic macroinvertebrates registered are indicators of the water quality and each one of them has a sensitivity value. Finally, with the use of the selected species as bioindicators, a monitoring plan is proposed.

**Key words:** Birds, amphibians, macroinvertebrates, bioindicators, Amazon.

## 1. INTRODUCCIÓN

La calidad ambiental constituye una condición en la que un componente adherido a las amenidades ambientales además de otros factores, incide en la localización de especies cuando estas eligen un sitio donde vivir (Escobar, 2006). En este sentido, los organismos animales de todas las especies requieren condiciones ambientales y ecológicas particulares que de modificarse impide tanto la sobrevivencia como la reproducción de estos, impulsando la más grave crisis de disminución de la biodiversidad (Cárdenas y Cárdenas, 2009), pudiéndose observar a distintos niveles, ya sea individual, en interacción con otras especies, en la amplitud de su distribución geográfica e incluso a nivel de ecosistemas (SEMARNAT, 2009).

Los cambios producidos en las condiciones ambientales han generado que los organismos de ciertas especies se desplacen a otros sitios con características ambientales similares a sus anteriores hábitats, no obstante no todas las especies presentan respuestas evolutivas, es decir, no son capaces de desplazarse y/o adaptarse a otros sitios para evitar los efectos de la degradación del ambiente, lo cual se traduce en una posible extinción a mediano o largo plazo (Rosino, 2014).

La preocupación generada por la pérdida de la biodiversidad ha desembocado en varios estudios en todo el mundo, los cuales buscan mostrar los diferentes impactos que están afectando a la diversidad biológica y sus posibles soluciones, en el caso de Ecuador existen algunos avances que se han logrado con el fin de fortalecer la conservación e incrementar las posibilidades del uso adecuado de los recursos de las cuencas hidrográficas (Chávez *et al.*, 2006), no obstante aún falta estimular acciones conjuntas y visiones compartidas en el uso y manejo sostenible de los recursos (Ovalles, 2006; Amat *et al.*, 2008).

La presente investigación buscó generar información ecológica de la microcuenca Guayzimi, conocer su estado actual y los cambios producidos debidos entre otras a las actividades humanas. Gonzales y Lambertys (2005), mencionan que es importante contar con parámetros biológicos que se puedan

emplear en forma rápida y sencilla. Adicionalmente Yungan (2010) indica que dichos parámetros deben evidenciar las alteraciones generadas por diversas causas sobre los ecosistemas.

Por ello se realizó la caracterización de aves, anfibios y macroinvertebrados y se generó información base sobre estos organismos, su estado actual y uso potencial como bioindicadores, posteriormente la implementación de un monitoreo a largo plazo podrá determinar los impactos en la diversidad biológica debido a las variaciones en la calidad ambiental, lo cual facilitará la generación y aplicación de estrategias y medidas que contribuyan al manejo integral y uso sostenible de la microcuenca Guayzimi.

En el presente estudio se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- Inventariar las especies y grupos de anfibios, aves y macroinvertebrados existentes en el área de influencia de la quebrada Guayzimi.
- Identificar especies o grupos faunísticos que pueden ser utilizadas como indicadores de calidad ambiental en el área de influencia de la quebrada Guayzimi.
- Elaborar un Plan de Monitoreo Ambiental para la microcuenca Guayzimi, a través de indicadores faunísticos.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. CUENCAS HIDROGRÁFICAS**

Aguirre (2011) menciona que la cuenca hidrográfica es el espacio geográfico donde circulan las aguas provenientes de diferentes sitios como acuíferos, deshielos, etc., de forma natural, y que finalmente concurren a un solo lugar denominado punto de descarga.

La publicación “Elementos metodológicos para el manejo de cuencas hidrográficas” reconoce a la cuenca hidrográfica como una unidad morfológica integral, donde las aguas superficiales que circulan en un territorio llegan a coincidir en un mismo punto o cauce principal (Gaspari *et al.*, 2013). Una cuenca hidrográfica se considera un sistemas ya que puede estar constituida por uno o más sistemas y forman parte de este el ambiente físico y biológicos y sus interrelaciones (Aguirre, 2010).

### **2.2. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL**

La relación existente entre el ambiente, el desarrollo y el bienestar humano ha creado una gran preocupación social. Ortega (2001) ha supuesto la elaboración de sistemas de evaluación ambiental y el uso generalizado de indicadores ecológicos que permitan determinar los diferentes componentes del ecosistema.

#### **2.2.1. Calidad Ambiental**

El reglamento General de Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (2004) define calidad ambiental como: condición de equilibrio natural que describe los diferentes procesos físicos, químicos y biológicos y sus respectivas interrelaciones dadas en un espacio y tiempo determinados, con o sin la intervención del ser humano. Conviniendo con lo mencionado por Ortega (2007), el cual menciona que la calidad ambiental es el conjunto de propiedades inherente de un ecosistema que permite compararlo con otros según sea su estado de conservación. Es decir, el grado en que el estado actual de una unidad

ambiental permita que el medio natural desempeñe sus funciones posibilitando el desarrollo de la vida (Restrepo, 2010).

Es así que la calidad estaría dada por la integridad ecológica, siendo esta la capacidad que posee un ecosistema para mantener su estructura y funcionamiento, además de absorber los efluentes generados ya sean de origen natural o humano (Karr, 1996). Al hablar de calidad ambiental de un ecosistema acuático depende de la integridad de los procesos que se desarrollen en él, como la transferencia de materia y energía, que definiría su identidad ecológica así como la de generar servicios económicos y bienes culturales, naturales y científicos (Ortega *et al.*, 2007.)

### **2.3. BIODIVERSIDAD**

La diversidad biológica es el número total de especies animales, plantas y microorganismos que se encuentran en un área determinada (Halfpter *et al.*, 2001; Murillo, 2002; Naranjo y Ramírez, 2009).

Es el resultado del proceso evolutivo que se manifiesta en la existencia de diferentes modos de vida, las características y cantidad de diversidad que existen en un lugar determinado y momento dado se debe a la mutación y selección natural (Aguirre, 2006).

#### **2.3.1. Niveles de Diversidad Biológica**

##### **2.3.1.1. Diversidad de Ecosistemas**

La diversidad ecosistémica comprende la variabilidad de unidades ecológicas dentro de un territorio dado (Dorado, 2010). En estos sistemas naturales las comunidades de seres vivos son interdependientes y evolucionan simultáneamente con las características abióticas del medio (Pascual, 2003). El Ecuador está representado por una amplia gama de ecosistemas lo cual ha permitido el desarrollo de una extraordinaria diversidad de especies (Ministerio del Ambiente *et al.*, 2001).

### **2.3.1.2. Diversidad de Especies**

Comprende la variabilidad de especies en una determinada área (Nique, 2010). Son las entidades biológicas naturales donde la característica principal es la capacidad de intercambio genético (Pascual, 2003). Los diferentes procesos climáticos, geográficos, geológico-volcánicos, entre otros han favorecido la existencia de diferentes ambientes naturales en el Ecuador dando como resultado la presencia de un sinnúmero de especies de plantas y animales (Aguirre, 2006).

### **2.3.1.3. Diversidad Genética**

Representa la variabilidad que se da dentro de una especie (Dorado, 2010). Mientras una especie presenta menor variabilidad genética posee mayor posibilidad de extinguirse por el contrario la variabilidad genética representa una mayor resistencia de la especie a condiciones ambientales extremas (Aguirre, 2006).

### **2.3.2. Diversidad Alfa**

La diversidad alfa viene a ser la riqueza específica de una comunidad donde se toma en consideración el número de especies presentes en el sitio sin tomar en cuenta su valor de importancia, se realiza mediante un inventario completo del número de especies obtenido en el censo de una comunidad en particular, la cual se considera homogénea (Moreno, 2001).

### **2.3.3. Diversidad Beta**

La diversidad beta es una medida que permite conocer cuan diferentes o similares son una serie de muestras, es decir el grado de similitud o disimilitud existente entre comunidades, siendo fácilmente medibles en función del número de especies (Magurran, 1989; Moreno, 2001).

#### **2.3.4. Diversidad Gamma**

Comprende la riqueza de especies de una comunidad o hábitat, la cual representa la diversidad específica de una comunidad (diversidad alfa) y su respectiva diferenciación entre comunidades (diversidad beta) (Moreno, 2001).

#### **2.3.5. Diversidad de la Región Sur del Ecuador**

Ecuador cuenta con una superficie de 276 280 Km<sup>2</sup>, donde alberga alrededor de 1600 especies de aves lo que representa el 17% del total mundial, así mismo se encuentran más de 400 especies de anfibios, y posee más del 10% de todas las especies de plantas del planeta (Mena, 2005). Por su parte la Región Sur del Ecuador cuenta con una particular diversidad biológica y variabilidad genética debido principalmente a características geográficas y climáticas (Bussmann, 2005), al encontrarse en la Formación Biogeográfica Huancabamba<sup>1</sup> o Discontinuidad del Marañón, cuyo clima se encuentra definido por las corrientes fría de Humboldt y cálida del niño. Su diversidad de paisajes y ecosistemas, el endemismo de flora y fauna la catalogan como una de las regiones más relevantes para la conservación en el Ecuador.

#### **2.3.6. Causas determinantes de la diversidad biológica del Ecuador**

La diversidad biológica del Ecuador actual es el resultado de la confluencia de factores geológicos, geográficos, geomorfológicos, climáticos, biogeográficos, evolutivos y ecológicos. Por la ubicación tropical y andina el Ecuador reúne como ningún otro país sudamericano, múltiples condiciones favorables a la diversificación de la vida. La proximidad al océano Pacífico las corrientes marinas y la fuerte influencia de la hoya amazónica contribuyeron a la formación de un mosaico de paisajes ecológicos con diversos ecosistemas muy ricos en especies de plantas y animales (Báez, 2012).

La ecología teórica atribuye la elevada diversidad de ecosistemas y de especies a la heterogeneidad espacial, la estabilidad climática, la productividad,

---

<sup>1</sup> Depresión Huancabamba es el punto más bajo de la cordillera de los Andes entre Colombia y el sur de Chile (Amanzo et al., 2003)

entre otras causas. Lugares de estructura compleja o geometría compleja tiene más hábitats y nichos ecológicos. A todo lo expuesto se debe añadir la historia biogeográfica de América del Sur, territorio que en tiempos remotos formó parte del continente del sur (Gondwana), más tarde se separó y formó un gran continente-isla que evoluciono aislado del resto del mundo; luego se unió con Norte América a través del istmo de Panamá, con lo cual recibió el aporte de nuevas especies de plantas y animales provenientes del norte.

En tiempos más recientes, en el Preistoceno las glaciaciones y su influencia en las zonas altoandinas determinaron la formación de los refugios de flora y fauna en las regiones tropicales, que constituyeron centros de especiación, es decir centros de origen de nuevas especies, como los del Chocó, Napo y otros (Báez, 2012).

La colonización del territorio actual del Ecuador por especies procedentes del sur, como del Norte y Centro América y El Caribe, enriqueció la composición de la flora y la fauna ecuatoriana; las cuales presentan evidencias de procesos de evolución determinados por el aislamiento geográfico en la Costa, Sierra, Amazonia y Galápagos (Báez, 2012)..

#### **2.4. BIOINDICADORES AMBIENTALES**

Un bioindicador ambiental es una variable o un dato seleccionado por poseer una representatividad particular. Martínez (2009) afirma que los bioindicadores son organismos o sistemas biológicos que sirven para evaluar variaciones en la calidad ambiental. Los bioindicadores sintetizan información ayudando a revelar fenómenos medioambientales complejos. Roldán, citado por Rosales y Sánchez (1966) menciona que, el uso de bioindicadores constituye hoy en día una herramienta ideal para conocer el estado actual de la calidad de un ecosistema, puesto que estos organismos evalúan la calidad del ecosistema a través de información recogida ya sea en agua, suelo, etc. Además permiten identificar el nivel de deterioro ambiental (Gamboa *et al.*, 2008; Aguirre, 2002; Molero, 2011).

Ortega (2001) concuerda con lo anterior y menciona que estas comunidades biológicas reflejan condiciones físicas, químicas y bióticas del ecosistema permitiendo integrar y acumular los efectos de los diferentes impactos, al mostrar una medida de la fluctuación de las condiciones ambientales.

#### **2.4.1. Características Ideales de un Bioindicador**

Para que un organismo cumpla con las características ideales de un bioindicador de calidad ambiental debe entre otros aspectos:

- Ser relevantes a escala nacional.
- Pertinentes frente a los objetivos de desarrollo sostenible.
- Fáciles de coleccionar e identificar.
- Reflejar las condiciones locales.
- Poseer ciclos de vida largos.
- Apreciables a simple vista y con posibilidad de cultivarse en el laboratorio.
- Variar poco genéticamente.
- Responder rápidamente a los tenses ambientales (Roldán, 1999; Aguirre, 2011).

#### **2.4.2. Ventajas del Uso de Bioindicadores en la Evaluación de la Calidad Ambiental**

La ventaja de la utilización de organismos radica en que estos presentan grados de sensibilidad concretos frente a ciertas condiciones del medio (Alba-Tercedor, 1996). Por otro lado González y Lamberlys (2005) menciona que el uso de organismos vivos en la evaluación de la calidad ambiental evita las mediciones físicas y análisis químicos que a menudo requieren tiempo, técnicas, aparatos y personal especializado disponibles, así también ayudan a visualizar la velocidad y la dirección de los cambios ambientales además de localizar las zonas de los ecosistemas donde los contaminantes se acumulan, y proporcionan una medida de la intensidad del impacto ambiental y de su peligro potencial para otros organismos vivos.

## **2.5. INDICADORES FAUNÍSTICOS**

### **2.5.1. Las aves**

Las aves conforman el grupo de vertebrados más diverso del planeta, se estima que en el mundo existen alrededor de 9500 especies. Este grupo de animales es el más reconocido por sus características, como el canto, plumaje, vuelo. Las aves cumplen funciones importantes en el ambiente como es el caso de controlar las plagas, dispersión de semillas, polinización de plantas, limpieza de desechos orgánicos, entre otros.

De igual manera las aves son consideradas como indicadores de la biodiversidad global, debido a que se encuentran ampliamente dispersas en todas las regiones y países del mundo donde ocupan casi todos los habitats terrestres, además estas comprenden el grupo taxonómico mayormente documentado y ayudan en el monitoreo ambiental puesto que son sensibles a los disturbios ambientales (Montañez, 2009).

#### **2.5.1.1. Aves como indicadores**

El uso de aves como bioindicadores de cambios ambientales está fundamentado en que estas conforman un taxón variado, y su ecología, comportamiento, biogeografía y taxonomía son conocidos (Ojasti y Dallmeier, 2000), por otro lado se ven afectados por una gran variedad de factores debido a su ubicación en la cadena trófica (Green y Figueroa, 2003).

#### **2.5.1.2. Métodos de muestreo para aves**

Para caracterizar de forma rápida las comunidades de aves de una localidad, existen propuestas metodológicas que permiten, en cinco días de trabajo intensivo en campo, obtener una buena aproximación sobre la composición de las especies. La información recopilada de esta manera sobre las comunidades de aves, tiene un gran valor al ser comparable con la de otras regiones o de la misma en distintos periodos de tiempo.

#### **2.5.1.2.1. Método de Observación (Villarreal, 2006)**

La observación de aves es uno de los métodos más aplicados para conocer la composición de las comunidades presentes en una determinada localidad. Este método es efectivo pues permite obtener listas de especies lo más completas y representativas posibles, es altamente eficiente ya que maximiza la información obtenida por unidad de tiempo y esfuerzo y además permite obtener datos sobre el comportamiento, ecología e historia natural de las especies.

Sin embargo, uno de los grandes inconvenientes para el registro de especies en algunos hábitats tropicales es que la vegetación dificulta la observación de las aves. Ventajosamente, la mayoría de ellas se comunican entre sí utilizando señales auditivas que pueden ser detectadas a grandes distancias. El conocimiento de las vocalizaciones de las especies de aves es la herramienta más eficiente mediante la cual puede ser inventariada la avifauna de una región.

#### **2.5.1.2.2. Captura con redes de neblina (Villarreal, 2006)**

Para capturar las aves y estudiarlas en detalle se utilizan redes de niebla, las cuales son elaboradas con fibras muy delgadas y resistentes (nylon, poliéster o algodón). Por la finura de los hilos y su color estas redes pasan casi desapercibidas en el hábitat, por lo que logran atrapar con mucho éxito las aves que quedan enredadas al vuelo.

Las redes se abren desde el amanecer (5:30-6:00) y se mantienen abiertas hasta las 09:00 de la mañana, cuando la actividad de las aves comienza a disminuir. De igual manera se vuelven a abrir a partir de las 15:00 hasta las 18:00 durante los días que dure el muestreo.

Estas redes deben colocarse en sitios planos o con poca inclinación y los hábitats donde se encuentren deben ser específicamente entre dos tipos de ambientes o de tránsito de las aves. Las redes colocadas deben ser revisadas cada 45 minutos a 1 hora, nunca se deben abandonar las redes.

### **2.5.2. Anfibios**

Los anfibios pertenecen a la clase amphibia de los vertebrados, que incluye las salamandras, los sapos, las ranas y las cecilias. Son animales exotérmicos o de sangre fría que poseen la piel típicamente desnuda, la cual les sirve como órgano respiratorio y secretor.

El orden anura constituye el grupo más diversificado y abundante de anfibios, está compuesto por alrededor de 5065 especies, tienen distribución cosmopolita y se encuentran en todos los ambientes terrestres y dulceacuícolas. Las actividades de algunas especies de anuros son diurnas, mientras que la de la mayoría son nocturnas. El canto o vocalización es un componente muy importante en su comportamiento reproductor. La distribución geográfica, ecológica, comportamientos y ciclos de vida están fuertemente influenciados por la distribución y abundancia de agua (McDiarmid, 1994).

La degradación, pérdida y fragmentación de hábitats, introducción de especies invasoras, polución ambiental, entre otros problemas, ha llevado a una declinación de la diversidad de anfibios. En vista de que su reproducción depende del agua, cualquier modificación en esta impacta sobre sus ciclos de vida, constituyéndose de esta manera en un grupo importante a monitorear (Acosta, 2009).

#### **2.5.2.1. Anfibios como indicadores**

Los anfibios están caracterizados por ser vertebrados con piel desnuda y permeable, con ciclos de vida difásicos (acuáticos y terrestres). En la mayoría de especies su estado larvario se desarrolla en ecosistemas acuáticos y su alimentación está basada en una dieta herbívora y detritívora, respirando por medio de branquias, luego los adultos, ocupan ambientes terrestres y arborícolas cambiando sus hábitos alimenticios a insectos y otros invertebrados, su aparato respiratorio se modifica para poseer pulmones e intercambiar gases por su piel.

Los anfibios son considerados valiosos indicadores de la salud del ambiente, sus atributos biológicos como piel permeable, ciclos de vida difásicos y

su variedad de estrategias reproductivas, los vuelve sensibles a cambios o perturbaciones acuáticas, terrestres y atmosféricas (Yáñez, 2007).

#### **2.5.2.2. Métodos de muestreo para anfibios**

Tradicionalmente una de las técnicas más empleadas para el muestreo herpetológico consiste en:

##### **2.5.2.2.1. Método de transectos (Lips y Reaser, 1999)**

Los transectos terrestres son efectivos en el monitoreo de ranas terrestres y arbóreas dentro de bosques maduros y a lo largo de riachuelos. Los inventarios de encuentro visual se prefieren a los inventarios auditivos porque proporcionan información sobre individuos que no están en temporada de apareamiento o de vocalización. El método consiste en que dos o más personas caminan lentamente a lo largo de un transecto y de forma cuidadosa buscan ranas descansando sobre el suelo o posadas en hojas o ramas.

La distancia efectiva para encontrar ranas visualmente es de 1 a 3 metros a cada lado de la línea del transecto, dependiendo de la densidad de la vegetación. La distancia considerada debe seguirse de manera consistente. También debe intentarse identificar la especie al momento que se localiza. En algunos casos puede ser posible identificar a un animal al nivel de especie y determinar el sexo sin necesidad de capturarlo, pero más frecuentemente será necesario capturar la rana para determinar el sexo y en muchos casos, para determinar la especie.

#### **2.5.3. Macroinvertebrados**

Los macroinvertebrados poseen mayor popularidad como bioindicadores ya que poseen ventajas como tiempo de vida largo y pueden ser observados fácilmente (Roldán, 1999). Además estos organismos son usados como bioindicadores en la actualidad por diversas circunstancias, entre las que se destacan las siguientes (Prat *et al.*, 2009).

- Tener una amplia distribución (geográfica y en diferentes tipos de ambientes).
- Una gran riqueza de especies con gran diversidad de respuestas a los gradientes ambientales.
- Ser en su mayoría sedentarios, lo que permite el análisis espacial de la contaminación.
- En algunas especies, tener ciclos de vida largo porque integra los efectos de la contaminación en el tiempo.
- Poder ser muestreados de forma sencilla y barata.
- Una taxonomía en general bien conocida a nivel de familia y género.
- La sensibilidad bien conocida de muchos taxa a diferentes tipos de contaminación.

El uso de los macroinvertebrados como indicadores de la calidad del agua se fundamenta en el hecho de que dichos organismos ocupan un hábitat a cuyas exigencias ambientales se encuentran adaptados. Cualquier cambio en las condiciones ambientales se reflejará en la estructura y composición de las comunidades de insectos acuáticos que allí habitan (Terneus *et al.*, 2012).

Los macroinvertebrados son importantes para evaluar el impacto ocasionado por las diferentes formas de contaminación ya que muestran una respuesta significativa ante las perturbaciones (Aguirre, 2011).

### **2.5.3.1. Métodos de muestreo para macroinvertebrados acuáticos**

Existen algunos métodos o técnicas de muestreo para macroinvertebrados acuáticos de todas estas se ha elegido por su bajo costo y sencillez la que se explica a continuación:

#### **2.5.3.1.1. Técnica con Red de Patada (Carrera y Fierro, 2001)**

Esta técnica consiste en atrapar macroinvertebrados, removiendo el fondo del río. Se llama ‘de patada’ porque mientras uno de los miembros de la pareja da ‘patadas’, removiendo el fondo, la otra coloca la red río abajo para

atraparlos. Se utiliza en ríos medianamente torrentosos por los que se puede caminar, y poseen cualquier tipo de sustrato: fango, hojas, troncos, piedras, etc.

Al ingresar al estero se debe hacer corriente abajo del sitio elegido, para no alterar ni remover los materiales del fondo. De esta manera mientras el uno "patea" el fondo; el otro, de cara a la corriente, recibe el material en la red hasta que ésta se llene o hasta que se termine el área de muestreo. Para evitar que el material recogido del fondo se derrame, arrastre la red inclinándola ligeramente. Entonces, con la ayuda de su compañero o compañera, se debe levantar la red por los dos extremos y colocar el contenido en un balde con agua.

El sedimento se coloca en una bandeja de loza blanca, se separa los macroinvertebrados del resto de material, recólectelos con la ayuda de una pinza y se guardan en un frasco con alcohol, junto con la etiqueta. En la etiqueta se coloca el sitio, el nombre del estero o río, la fecha y la persona o personas que participaron en la recolección. Cada muestra debe ser guardada en frascos diferentes.

## **2.6. ESTUDIOS REALIZADOS**

Distintos autores han propuesto sistemas para evaluar la calidad ambiental de un ecosistema, los impactos sobre este, los riesgos que pueden presentar, las condiciones de salud así como su restauración y gestión, mediante la utilización de indicadores biológicos que evalúan la presión antrópica y sus efectos así como el estado del ecosistema.

En el caso de aves se realizó estudios dirigidos por Conservación Internacional (2009) en el cantón Nangaritza donde se registraron 185 especies, cabe recalcar que dicha evaluación fue realizada únicamente para el área de conservación los Tepuyes donde la vegetación está dominada principalmente por herbazales y arbustos.

Por otro lado se presenta el estudio realizado por Rice *et al.* (2013) donde estudiaron a los anfibios como indicadores del éxito de la restauración de ecosistemas donde encontraron que estos organismos pueden ser excelentes

indicadores del éxito de la restauración de los Everglades, pero se requiere una clara comprensión de cómo los anfibios responderán a los cambios del ambiente.

Otro estudio es el realizado por Sarango (2013) esta investigación se la realizó en el Bosque Nublado de San Francisco, sector de Arcoíris (Zamora Chinchipe, Ecuador), con la finalidad de caracterizar la composición y estructura de los anfibios de este bosque.

El estudio denominado Herpetofauna de un Bosque Húmedo Tropical en el Centro de Estudios y Desarrollo para la Amazonía (CEDAMAZ), provincia de Zamora Chinchipe, se realizó en la quinta experimental El Padmi. Entre las especies más abundantes que se registraron están: *Rhinella margaritifera*, *Noblella lochitesy* *Pristimantis skydmainos*; mientras que las menos abundantes son: *Pristimantis* sp., *Hypsiboas punctata*, *Ostheocephalus planiceps* y *Allobates fratidenescus*. Las familias representativas de la zona son Craugastoridae (con 2 géneros, 4 especies), Hylidae (con 2 géneros, 4 especies) y Colubridae (con 3 géneros y 5 especies) (Armijos y Patino, 2009).

El uso de macroinvertebrados como indicadores de la calidad de las aguas, se centra en los bioindicadores que se utilizan de forma habitual en la vigilancia y seguimiento de la contaminación para los estudios de los cambios a nivel de población, comunidad o ecosistema. Álvarez y Pérez (2007), analizaron el uso de macroinvertebrados en la evaluación de la calidad del agua en la subcuenca de Yeguaré, Honduras. Por otro lado se demostró en el estudio Sistema de indicadores para la evaluar la calidad ambiental y la desertificación en la comunidad de Valencia que la calidad ambiental de dicha ciudad presenta los mejores resultados en comparación con otros municipios de la zona, (Recatalá *et al.*, 2009).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

##### **3.1.1. Ubicación Política y Geográfica de la Microcuenca Guayzimi**

La microcuenca Guayzimi atraviesa de oeste a este a la parroquia del mismo nombre, dicha parroquia se encuentra ubicada en la parte sur oriental de la provincia de Zamora Chinchipe, cantón Nangaritza, parroquia Guayzimi (figura 1). Comprende las estribaciones de la Cordillera Oriental y la Cordillera del Cóndor (Aguirre, 2014).

Políticamente la Parroquia Guayzimi se encuentra ubicada entre los siguientes límites: al norte con el cantón Centinela del Cóndor y Paquisha al sur con la parroquia Zurmi, al oeste con el cantón Zamora y al este con la República del Perú. La ubicación geográfica aproximada del sitio está entre las coordenadas  $04^{\circ} 03' 10.4''$  latitud sur y  $78^{\circ} 40' 54.1$  longitud oeste.

En general el Cantón Nangaritza presenta una topografía irregular, observándose gradientes fuertes, y extensas zonas planas. La topografía de la microcuenca Guayzimi es plana y semi-plana en la parte baja mientras que en la parte media y alta de la microcuenca presenta una topografía ondulada, escarpada o inclinada (GAD Nangaritza, 2011).

El cantón Nangaritza, pertenece a una de las provincias con mayor biodiversidad y producción hídrica del país, existe la formación de humedales en la parte baja del Río Nangaritza, en donde el agua se estanca debido a una capa impenetrable. Sin embargo estas áreas están sufriendo cambios constantes debido a la expansión de la frontera agropecuaria en las que estas áreas son drenadas para ser convertidas en potreros con muy baja productividad, poniendo de esta manera en peligro la existencia de un sinnúmero de especies.

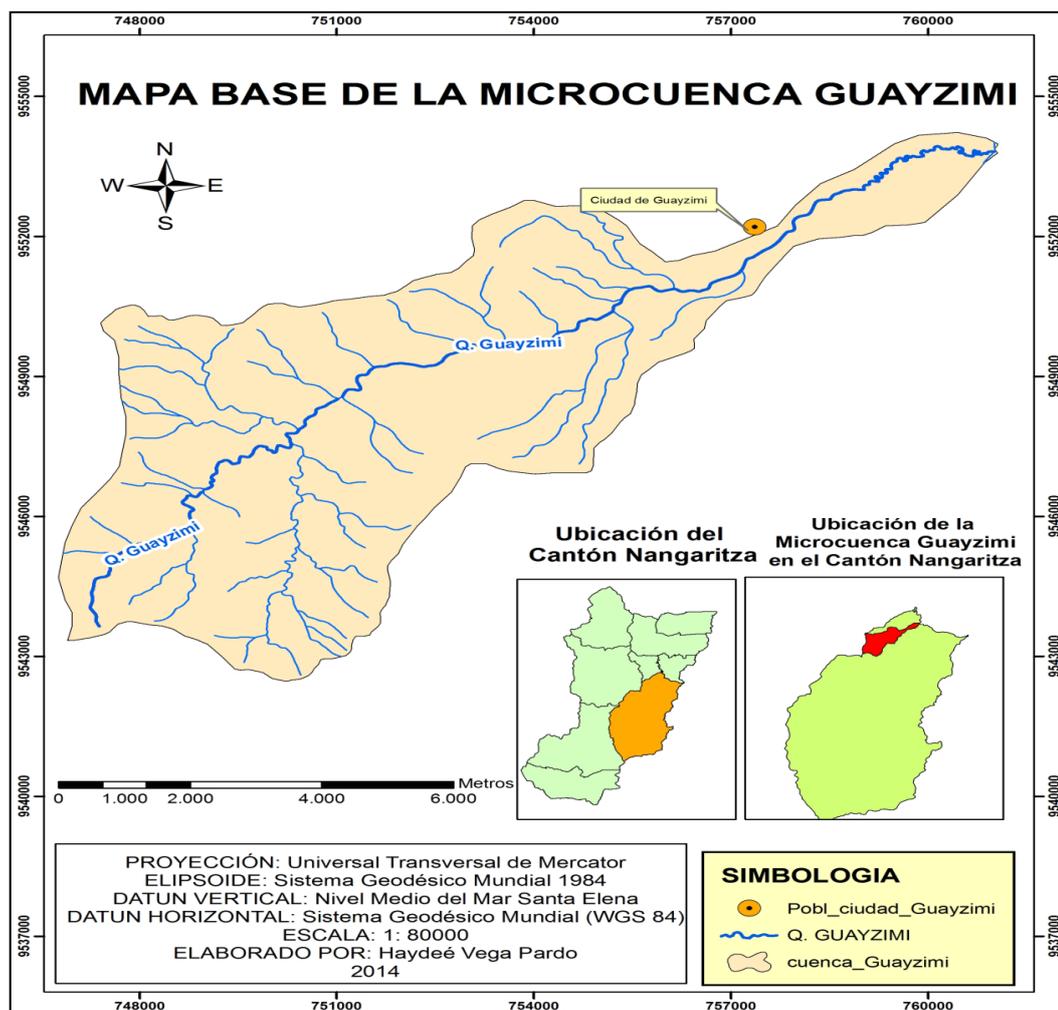


Figura 1. Mapa Base de la Microcuenca Guayzimi.

### 3.1.2. Descripción del Área de Estudio

#### 3.1.2.1. Clima

El cantón Nangaritza posee un clima subtropical, caracterizado por ser cálido húmedo (GAD Nangaritza, 2011). Dentro del cantón no existen registros meteorológicos de variables climáticas, por lo cual la información presentada pertenece a las estaciones meteorológicas representativas de Zamora y Yanzatza, donde se indica que la precipitación anual promedio oscila entre 2000 y 3000 mm (Ordoñez, 2008).

En todos los meses la precipitación es mayor a 125 mm. En el cantón se distinguen al menos cinco zonas con diferentes niveles de precipitación,

registrándose las mayores precipitaciones hacia la zona nor-oriental donde se encuentra la microcuenca Guayzimi. Cuenta con una temperatura promedio anual de 20 y 24 °C (Erazo, 2001).

Las diferencias entre las temperaturas de periodo seco y periodo de mayor humedad son inexistentes, dentro de esta área existe una humedad relativa de hasta 90% (Rodríguez, 2011).

### **3.1.2.2. Hidrología**

El Cantón Nangaritza pertenece a la Demarcación Hidrográfica Santiago, dentro de esta se encuentran microcuencas de los ríos Nangaritza, Numpatakaima, Shaime y Tzenganga (SENAGUA, 2011).

La parroquia Guayzimi se encuentra atravesada por pequeños arroyos y un sinnúmero de microcuencas dentro de las cuales la principal y más caudalosa es la microcuenca de la quebrada Guayzimi, la misma que converge a la principal arteria fluvial existente en éste cantón conformada por la cuenca del Río Nangaritza el cual posee un alto volumen, y tiene su nacimiento en el nudo de Sabanilla, este río atraviesa el valle de Nangaritza (Rodríguez, 2011).

### **3.1.2.3. Formas actuales de ocupación y uso del suelo**

Según el uso actual del suelo en el cantón Nangaritza el 80% corresponde a bosque y vegetación arbustiva, sin embargo en las zonas planas de la parroquia Guayzimi es muy poca la vegetación arbórea presentándose principalmente pastizales. En cuanto a usos del suelo 2.321 ha están con un sobre uso alto, igualmente como sobreuso medio en 2.531 ha, que se localizan en los alrededores de la ciudad de Guayzimi y frente al Centro Shuar Shaime; equivalente al 2,5%, y corresponde a zonas de cultivos anuales, semipermanentes y pastos (GAD Nangaritza, 2011).

De igual manera como subutilizado alto y medio con 63.955 ha, equivalente al 31,6%, constituido por cultivos semipermanentes y pastos en la zona baja y alta del Nangaritza junto al río. Finalmente como uso adecuado se

observa en 129.644 ha, equivalente a las dos terceras partes del territorio cantonal, este uso adecuado se produce en las estribaciones de la cordillera que con figuran el valle y que corresponde a bosque primario (cuadro 1)

El desarrollo de la minería en los últimos años a lo largo del río Nangaritzza, se constituye como una grave amenaza al ambiente por la remoción del material superficial del suelo y el lecho del río, así como por los contaminantes del mercurio y arsénico, y el ruido de la maquinaria que produce estrés en las especies animales y aves (GAD Nangaritzza, 2011).

Cuadro 1. Uso actual del suelo del cantón Nangaritzza.

| <i>Usos</i>                 | <i>Has</i> | <i>%</i> | <i>Uso actual</i>                     | <i>Has</i> | <i>%</i> |
|-----------------------------|------------|----------|---------------------------------------|------------|----------|
| <i>Sobreutilizado medio</i> | 2.531      | 1,3      | <i>Agroforestería</i>                 | 6.449,7    | 3,2      |
| <i>Sobreutilizado alto</i>  | 2.321      | 1,2      | <i>Pastos</i>                         | 8.116,3    | 4,0      |
| <i>Subutilizado alto</i>    | 61.334     | 30,3     | <i>Bosques y arbustos</i>             | 162.238,6  | 80,2     |
| <i>Subutilizado medio</i>   | 2.621      | 1,3      | <i>Bosque muy intervenido y otros</i> | 19.696,9   | 9,7      |
| <i>Uso adecuado</i>         | 129.644    | 64,1     | <i>Vegetación herbácea</i>            | 5.501,5    | 2,7      |
| <i>Cuerpo de agua</i>       | 3.804      | 1,9      | <i>Áreas urbanas</i>                  | 251,7      | 0,1      |
| <i>Total</i>                | 202.255    | 100,0    |                                       | 202.255    | 100,0    |

Fuente: GAD Nangaritzza, 2011.

#### 3.1.2.4. Situación actual de la microcuenca Guayzimi

La microcuenca Guayzimi en la actualidad se encuentra atravesando un sinnúmero de problemas ambientales debido a la interacción hombre – naturaleza traducido en un uso irracional de los recursos naturales, y desarrollo de actividades para las cuales el territorio no es apto, estas acciones han ido incrementando con el pasar de los años y agudizándose en las últimas décadas.

Es así que el uso actual del suelo del área de estudio está siendo utilizados principalmente para ganadería, agricultura, minería y en menor proporción establecimiento de viviendas, se estima que esto ha incrementado de manera incontrolada en desmedro de los bosques nativos considerándose una

amenaza directa para la fauna silvestre produciéndose otras amenazas indirectas como el tráfico de especies, la cacería ilegal, etc.

La construcción reciente de vías de acceso hacia la parte alta de la microcuenca ha provocado que se incremente la colonización de tierras donde el bosque natural aun presente está siendo talado para el establecimiento de pastizales y la concurrente introducción de ganado bobino sin establecer un manejo adecuado de potreros.

Los sitios donde se puede observar bosques naturales se ubican en hondonadas, pendientes mayores al 80%, en crestas de montaña y en zonas lejanas a la población (Aguirre 2014), es decir relegados a las zonas altas de fuertes pendientes, y en torno a los cauces de agua.

En las zonas bajas de la microcuenca Guayzimi debido a la deforestación selectiva actualmente se han originado manchas muy escasas de Bosques Tropicales Secundarios, pobres en especies aprovechables o con poco crecimiento y en mayor proporción se observan grandes extensiones de pastizales.

La cacería en esta zona así como en toda la microcuenca es intensa se han podido observar a campesinos que regresan a sus hogares con algún animal que han capturado ya sea para usarlo como alimento o para domesticarlo como mascota. Así mismo debido a que la microcuenca está ubicada cercana a poblaciones Shuar se convierte en un sitio estratégico de cacería de aves, mamíferos y anfibios que son el alimento de las personas de estas comunidades.

Por otro lado la mayor parte de la zona baja de la microcuenca está constituida por humedales naturales los mismos que en la actualidad están siendo drenados para mejorar la calidad de pasturas, perdiéndose así el hábitat de serpientes, caimanes y cocodrilos que hoy en día ya es muy difícil observar.

Según GAD Nangaritza (2011), basado en la información brindada por ARCOM, en el cantón Nangaritza se han otorgado 90 concesiones mineras tanto para las fases de exploración y explotación, con una superficie total de 74.260,2 has, superficie que representa el 36,7% del territorio cantonal. De estas

concesiones muy pocas están actualmente operando sin embargo la contaminación derivada de este sector en el área del cantón y específicamente en la microcuenca Guayzimi son considerables. La minería ilegal y artesanal ha causado impactos graves e irreversibles, en los ecosistemas, ya que para desarrollar la actividad utilizan maquinaria pesada, dragas y canales de separación de material.

En cuanto al agua, esta se ve afectada por las diferentes descargas directas a la quebrada ya que existe un gran número de viviendas que aún no se encuentran conectadas al sistema de alcantarillado sanitario, además a lo largo del recurso hídrico se han podido observar tuberías conectadas directamente desde granjas porcinas hacia la quebrada, la misma minería a través de derrames químicos contamina el agua además de dañar los cauces naturales y aumentar la turbidez.

En síntesis los problemas potenciales identificados para la zona son:

- Cacería ilegal descontrolada.
- Explotación minera.
- Explotación irracional de madera.
- Contaminación del agua.
- Ganadería excesiva por lo que se presenta problemas de sobrepastoreo, etc.

## 3.2. MÉTODOS

En el presente apartado se describe la metodología aplicada tanto en la fase de campo como en la de laboratorio, la misma que se detalla para cada uno de los objetivos planteados.

### 3.2.1. Inventario de Especies y Grupos de Anfibios, Aves y Macroinvertebrados Existentes en el Área de Influencia de la Quebrada Guayzimi

Para el inventario de las especies o grupos faunísticas se seleccionó tres sitios de muestreo ubicados de la siguiente manera: uno en la parte alta (SA-G3), que corresponde a un área en buen estado de conservación, otro en la parte media (SM-G2) y un tercero en la parte baja (SB-G1) de la Microcuenca (figura 2).

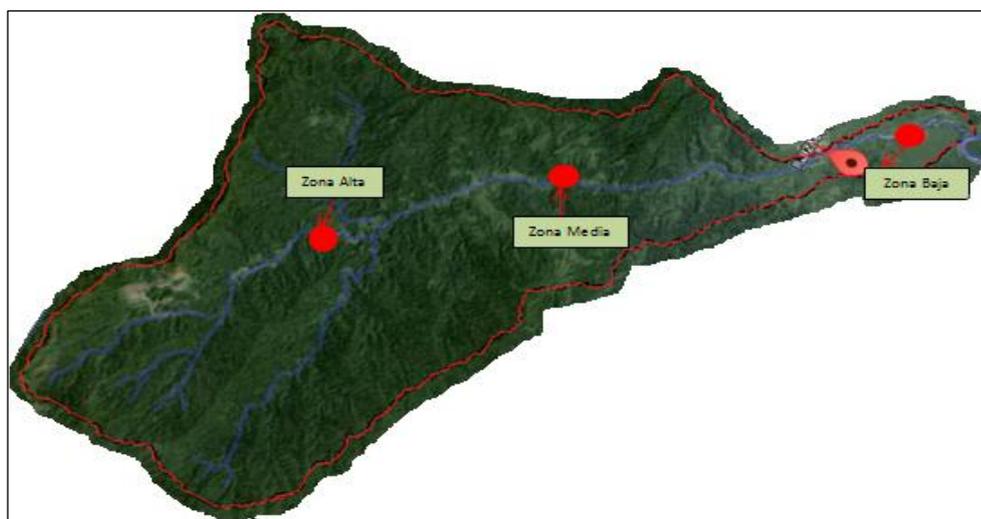


Figura 2. Sitios de muestreo para aves, anfibios y macroinvertebrados.

En cada uno de los puntos de muestreo se evaluó los grupos faunísticos de aves, anfibios y macro invertebrados. Estos tres grupos fueron seleccionados en función de la susceptibilidad que tienen ante alteraciones ambientales. (Villegas y Garitano-Zabala, 2008; Carrillo, 2008; Prat *et al.*, 2009). El trabajo de campo se llevó a cabo en tres periodos o salidas de campo, de 6 días cada uno (6 días por sitio de muestro). Cabe recalcar que previa a la obtención de la información de campo se realizó una salida para tener un precedente del sitio de

estudio en cuanto a su topografía, accesibilidad, puntos de contaminación, actividades agrícolas, ganaderas y de extracción minera que se realicen a lo largo de la quebrada Guayzimi.

Para complementar el trabajo previo a la toma de muestras se ubicó los puntos estratégicos donde se colocarían las redes y se ubicaría los puntos de observación de aves, así mismo se estableció los transectos para la captura de anfibios y finalmente se ubicó los puntos específicos de colección de macro invertebrados, esto para los tres sitios de muestreo.

Una vez determinados los sitios concretos de estudio se tomó la ubicación con la ayuda del GPS las mismas que se muestran en el cuadro 2.

Cuadro 2. Coordenadas UTM, de los puntos de muestreo.

| Técnicas de muestreo | SB-G1           |        |             | SM-G2           |        |             | SA-G3           |        |             |
|----------------------|-----------------|--------|-------------|-----------------|--------|-------------|-----------------|--------|-------------|
|                      | Coordenadas UTM |        | Alt. (msnm) | Coordenadas UTM |        | Alt. (msnm) | Coordenadas UTM |        | Alt. (msnm) |
| Red 1                | 9552993         | 759227 | 846         | 9549743         | 753567 | 1292        | 9548144         | 749715 | 1625        |
| Red 2                | 9553218         | 759467 | 839         | 9549753         | 753608 | 1288        | 9548249         | 749641 | 1608        |
| Red 3                | 9553188         | 759285 | 843         | 9549737         | 753523 | 1255        | 9548272         | 749750 | 1660        |
| Red 4                | 9553261         | 758954 | 845         | 9549639         | 753393 | 1254        | 9548255         | 749820 | 1686        |
| Pto. Obs.            | 9553193         | 759059 | 844         | 9549744         | 753582 | 1292        | 9548240         | 749725 | 1639        |
| Transecto 1          | 9553044         | 759159 | 845         | 9549695         | 753507 | 1249        | 9548258         | 749591 | 1615        |
| Transecto 2          | 9553000         | 759148 | 847         | 9549666         | 753578 | 1273        | 9548168         | 749652 | 1625        |
| R. Patada 1          | 9553192         | 759136 | 842         | 9549614         | 753230 | 1220        | 9548245         | 749641 | 1652        |

Para el estudio de cada grupo de animales se aplicó una metodología diferente que se detalla a continuación:

### 3.2.1.1. Aves.

#### 3.2.1.1.1. Colección y registros en el campo

Las redes de neblina fueron colocadas en sitios estratégicos previamente identificados donde existía paso continuo de aves, estas redes fueron sujetadas a ramas de aproximadamente 3m de longitud. Para cada sitio de

muestreo se emplearon 4 redes de neblina (Dos de 12m y dos de 6m), las cuales se mantuvieron abiertas de 06h00 a 09h00 y de 15h00 a 18h00.

Los sitios de ubicación de las redes se situaron entre dos tipos de hábitats, cerca de la fuente de agua. Ralph (1996) menciona que las redes deberán comenzar a abrirse durante los 15 minutos siguientes a la hora oficial del amanecer local, y deben operarse durante un mínimo de 4 horas al día, preferiblemente 6. Así mismo se deberá revisar las redes cada 45 minutos.

Mientras las redes se encontraban en operación paralelamente se realizó la observación de aves en los puntos específicos mediante el uso de binoculares Bushnell 8 x 42 por periodos de 1 hora.

### 3.2.1.1.2. Identificación de especímenes

Luego de quedar atrapadas las aves en las redes, se las extraía rápido y con cuidado, teniendo en cuenta la dirección por la que ingreso, ya que al momento de sacar los individuos debe hacerse por el mismo sitio. Con la ayuda del libro de aves del Ecuador se procedió a identificar los individuos observados y atrapados, una vez fotografiado e identificado el individuo capturado se procedía a su liberación. Los datos fueron ubicados en una matriz como la que se muestra en el cuadro 3.

Cuadro 3. Matriz para registro de aves en la microcuenca Guayzimi.

| FECHA:          |                    | SITIO DE MUESTREO: |                   |                    |                               |               |
|-----------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------------------|---------------|
| HORA DE INICIO: |                    |                    |                   |                    |                               |               |
| HORA FINAL:     |                    |                    |                   |                    |                               |               |
| HORA            | TIPO DE VEGETACIÓN | NOMBRE COMÚN       | NOMBRE CIENTÍFICO | Nro. DE INDIVIDUOS | (O) observada<br>(A) Atrapada | Observaciones |
|                 |                    |                    |                   |                    |                               |               |
|                 |                    |                    |                   |                    |                               |               |

### 3.2.1.2. Anfibios

#### 3.2.1.2.1. Colección y registro de campo

Para el registro de anfibios se utilizó la metodología basada en transectos, para este caso se estableció transectos con una longitud de 100 m de largo por 4 m de ancho, la técnica consistió en recorrer el transecto realizando una búsqueda intensiva y sistemática de anfibios por un tiempo aproximado de dos horas diarias (19h00-21h00), es decir en horas en que los anfibios tienen mayor actividad.

En cada sitio de muestreo se trabajó con dos transectos (uno al borde de la quebrada y otro paralelo a la misma a 30 m del anterior) como se muestra en la figura 3. La búsqueda se realizó sobre el sustrato, entre la vegetación y en potenciales lugares de refugio, como áreas debajo de rocas, piedras y troncos.



Figura 3. Transectos para muestreo de anfibios.

Durante cada muestreo los individuos observados fueron capturados y colocados en una funda plástica con aire, debidamente codificados y llevados hasta el sitio de campamento donde se identificaron con la ayuda de folletos de estudios anteriores realizados sobre anfibios observados en zonas próximas a la microcuenca.

Los organismos que no se pudieron identificar en el campo fueron etiquetados y se tomaron fotografías de cada individuo para facilitar el proceso de identificación de la especie, seguidamente fueron sacrificados como lo sugiere

Izquierdo *et al.*, (2000). Durante todo el muestreo se llevó un registro de cada organismo capturado y se utilizó una matriz donde se ingresa la especie, el código de cada sitio de muestreo, la actividad, el sustrato en el que se lo encontró, etc. (cuadro 4).

Cuadro 4. Matriz de campo para el registro de anfibios.

| CODIGO | FECHA | Nro. TRANSECTO | ESPECIE | ACTIVIDAD | SUSTRATO |
|--------|-------|----------------|---------|-----------|----------|
| SB-G1  |       |                |         |           |          |
| SM-G2  |       |                |         |           |          |
| SA-G3  |       |                |         |           |          |

### 3.2.1.2.2. Preparación e identificación de especímenes

Los especímenes que no se pudieron identificar en el campo fueron sacrificados para luego ser fijados y preservados en alcohol al 70% (figura 4). Para la identificación se llevó las muestras al Departamento de Zoología de la Universidad Nacional de Loja (LOUNAZ), donde se hizo la revisión de la colección con la ayuda y asesoramiento de un especialista, además del libro de anfibios del Ecuador y algunas claves taxonómicas válidas para los anfibios del sur del Ecuador con lo que se logró identificar los especímenes.



Figura 4. Fijación y preservación de anfibios capturados.

### 3.2.1.3. Macroinvertebrados

#### 3.2.1.3.1. Colección de individuos en campo

Para el muestreo de macro invertebrados se procedió de acuerdo a los lineamientos de Carrera y Fierro (2001), para lo cual se realizó dos muestreos por sitio en diferentes días, para cada muestreo se consideraron 3 recolecciones de organismos, una en el margen izquierdo, otra en el centro y una en el margen derecho de la quebrada. Para la captura se requirió de una red de patada la cual fue colocada quebrada abajo, la técnica consiste en remover el fondo de la quebrada para que se levanten los organismos y puedan quedar atrapados en la red.

Seguidamente se retiró la red y se lavó el material en un recipiente blanco separando los macroinvertebrados del resto de material, estos se recolectaron con pinza y guardaron en un frasco plástico con alcohol debidamente etiquetado con la fecha y lugar de muestreo, cada muestra se colocó en un frasco diferente (M1, parte alta; M2, parte media; M3, parte baja), (Figura 5).



Figura 5. Muestras colectadas de macroinvertebrados acuáticos.

#### 3.2.1.3.2. Identificación de organismos

Los individuos colectados y preservados en alcohol fueron llevados hasta el laboratorio del LOUNAZ para identificarlos. Con la ayuda del estereomicroscopio se pudo apreciar características que no pudieron ser observadas a simple vista, esto facilitó la ubicación en uno de los diferentes órdenes que presenta la Guía de identificación de los macroinvertebrados acuáticos más comunes del trópico americano (Figura 6).



Figura 6. Guía de identificación de macroinvertebrados acuáticos.

#### 3.2.1.4. Evaluación ecológica de aves, anfibios y macroinvertebrados

Para la evaluación se realizó una comparación entre las características ecológicas de cada sitio de muestreo para cada grupo faunístico evaluado. Además, se revisó la biología de las especies registradas y diferentes publicaciones científicas para constatar si las especies registradas pueden dar una idea cuantitativa de la calidad ambiental de la quebrada.

En el caso de los macroinvertebrados, se aplicó el Índice de sensibilidad BMWP<sup>2</sup> para evaluar la calidad del agua de la Quebrada Guayzimi (Carrera y Fierro, 2001; Figueroa *et al.*, 2007) (anexos 1).

#### 3.2.1.5. Determinación de los indicadores de la diversidad

##### 3.2.1.5.1. Diversidad alfa

Luego de haber organizado la información de campo en una base de datos se procedió a determinar la riqueza específica, la diversidad alfa del sitio de estudio y su estructura para lo cual se calculó los índices que se muestran en el cuadro 5, mediante el uso del programa EstimateS (versión 9.1.0).

<sup>2</sup> Biological Monitoring Working Party (BMWP). Su aplicación consiste en identificar las familias por segmento y asignación de un valor de tolerancia.

Cuadro 5. Índices para evaluar la diversidad alfa de aves y anfibios.

| <b>DIVERSIDAD ALFA</b>     |                                   |   |
|----------------------------|-----------------------------------|---|
| <b>Riqueza específica</b>  |                                   |   |
| Índice                     | Modelo matemático                 | Descripción   |
| Riqueza de especies        | S                                 | Número total de especies obtenidas  |
| Curva de acumulación       | $E(S) = \frac{1}{Z} \ln(1 + zaX)$ | Muestra el número de especies acumuladas conforme se aumenta el esfuerzo de muestreo                  |
| <b>Estructura</b>          |                                   |   |
| Chao 1                     | $Chao\ 1 = S \frac{a^2}{2b}$      | Estimador del número de especies en una comunidad basado en el número de especies raras en la muestra |
| <b>Abundancia relativa</b> |                                   |   |
| Abundancia relativa        | $P_i = n / N_i$                   | Proporción de individuos por especie  |
| Shannon-Wiener             | $H' = -\sum p_i \ln p_i$          | Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra     |

Fuente: Moreno, 2001

Para interpretar los valores de Shannon Wiener se utilizarán los siguientes rangos:

| RANGOS     | SIGNIFICADO      |
|------------|------------------|
| 0 – 1,35   | Diversidad baja  |
| 1,36 – 3,5 | Diversidad media |
| > 3,5      | Diversidad alta  |

Fuente: Aguirre y Yaguana (2011)

### 3.2.1.5.2. Diversidad beta

De la misma manera con la información sistematizada se procedió a calcular la diversidad beta, la misma que permite conocer cuan diferentes o similares son una serie de muestras, es decir el grado de similitud entre comunidades (Magurran, 1989), en el cuadro 6, se muestran los índices aplicados.

Cuadro 6. Índices para evaluar diversidad beta de aves y anfibios.

| <b>DIVERSIDAD BETA</b>               |                          |   |
|--------------------------------------|--------------------------|---|
| <b>Índice</b>                        | <b>Modelo matemático</b> | <b>Descripción</b>  |
| Coeficiente de similitud de Sorensen | $l_s \frac{2c}{a+b}$     | Relaciona el número de especies en común con la media aritmética de las especies en ambos sitios. |
| Coeficiente de similitud de Jaccard  | $l_j \frac{c}{a+b-c}$    | Relaciona el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas.           |

Fuente: Moreno, 2001

Para interpretar los resultados se utilizaran los siguientes rangos:

| <b>Valores %</b> | <b>Significancia</b>   |
|------------------|------------------------|
| 0 - 35           | Disimiles              |
| 36 - 70          | Medianamente disimiles |
| > 70             | Muy similares          |

Fuente: Moreno, 2001; Eguiguren y Ojeda, 2008.

### **3.2.1.5.3. Análisis de la información**

El análisis estadístico se realizó en el software INFO STAT versión estudiantil 2008 para determinar la existencia de diferencias significativas entre los sitios de estudio en cuanto a abundancia, los datos significativos que se consideraron fueron los valores de  $p$  iguales o menores a 0,5.

Para determinar la diversidad alfa-beta del sitio de estudio se aplicaron los índices de riqueza de especies y curva de acumulación a través del programa “EstimateS (versión 9.1.0)” el cual muestra los valores de los índices y las gráficas de los mismos. El mismo software fue utilizado para determinar el grado de similitud que existe entre sitios de estudio.

### **3.2.1.6. Estado de conservación de las especies registradas**

Para determinar el estado de conservación de las especies de aves encontradas se revisó las listas rojas disponibles en línea por parte del Ministerio del Ambiente, mientras que para anfibios se revisó la lista roja propuesta por AmphibiaWeb, la cual se encuentra disponible en línea.

### **3.2.2. Identificación de Especies o Grupos Faunísticos Indicadores de Calidad Ambiental**

El grupo de organismos capturados y registrados fue sometido a evaluación mediante la metodología modificada de Villarreal *et al.* (2006), en la que se establece ocho criterios a ser evaluados (cuadro 7).

Cuadro 7. Criterios para identificar especies indicadoras.

| <b>Criterios</b>   | <b>Descripción</b>  |
|--|---|
| <b>Taxonomía bien conocida y estable</b>   | Las especies con que se trabaje deben ser identificadas sin mayor problema  |
| <b>Historia natural bien conocida</b>  | Estudios completos y numerosos sobre el taxón serán necesarios para el respaldo en la interpretación de resultados  |
| <b>Taxones superiores con rango de distribución amplio</b>   | Los taxones y sus especies deben encontrarse en diferentes ecosistemas  |
| <b>Abundantes y de fácil observación y manipulación</b>  | Los individuos del grupo objeto deben ser de fácil reconocimiento y no implicar mayor esfuerzo en la búsqueda   |
| <b>Taxones inferiores (especies y subespecies) con especificidad de hábitats y sensibles a cambios</b> | Si se generan cambios en el hábitat, el grado de sensibilidad es útil para cuantificar disturbios o impactos  |
| <b>Grupo altamente diversificado taxonómicamente y ecológicamente</b>                                  | Es importante que el grupo objeto presente un número de especies tal que brinde información importante de lo que se desea contestar a la escala trabajada |
| <b>Presentar poca estacionalidad</b>   | Es importante que las especies del grupo objeto presenten pocas fluctuaciones poblacionales relacionadas con los cambios ambientales                      |

Fuente: Villarreal *et al.* 2006

Seguidamente se calculó la importancia de cada especie, si esta cumple con cualquiera de los criterios establecidos se le asignó el valor que corresponde a cada uno de ellos según sea el caso.

En el cuadro 8, se muestra los criterios tomados en cuenta para la valoración de las especies indicadoras, además de sus puntuaciones ya sea 1 o 2 dependiendo del cumplimiento por parte de la especie a evaluar, adicionalmente

se incluyó el criterio de sensibilidad únicamente para los anfibios, y no se tomó en cuenta el criterio especie con amplia distribución y presente en diferentes hábitats ni el criterio grupo altamente diversificado taxonómica y ecológicamente.

Cuadro 8. Valores y significados de los criterios de evaluación para determinar indicadores.

| <b>SIGNIFICADO Y PUNTUACIÓN</b>  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Taxonomía bien conocida y estable.</b>                                    | 1 | difícil de identificar en el campo                                 |
|  | 2 | fácil de identificar en el campo                                   |
| <b>Historia natural bien conocida.</b>                                       | 1 | poca disponibilidad de información respecto a la especie           |
|  | 2 | existe información suficiente respecto a la ecología de la especie |
| <b>Taxones superiores con rango de distribución amplio</b>                   | 1 | especies presentes en una o dos zonas del área de estudio          |
|  | 2 | especies presentes en las tres zonas del área de estudio           |
| <b>Abundantes y de fácil observación y manipulación.</b>                     | 1 | menos de 10 individuos registrados                                 |
|  | 2 | 10 o más individuos registrados                                    |
| <b>Taxones inferiores con especificidad de hábitat y sensibles a cambios</b> | 1 | especies que no se encuentran amenazadas                           |
|  | 2 | especies que se encuentre en alguna categoría de amenaza           |
| <b>Sensibilidad</b>  | 1 | No presenta sensibilidad   |
|  | 2 | Sensible   |

Las puntuaciones obtenidas de los criterios se sumaron y compararon con el valor máximo hipotético igual a 14, asumiendo que la especie obtuvo un valor de 2 en todos los criterios propuestos.

Para el presente trabajo se categorizó en 6 criterios por lo que el valor máximo hipotético corresponderá a 12 (cuadro 9).

Cuadro 9. Matriz para la calificación de las potenciales especies indicadoras.

| <b>ESPECIES</b> | <b>CRITERIOS</b>                   |                                 |   |   |   |              |                        |
|-----------------|------------------------------------|---------------------------------|---|---|---|--------------|------------------------|
|                 | Taxonomía bien conocida y estable. | Historia natural bien conocida. | Taxones superiores con distribución en un amplio rango geográfico | Abundantes y de fácil observación y manipulación. | Taxones inferiores con especificidad de hábitat y sensibles a cambios | Sensibilidad | <b>Total criterios</b> |
| Sp 1.           | 2                                  | 2                               | 2   | 2   | 2   | 2            | 12                     |
|                 |                                    |                                 |   |   |   |              |                        |

Finalmente la o las especies que en la sumatoria obtengan el valor más alto serán utilizadas como indicadores.

### **3.2.3. Plan de Monitoreo Ambiental para la Microcuenca Guayzimi**

La formulación del Plan contará con una estructura lógica, como se explica a continuación.

#### **3.2.3.1. Introducción**

En este apartado se deben indicar los objetivos generales y específicos que resultaron a partir de la presente evaluación de la microcuenca Guayzimi.

#### **3.2.3.2. Actividades que se realizarán en el monitoreo**

Para llevar a cabo el monitoreo se proponen ejecutar un conjunto de actividades. Cada una de las actividades propuestas están acompañadas de un protocolo de ejecución, especialmente en lo referente a monitoreo biológico de campo. Los puntos de muestreo para el monitoreo serán los establecido en el presente estudio y deberán estar contenidos en la propuesta del Plan de Monitoreo.

### **3.2.3.3. Instrumentos para la ejecución y consolidación del plan**

Cada programa tiene sus respectivas actividades para las cuales se resaltan las entidades responsables y de apoyo para su coordinación o ejecución.

### **3.2.3.4. Protocolos de muestreo de campo**

En el plan de monitoreo se describen los métodos de campo para cada uno de los componentes a evaluarse, esto permitirá contar con la descripción de los pasos que se deben seguir para el monitoreo de la calidad ambiental en la Microcuenca.

### **3.2.3.5. Interpretación de resultados**

Los resultados que se obtengan en el monitoreo se interpretaran de acuerdo a los cambios en los parámetros ecológicos conocidos a partir de la línea base generada en la presente investigación. En el caso de los macroinvertebrados se comparará de acuerdo al índice BMWP.

### **3.2.3.6. Indicadores de cumplimiento del plan**

El plan de monitoreo contará con indicadores que permitan evaluar sus actividades y logros. Esto servirá para tomar acciones que permitan mejorar los procedimientos en futuros monitoreos.

### **3.2.3.7. Lineamientos para la financiación del plan de acción formulado**

Se incorporó lineamientos para la financiación del Plan a través de un presupuesto elaborado acorde a las necesidades del Plan de Monitoreo y tomando como base los gastos realizados para el presente estudio.

## **4. RESULTADOS**

Finalizada la fase de campo se obtuvieron los siguientes resultados:

### **4.1. COMPOSICIÓN DE AVES, ANFIBIOS Y MACROINVERTEBRADOS EN TRES ZONAS DE LA MICROCUENCA GUAYZIMI**

A continuación se describe la composición tanto de aves, anfibios y macroinvertebrados y su diversidad Alfa-Beta.

#### **4.1.1. Composición de la Avifauna en tres Zonas de la Microcuenca Guayzimi**

En la microcuenca Guayzimi se registró un total de 898 individuos de aves las cuales se encuentran distribuidas en un total de 85 especies diferentes y pertenecen a 26 familias (Cuadro 10), en el sitio medio (SM-G2) se registró la mayor cantidad de especies con un total de 49

De las 85 especies registradas las que presentan mayor número de individuos son *Aratinga leucophthalmus* con 114, seguida de *Tangara chilensis* con 91, *Psarocolius decumanus alfredi* con 83, *Cacicus cela cela* con 65 y *Ramphocelus carbo* con 63. (Cuadro 11) ver cuadro completo en el anexo 2.

Cuadro 10. Número de especies por familia y por sitio de muestreo.

| FAMILIAS      | NUMERO DE ESPECIES |       |       | FAMILIAS         | NUMERO DE ESPECIES |       |       |
|---------------|--------------------|-------|-------|------------------|--------------------|-------|-------|
|               | Sitios de Muestreo |       |       |                  | Sitios de Muestreo |       |       |
|               | SB-G1              | SM-G2 | SA-G3 |                  | SB-G1              | SM-G2 | SA-G3 |
| Thraupidae    | 7                  | 11    | 10    | Cotingidae       | 0                  | 1     | 1     |
| Trochilidae   | 2                  | 13    | 6     | Cathartidae      | 1                  | 1     | 0     |
| Tyrannidae    | 4                  | 5     | 1     | Dendrocolaptidae | 0                  | 2     | 0     |
| Emberizidae   | 5                  | 1     | 2     | Turdidae         | 1                  | 0     | 0     |
| Ramphastidae  | 1                  | 2     | 0     | Thamnophilidae   | 0                  | 0     | 1     |
| Picidae       | 1                  | 1     | 1     | Corvidae         | 0                  | 1     | 0     |
| Icteridae     | 2                  | 1     | 1     | Coerebidae       | 0                  | 1     | 0     |
| Hirundinidae  | 2                  | 1     | 0     | Cinclidae        | 0                  | 1     | 1     |
| Fringillidae  | 0                  | 1     | 2     | Cardinalidae     | 1                  | 0     | 0     |
| Troglodytidae | 1                  | 1     | 2     | Accipitridae     | 1                  | 1     | 0     |
| Psittacidae   | 1                  | 0     | 1     | Galbulidae       | 0                  | 1     | 0     |
| Parulidae     | 0                  | 0     | 1     | Furnariidae      | 0                  | 1     | 1     |
| Cuculidae     | 2                  | 2     | 0     | Vireonidae       | 0                  | 1     | 0     |

Además se presenta los valores de abundancia relativa donde de las 85 especies registradas las que presentan mayor valor de abundancia son: *Aratinga leucophthalmus* con 12,69%, seguida de *Tangara chilensis* con 10,13%, *Psarocolius decumanus alfredi* con 9,24%, *Cacicus cela cela* con 7,24% y *Ramphocelus carbo* con 7,02% (Cuadro 11).

Cuadro 11. Abundancia de avifauna en la microcuenca Guayzimi.

| ORDEN         | FAMILIA     | NOMBRE CIENTÍFICO                       | N.- DE IND. | ABUNDANCIA RELATIVA % |
|---------------|-------------|---|-------------|-----------------------|
| Passeriformes | Psittacidae | <i>Aratinga leucophthalmus</i>          | 114         | 12,69                 |
|               | Thraupidae  | <i>Tangara chilensis</i>                | 91          | 10,13                 |
|               | Icteridae   | <i>Psarocolius angustifrons alfredi</i> | 83          | 9,24                  |
|               | Icteridae   | <i>Cacicus cela cela</i>                | 65          | 7,24                  |
|               | Thraupidae  | <i>Ramphocelus carbo</i>                | 63          | 7,02                  |

Las familias que cuentan con un mayor número de especies registradas son: Thraupidae con 16 especies, Trochilidae con 12 especies seguido de Tyrannidae y Emberizidae con 10 y 7 especies respectivamente (Figura 7).

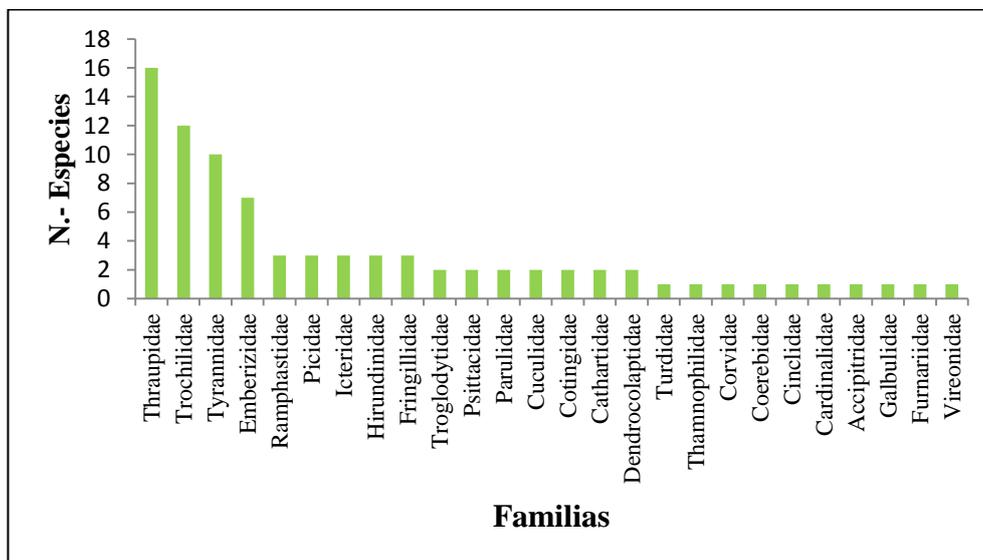


Figura 7. Familias con mayor número de especies de aves.

La riqueza entre los tres sitios de estudio de la microcuenca Guayzimi varía de 31 a 49 especies como se muestra en la figura 8; siendo el sitio medio (SM-G2) la zona con el mayor número de especies, seguida de SA-G3 y finalmente SB-G1. La abundancia oscila entre 214 y 423 individuos; donde SITIO

BAJO-G1 cuenta con el valor más alto, seguido de SITIO ALTO-G3 y con menor número de individuos se presenta SITIO MEDIO-G2.

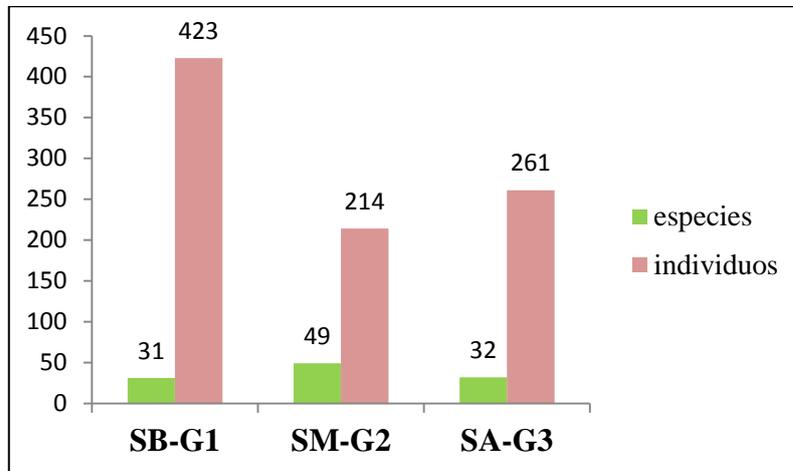


Figura 8. Número de especies e individuos de aves de cada sitio de estudio.

El análisis de varianza aplicado con el estadístico LSD Fisher, muestra que la abundancia de aves presenta diferencias entre los sitios SBQ-G1 y SAQ-G3 con  $p=0.0365$ . Mientras que SAQ-G3 presenta una similitud en cuanto a abundancia con SMQ-G2 (Figura 9).

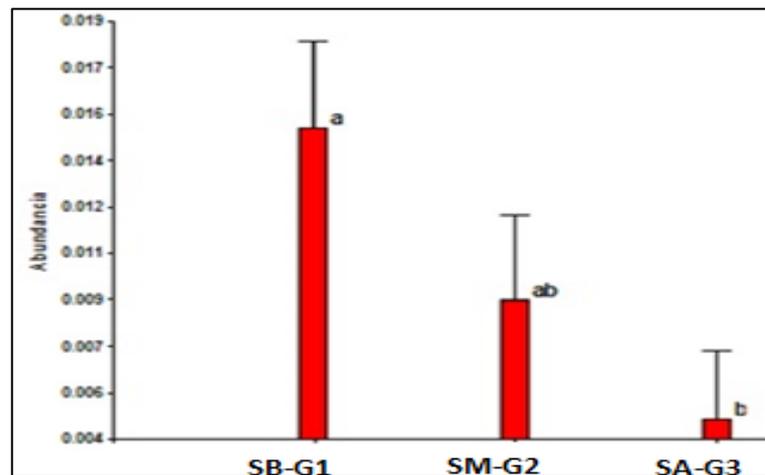


Figura 9. Comparaciones estadísticas de abundancia de aves en los tres sitios de estudio.

#### 4.1.1.1. Indicadores de diversidad alfa-beta

Los valores obtenidos de los índices Shannon y Chao 1 por sitio de estudio demuestra que hubo diferencias en cuanto a la diversidad de cada sitios de estudio, se puede observar en la figura 10 que tanto el índice de Shannon como Chao 1 presentan tendencias similares.

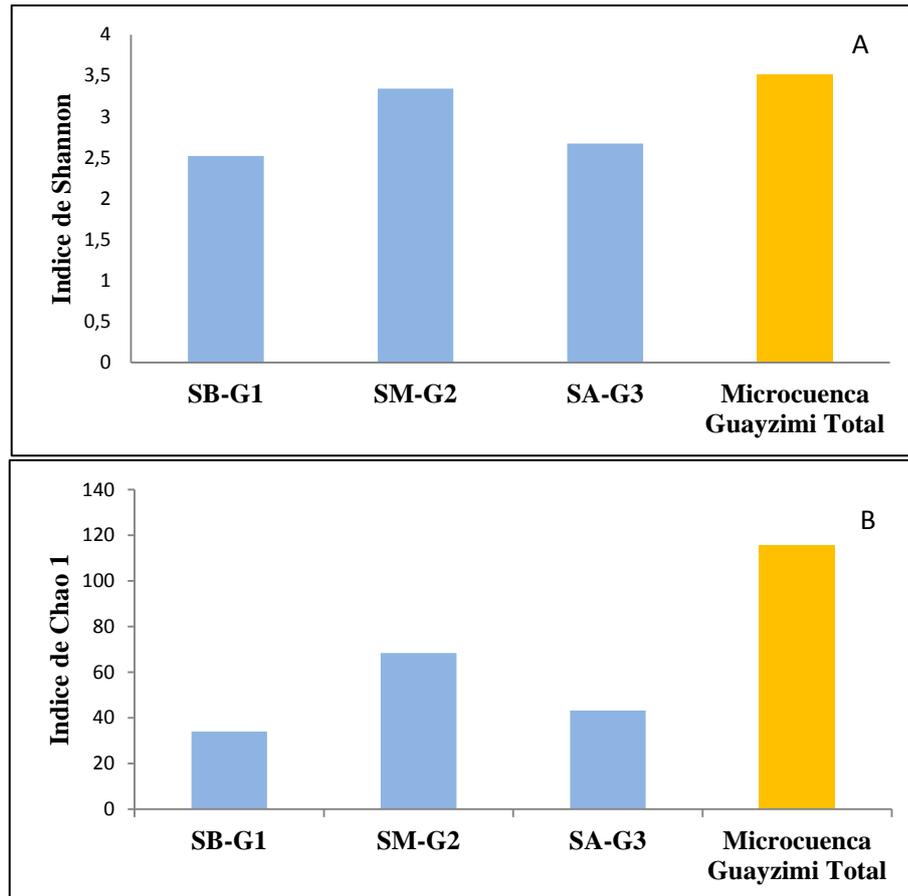


Figura 10. A) Índice de Shannon, B) índice de Chao 1, calculado para cada sitio de estudio.

El cuadro 12, muestra los valores de diversidad de avifauna por sitio de estudio, donde según la medida de diversidad de Shannon-Wiener y Chao 1 manifiesta que SITIO MEDIO-G2 presenta mayor diversidad con 2.52 y 33.99 respectivamente seguido de SITIO ALTO-G3 con 2.67 y 43.2, y finalmente SITIO BAJO-G1 con valores de 2.52 y 33.99.

Cuadro 12. Diversidad de avifauna por sitio de estudio según los índices Shannon y Chao 1.

| <b>INDICES</b> | <b>SB-G1</b> | <b>SM- G2</b> | <b>SA- G3</b> | <b>Microcuencia<br/>Guayzimi Total</b> |
|----------------|--------------|---------------|---------------|--|
| <b>Shannon</b> | 2,52         | 3,34          | 2,67          | 3,51                                   |
| <b>Chao 1</b>  | 33,99        | 68,33         | 43,2          | 115,58                                 |

El índice de similitud de Sorensen demostró que al comparar los tres sitios de estudio existe una relación heterogénea en términos de número de especies compartidas. Los sitios SB-G1 y SM-G2 fueron disimiles presentando un 27,50% de especies compartidas, de forma similar los sitios SB-G1 y SA-G3 mostraron un amplio grado de diferencia con un valor de significancia de 15, 87%.

Los sitios SM-G2 y SA-G3 presentaron un nivel de significancia medio es decir que estos sitios son medianamente disimiles con un 37,04% de semejanza en vista de que presentan mayor número de especies en común en comparación con los otros sitios contrastados como se observa en el cuadro 13.

Cuadro 13. Valores de similitud de cada sitio de estudio calculada a través del índice de Sorensen.

|              | <b>SB-G1</b> | <b>SM-G2</b> | <b>SA-G3</b> |
|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>SB-G1</b> | -            | 27,50%       | 15,87%       |
| <b>SM-G2</b> | 11           | -            | 37,04%       |
| <b>SA-G3</b> | 5            | 15           | -            |

En el cuadro 14, se presentan los valores calculados del índice de Jaccard los cuales guardan relación con los valores obtenidos en el índice de Sorensen, sin embargo al colocar dichos valores dentro de los rangos de

significancia se muestra que los tres sitios comparados tienden a ser disimiles entre sí.

Cuadro 14. Valores de similitud de cada sitio de estudio calculada a través del índice de Jaccard.

|       | SB-G1 | SM-G2  | SA-G3  |
|-------|-------|--------|--------|
| SB-G1 | -     | 15,94% | 8,62%  |
| SM-G2 | 11    | -      | 22,73% |
| SA-G3 | 5     | 15     | -      |

#### 4.1.1.2. Análisis de estimación

La curva de acumulación muestra que durante los seis primeros días de muestreo se registró el 36.9% de avifauna lo cual equivale a 31 spp, al culminar el doceavo día de muestreo se registró el 84,5% (71 spp.), el total de especies inventariadas fue de 84 spp. Se puede observar en la figura 11, que existe la posibilidad de encontrar más especies de aves en vista de que la curva aun no presenta una tendencia a estabilizarse.

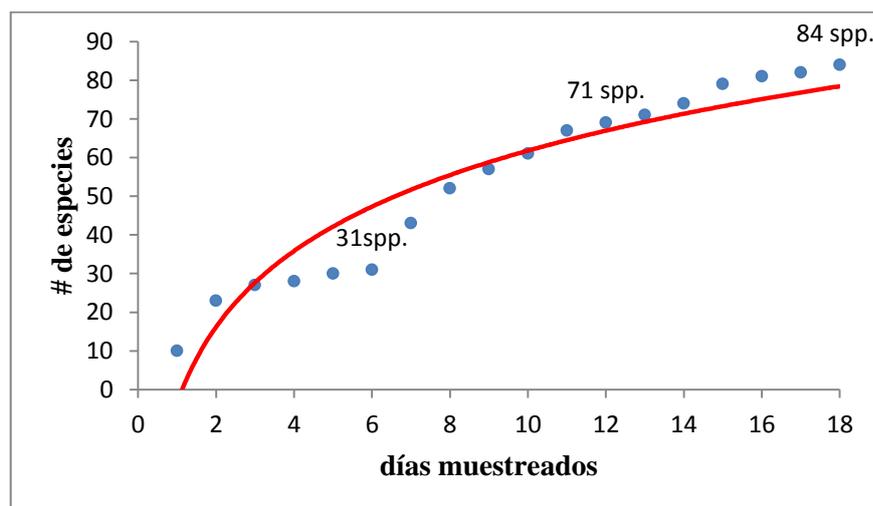


Figura 11. Curva de acumulación de especies de aves a través de los días de muestreo en la microcuenca Guayzimi.

#### 4.1.2. Composición de la Anurofauna en tres Zonas de la Microcuenca Guayzimi

En el sitio de estudio se registró un total de 132 individuos los cuales se encuentran distribuidos en un total de 23 especies diferentes. De las 23 especies registradas las que presentan mayor número de individuos son *Rhinella marina* con 31, *Lithobates castesbeiana* con 29, seguida de y *Rulyrana flavopunctata* con 12 individuos, mientras que las especies de las cuales se registró únicamente un individuo son *pristimantis* sp 2, *pristimantis* sp 3 y *pristimantis* sp 7. (Cuadro 15).

Cuadro 15. Composición de anurofauna en la microcuenca Guayzimi.

| ORDEN | FAMILIA         | GÉNERO/ESPECIE                    | N.- DE INDIVIDUOS |       |       |
|-------|-----------------|-----------------------------------|-------------------|-------|-------|
|       |                 |                                   | SB-G1             | SM-G2 | SA-G3 |
| Anura | BUFONIDAE       | <i>Rhinella marina</i>            | 27                | 0     | 4     |
| Anura | RANIDAE         | <i>Lithobates castesbeiana</i>    | 29                | 0     | 0     |
| Anura | HYLIDAE         | <i>Hypsiboas calcaratus</i>       | 3                 | 0     | 0     |
| Anura | LEPTODACTYLIDAE | <i>Leptodactylus wagneri</i>      | 4                 | 0     | 0     |
| Anura | LEPTODACTYLIDAE | <i>Lithodytes lineatus</i>        | 3                 | 0     | 0     |
| Anura | HYLIDAE         | <i>Osteocephalus planiceps</i>    | 8                 | 0     | 0     |
| Anura | HYLIDAE         | <i>Hypsiboas lanciformis</i>      | 2                 | 0     | 0     |
| Anura | CRAUGASTORIDAE  | <i>Pristimantis sp. 1</i>         | 0                 | 2     | 0     |
| Anura | CRAUGASTORIDAE  | <i>Pristimantis sp. 2</i>         | 0                 | 1     | 0     |
| Anura | CRAUGASTORIDAE  | <i>Pristimantis sp. 3</i>         | 0                 | 1     | 0     |
| Anura | CRAUGASTORIDAE  | <i>Pristimantis sp. 4</i>         | 0                 | 3     | 0     |
| Anura | CRAUGASTORIDAE  | <i>Pristimantis sp. 5</i>         | 0                 | 3     | 0     |
| Anura | CRAUGASTORIDAE  | <i>Pristimantis sp. 6</i>         | 0                 | 2     | 0     |
| Anura | CRAUGASTORIDAE  | <i>Pristimantis sp. 7</i>         | 0                 | 1     | 0     |
| Anura | CRAUGASTORIDAE  | <i>Pristimantis sp. 8</i>         | 0                 | 3     | 0     |
| Anura | CRAUGASTORIDAE  | <i>Pristimantis sp. 9</i>         | 0                 | 5     | 0     |
| Anura | CRAUGASTORIDAE  | <i>Pristimantis sp. 10</i>        | 0                 | 3     | 0     |
| Anura | CRAUGASTORIDAE  | <i>Pristimantis sp. 11</i>        | 0                 | 3     | 0     |
| Anura | CRAUGASTORIDAE  | <i>Pristimantis sp. 12</i>        | 0                 | 4     | 0     |
| Anura | CRAUGASTORIDAE  | <i>Pristimantis altamazonicus</i> | 0                 | 3     | 0     |
| Anura | BUFONIDAE       | <i>Rinela Margaritifera</i>       | 0                 | 0     | 4     |
| Anura | CENTROLENIDAE   | <i>Rulyrana flavopunctata</i>     | 0                 | 0     | 12    |
| Anura | BUFONIDAE       | <i>Rinela festae</i>              | 0                 | 0     | 2     |

Las especies de anfibios registradas se encuentran distribuidas en 6 familias Bufonidae, Ranidae, Hylidae, Leptodactylidae, Craugastoridae y Centrolenidae siendo *Rhinella marina*, *Lithobates castesbeiana* y *Rulyrana flavopunctata* las especies más dominantes con el 23,48%, 21,97% y 9,09% respectivamente, mientras que las de menor dominancia son *Pristimantis sp. 2*, *Pristimantis sp. 3* y *Pristimantis sp. 7* con 0,76% cada una (cuadro 16).

Cuadro 16. Abundancia de anurofauna en la microcuenca Guayzimi.

| ORDEN | FAMILIA         | GENÉRO/ESPECIE                    | N.-<br>DE<br>IND | ABUNDANCIA<br>RELATIVA % |
|-------|-----------------|-----------------------------------|------------------|--------------------------|
| Anura | BUFONIDAE       | <i>Rhinella marina</i>            | 31               | 23,48                    |
| Anura | RANIDAE         | <i>Lithobates castesbeiana</i>    | 29               | 21,97                    |
| Anura | HYLIDAE         | <i>Hypsiboas calcaratus</i>       | 3                | 2,27                     |
| Anura | LEPTODACTYLIDAE | <i>Leptodactylus wagneri</i>      | 4                | 3,03                     |
| Anura | LEPTODACTYLIDAE | <i>Lithodytes lineatus</i>        | 3                | 2,27                     |
| Anura | HYLIDAE         | <i>Osteocephalus planiceps</i>    | 8                | 6,06                     |
| Anura | HYLIDAE         | <i>Hypsiboas lanciformis</i>      | 2                | 1,52                     |
| Anura | CRAUGASTORIDAE  | <i>Pristimantis sp. 1</i>         | 2                | 1,52                     |
| Anura | CRAUGASTORIDAE  | <i>Pristimantis sp. 2</i>         | 1                | 0,76                     |
| Anura | CRAUGASTORIDAE  | <i>Pristimantis sp. 3</i>         | 1                | 0,76                     |
| Anura | CRAUGASTORIDAE  | <i>Pristimantis sp. 4</i>         | 3                | 2,27                     |
| Anura | CRAUGASTORIDAE  | <i>Pristimantis sp. 5</i>         | 3                | 2,27                     |
| Anura | CRAUGASTORIDAE  | <i>Pristimantis sp. 6</i>         | 2                | 1,52                     |
| Anura | CRAUGASTORIDAE  | <i>Pristimantis sp. 7</i>         | 1                | 0,76                     |
| Anura | CRAUGASTORIDAE  | <i>Pristimantis sp. 8</i>         | 3                | 2,27                     |
| Anura | CRAUGASTORIDAE  | <i>Pristimantis sp. 9</i>         | 5                | 3,79                     |
| Anura | CRAUGASTORIDAE  | <i>Pristimantis sp. 10</i>        | 3                | 2,27                     |
| Anura | CRAUGASTORIDAE  | <i>Pristimantis sp. 11</i>        | 3                | 2,27                     |
| Anura | CRAUGASTORIDAE  | <i>Pristimantis sp. 12</i>        | 4                | 3,03                     |
| Anura | CRAUGASTORIDAE  | <i>Pristimantis altamazonicus</i> | 3                | 2,27                     |
| Anura | BUFONIDAE       | <i>Rhinella Margaritifera</i>     | 4                | 3,03                     |
| Anura | CENTROLENIDAE   | <i>Rulyrana flavopunctata</i>     | 12               | 9,09                     |
| Anura | BUFONIDAE       | <i>Rhinella festae</i>            | 2                | 1,52                     |

Como se observa en la figura 12, la riqueza de los tres sitios de estudio varía de 4 a 13 especies siendo SM-G2 el sitio con el mayor número de registros, seguida de SB-G1 y finalmente SA-G3. En cuanto a la abundancia en el sitio de investigación esta oscila entre 22 y 76 individuos registrados; donde SB-G1 cuenta con el valor más alto, seguido de SM-G2 y con menor número de individuos se presenta SA-G3.

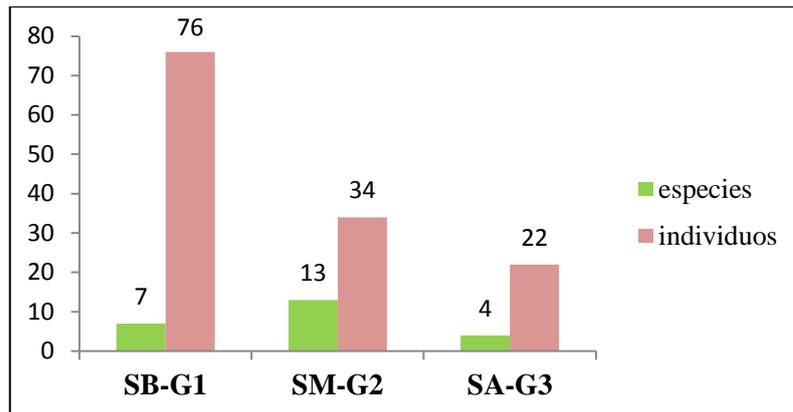


Figura 12. Número de especies e individuos de anfibios de cada sitio de estudio.

El análisis de varianza y la comparación LSD Fisher aplicado, muestra que la abundancia de anfibios presenta diferencias significativas entre los sitios, en donde SB-G1 con un valor de  $p= 0.0282$  fue diferente estadísticamente en comparación a los sitios SM-G2 Y SM-G3 (figura 13).

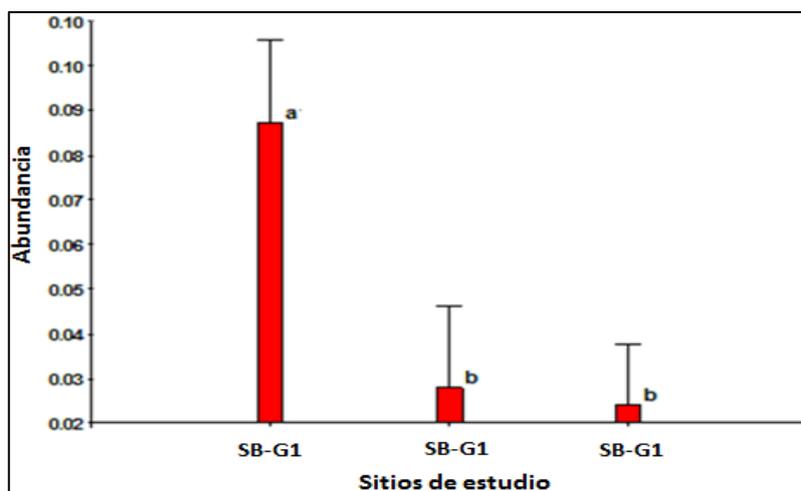


Figura 13. Comparaciones estadísticas de la abundancia de anfibios en los tres sitios de estudio.

#### 4.1.2.1. Indicadores de diversidad alfa-beta

De acuerdo a los índices Shannon y Chao 1, demuestra que existió diferencias en cuanto a la diversidad de cada sitios de estudio, las figuras 14A y 14B muestran que ambos índices presentan similares tendencias.

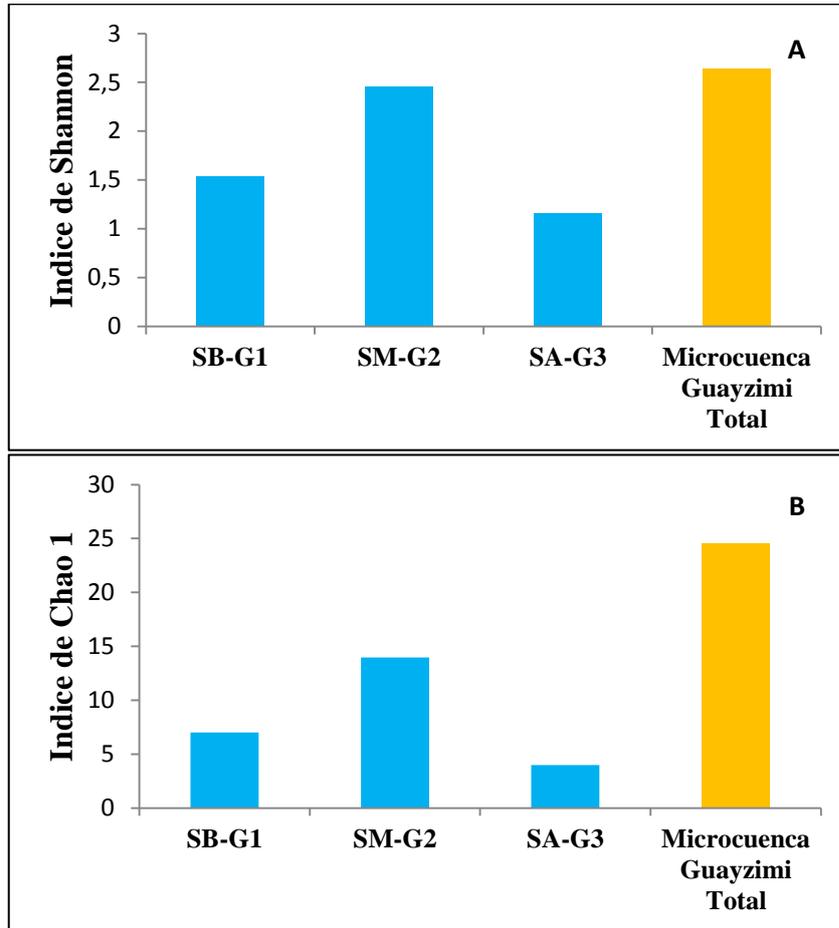


Figura 14. A) Índice de Shannon, B) índice de Chao 1, calculado para cada sitio de estudio.

El cuadro 17, muestra los valores de diversidad de anurofauna por sitio de estudio y un total calculado para toda la microcuenca, donde según la medida de diversidad de Shannon-Wiener y Chao 1 manifiesta que la microcuenca Guayzimi presenta una diversidad de 2.64 y 24.59. Por otro lado con respecto a cada sitio de estudio el SM-G2 presenta mayor diversidad con 2,46 y 13.97 respectivamente seguido de SB-G1 con 1,54 y 7, y finalmente SA-G3 con valores de 1,16 y 4.

Cuadro 17. Valores de diversidad entre sitios comparados calculado con el índice de Shannon y Chao 1.

| ÍNDICES | SB-G1 | SM-G2 | SA-G3 | Microcuenca Guayzimi Total |
|---------|-------|-------|-------|----------------------------|
| Shannon | 1,54  | 2,46  | 1,16  | 2,64                       |
| Chao 1  | 7     | 13,97 | 4     | 24,59                      |

En cuanto a la medida de similitud de Sorensen y Jaccard, se determinó que los tres sitios de estudio son disímiles uno de otro en vista de que no se encontraron especies compartidas entre estos sitios dando un valor de cero presentando una beta diversidad máxima para la microcuenca (Melo y Vargas 2003).

#### 4.1.2.2. Análisis de estimación

La curva de acumulación muestra que durante los seis primeros días de muestreo se registró el 29,29% (7 spp), al culminar el doceavo día de muestreo se registró el 87,5% (21 spp.), el total de especies inventariadas fue de 24 spp. Se puede observar en la figura 15 que existe la posibilidad de encontrar más especies de aves aumentando el esfuerzo de muestreo en vista de que la curva aun no presenta una tendencia a estabilizarse.

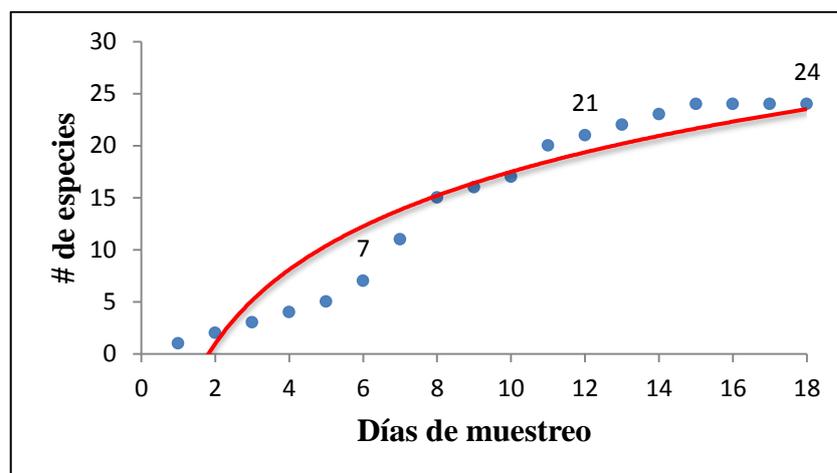


Figura 15. Curva de acumulación de especies de anfibios a través de los días de muestreo en la microcuenca Guayzimi.

#### **4.1.3. Análisis Biológico del Agua de la Quebrada Guayzimi**

Los Macroinvertebrados acuáticos constituyeron el grupo base del presente estudio, detectando una variación o modificación de la estructura de su comunidad a partir del índice BMWP.

En los tres sitios de estudio de la quebrada Guayzimi se identificaron un total de 517 individuos, correspondientes a 14 familias distribuidas en 6 órdenes. El orden Trichoptera fue el que presentó mayor número de familias dentro del cual se encontró a Hydropsychidae, Hidrobiosidae, Leptoceridae, Philopotamidae y Glossosomatidae; mientras que para Ephemeroptera se encontró las familias Oligoneuridae, Baetidae, Leptohyphidae y Leptophlebiidae. Cabe recalcar que las familias citadas anteriormente en su mayoría son indicadoras de aguas limpias ya que poseen altas valoraciones por la sensibilidad que presentan frente a la contaminación.

En menor número se encontró el orden Coleoptera con dos familias Oligoneuridae y Baetidae, de los Plecoptera la única familia registrada fue Perlidae mientras que de Neuroptera fue Corydalidae y Hemiptera con Naucoridae (cuadro 18).

Cuadro 18. Composición de las comunidades de macroinvertebrados de la quebrada Guayzimi.

| <b>ORDEN</b>  | <b>FAMILIA</b>  | <b>N.- de Individuos</b> |
|---------------|-----------------|--------------------------|
| TRICHOPTERA   | Hydropsychidae  | 16                       |
| TRICHOPTERA   | Glossosomatidae | 93                       |
| TRICHOPTERA   | Leptoceridae    | 33                       |
| TRICHOPTERA   | Hidrobiosidae   | 12                       |
| TRICHOPTERA   | Philopotamidae  | 1                        |
| EPHEMEROPTERA | Oligoneuridae   | 9                        |
| EPHEMEROPTERA | Baetidae        | 93                       |
| EPHEMEROPTERA | Leptohiphidae   | 45                       |
| EPHEMEROPTERA | Leptophlebiidae | 8                        |
| PLECOPTERA    | Perlidae        | 138                      |
| COLEOPTERA    | Psephenidae     | 47                       |
| COLEOPTERA    | Elmidae         | 9                        |
| NEUROPTERA    | Corydalidae     | 9                        |
| HEMIPTERA     | Naucoridae      | 4                        |
| <b>TOTAL</b>  |                 | <b>517</b>               |

La familia que presenta mayor abundancia es Perlidae del orden Plecoptera con 138 individuos seguida de Baetidae y Glossosomatidae con 93 individuos cada una, mientras que la familia de menor abundancia fue Philopotamidae con un solo individuo lo cual se puede observar representado en la figura 16.

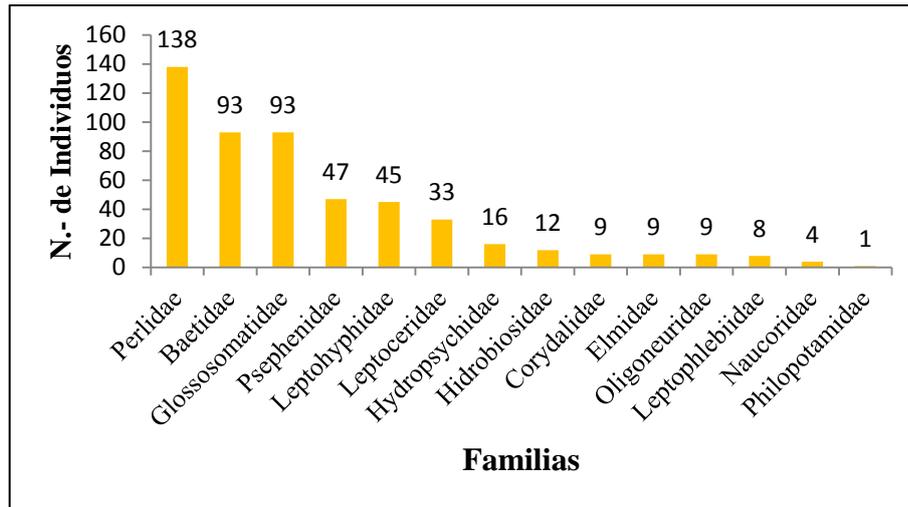


Figura 16. Familias de macroinvertebrados acuáticos que presentan mayor número de individuos registrados.

La figura 17 muestra el número de familias registradas por sitio de estudio donde el sitio denominado SA-G3 presento la mayor cantidad de familias 13 en total, seguido por el sitio SM-G2 con 7 familias y finalmente SB-G3 con 6 familias, donde las familias mejor representadas fueron Baetidae del orden Ephemeroptera, Glossosomatidae del orden Trichoptera y Perlidae del orden Plecoptera, estas tres familias se registraron mayoritariamente en el sitio SA-G3. En cuanto a los órdenes se presentaron igual número tanto para sitio SB-G1 como para SA-G3 con 6 órdenes cada uno mientras que para SM-G2 se registró la presencia de 5 órdenes.

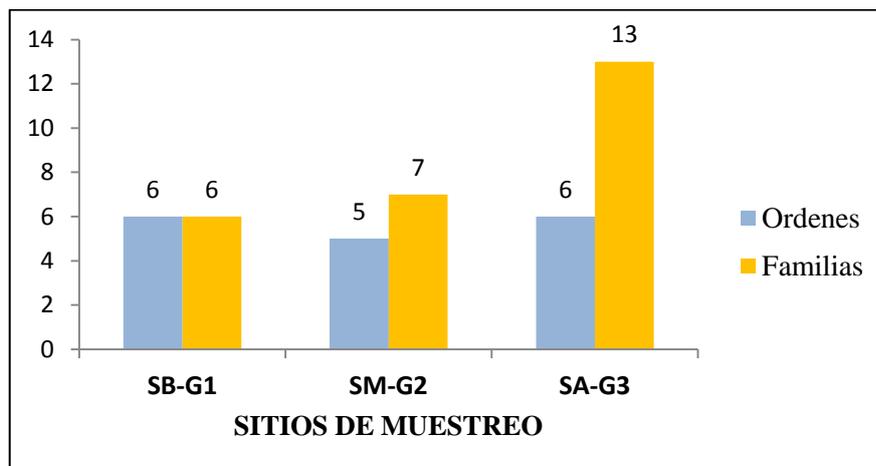


Figura 17. Numero de órdenes y familias de macroinvertebrados presentes en cada sitio de estudio.

#### **4.1.4. Estado de Conservación de las Especies de Aves y Anfibios Registradas en los Sitios de Estudio de la Microcuenca Guayzimi**

El estado de conservación de las especies de aves inventariadas en la microcuenca Guayzimi según la Lista Roja de Aves del Ecuador indica que, de las 84 especies registradas dos de ellas *Pyrrhura albipectus* (Perico pechiblanco) y *Galbula pastazae* (Jacamar pechicobrizo) se encuentran como vulnerables indicándose por consiguiente que se están enfrentando a un riesgo alto de extinción en estado silvestre. Por otro lado las 82 especies restantes se encuentran como no evaluadas, en vista de que no se han clasificado dentro de ninguna categoría de amenaza (Anexo 3).

Con respecto al estado de conservación de anfibios de la microcuenca Guayzimi, de las 24 especies registradas 11 de ellas se encuentran como preocupación menor según la categorización de Amphibia Web, mientras que las especies restantes (*pristimantis*), no se encuentran evaluadas en vista de que no se pudo identificar a nivel de especies por lo que se dificulta conocer su estado de conservación y podría tratarse de especies nuevas para la ciencia. (Anexo 4).

#### **4.2. ESPECIES INDICADORAS PARA EL MONITOREO BIOLÓGICO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DE LA MICROCUENCA GUAYZIMI**

##### **4.2.1. Especies de Aves como Indicadoras de la Calidad Ambiental de la Microcuenca Guayzimi**

Con respecto a las especies de aves como indicadoras, de las 84 variedades se seleccionó a tres especies que se presenta como buenos indicadores tal es el caso de: *Tangara chilensis*, *Ramphocelus carbo* y *Thraupis palmarum* en virtud de que estas cumplieron con los criterios de evaluación alcanzando una calificación de 8 (cuadro 19), ver cuadro completo en anexo 5. En el caso de *Pyrrhura albipectus* a pesar de obtener una calificación de 8 no puede ser considerado como un buen indicador debido a que esta especie presenta un amplio rango de distribución.

Cuadro 19. Calificación de los criterios para la selección de especies indicadoras.

| ESPECIES                   | CRITERIOS DE EVALUACIÓN            |                                 |   |   |   | TOTAL CRITERIOS |
|----------------------------|------------------------------------|---------------------------------|---|---|---|-----------------|
|                            | Taxonomía bien conocida y estable. | Historia natural bien conocida. | Taxones superiores con distribución en un amplio rango geográfico | Abundantes y de fácil observación y manipulación. | Taxones inferiores con especificidad de hábitat y sensibles a cambios |                 |
| <i>Tangara chilensis</i>   | 2                                  | 1                               | 2   | 2   | 1   | 8               |
| <i>Ramphocelus carbo</i>   | 2                                  | 1                               | 2   | 2   | 1   | 8               |
| <i>Thraupis palmarum</i>   | 2                                  | 1                               | 2   | 2   | 1   | 8               |
| <i>Pyrrhura albipectus</i> | 2                                  | 1                               | 1   | 2   | 2   | 8               |

#### 4.2.2. Especies de Anfibios como Indicadores de la Calidad Ambiental de la Microcuenca Guayzimi

De las 23 especies registradas se seleccionó a tres de ellas como buenos indicadores ya que cumplieron con los criterios de evaluación y obtuvieron el mayor puntaje con una calificación de 8, las especies seleccionadas son: *Rulyrana flavopunctata*, *Leptodactylus wagneri* e *Hypsiboas calcaratu*.

Si bien existen otras variedades que obtuvieron igual calificación como es el caso de *Rhinella marina* no se puede usar como indicador debido a que esta es una especie introducida y por tanto catalogada como invasora. Por consiguiente se eligió a las especies nombradas anteriormente en virtud de que se buscó tomar en cuenta como indicadores tanto especies arborícolas como también de hábitats terrestres y finalmente la facilidad para ser identificadas en el campo. En el cuadro 20 se puede observar los valores alcanzados por cada una de las especies evaluadas.

Cuadro 20. Calificación de las especies indicadoras según los criterios de evaluación.

| ESPECIES                          | CRITERIOS DE EVALUACIÓN            |                                 |   |   |   |                                    | TOTAL CRITERIOS |
|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|---|---|---|------------------------------------|-----------------|
|                                   | Taxonomía bien conocida y estable. | Historia natural bien conocida. | Taxones superiores con distribución en un amplio rango geográfico | Abundantes y de fácil observación y manipulación. | Taxones inferiores con especificidad de hábitat y sensibles a cambios | Sensibilidad a cambios ambientales |                 |
| <i>Rhinella marina</i>            | 1                                  | 2                               | 1   | 2   | 1   | 1                                  | 8               |
| <i>Hypsiboas calcaratus</i>       | 2                                  | 2                               | 1   | 1   | 1   | 1                                  | 8               |
| <i>Leptodactylus wagneri</i>      | 2                                  | 2                               | 1   | 1   | 1   | 1                                  | 8               |
| <i>Osteocephalus planiceps</i>    | 2                                  | 1                               | 1   | 1   | 1   | 2                                  | 8               |
| <i>Hypsiboas lanciformis</i>      | 2                                  | 2                               | 1   | 1   | 1   | 1                                  | 8               |
| <i>Rulyrana flavopunctata</i>     | 1                                  | 2                               | 1   | 1   | 1   | 2                                  | 8               |
| <i>Lithodytes lineatus</i>        | 2                                  | 1                               | 1   | 1   | 1   | 1                                  | 7               |
| <i>Pristimantis altamazonicus</i> | 2                                  | 1                               | 1   | 1   | 1   | 1                                  | 7               |
| <i>Rhinella Margaritifera</i>     | 1                                  | 2                               | 1   | 1   | 1   | 1                                  | 7               |
| <i>Pristimantis sp. 1</i>         | 1                                  | 1                               | 1   | 1   | 1   | 1                                  | 6               |
| <i>Pristimantis sp. 2</i>         | 1                                  | 1                               | 1   | 1   | 1   | 1                                  | 6               |
| <i>Pristimantis sp. 3</i>         | 1                                  | 1                               | 1   | 1   | 1   | 1                                  | 6               |
| <i>Pristimantis sp. 4</i>         | 1                                  | 1                               | 1   | 1   | 1   | 1                                  | 6               |
| <i>Pristimantis sp. 5</i>         | 1                                  | 1                               | 1   | 1   | 1   | 1                                  | 6               |
| <i>Pristimantis sp. 6</i>         | 1                                  | 1                               | 1   | 1   | 1   | 1                                  | 6               |
| <i>Pristimantis sp. 7</i>         | 1                                  | 1                               | 1   | 1   | 1   | 1                                  | 6               |
| <i>Pristimantis sp. 8</i>         | 1                                  | 1                               | 1   | 1   | 1   | 1                                  | 6               |
| <i>Pristimantis sp. 9</i>         | 1                                  | 1                               | 1   | 1   | 1   | 1                                  | 6               |
| <i>Pristimantis sp. 10</i>        | 1                                  | 1                               | 1   | 1   | 1   | 1                                  | 6               |
| <i>Pristimantis sp. 11</i>        | 1                                  | 1                               | 1   | 1   | 1   | 1                                  | 6               |
| <i>Pristimantis sp. 12</i>        | 1                                  | 1                               | 1   | 1   | 1   | 1                                  | 6               |
| <i>Rhinella festae</i>            | 1                                  | 1                               | 1   | 1   | 1   | 1                                  | 6               |

#### 4.2.3. Macroinvertebrados como Indicadores de la Calidad del Agua de la Quebrada Guayzimi

Se registró un total de 14 familias indicadoras de calidad del agua, las mismas que poseen un valor de sensibilidad que va del 1 a 10 (anexo 1), donde las familias con un valor de 10 facilitan un indicativo de mejor calidad biológica del agua, tal como se presenta en el cuadro 21, la cual consta del orden, la familia y el valor como bioindicador.

Se registró tres familias con calificaciones de 10 tal es el caso de Oligoneuridae (EPHEMEROPTERA), Psephenidae (COLEOPTERA) y Perlidae (PLECOPTERA), las mismas que se presentaron mayoritariamente en la parte alta de la quebrada que fue tomada como sitio de control lo cual ayuda a ratificar que estas aguas son limpias, sin embargo también se registró una familia que indica la presencia de aguas de dudosa calidad como el caso de Hydropsychidae con un valor de sensibilidad de 5.

Cuadro 21. Valores de sensibilidad de cada una de las familias registradas.

| <b>ORDEN</b>  | <b>FAMILIA</b>  | <b>VALOR</b> |
|---------------|-----------------|--------------|
| EPHEMEROPTERA | Oligoneuridae   | 10           |
| COLEOPTERA    | Psephenidae     | 10           |
| PLECOPTERA    | Perlidae        | 10           |
| TRICHOPTERA   | Leptoceridae    | 9            |
| TRICHOPTERA   | Hidrobiosidae   | 9            |
| EPHEMEROPTERA | Leptophlebiidae | 9            |
| TRICHOPTERA   | Philopotamidae  | 8            |
| TRICHOPTERA   | Glossosomatidae | 7            |
| EPHEMEROPTERA | Baetidae        | 7            |
| EPHEMEROPTERA | Leptohyphidae   | 7            |
| HEMIPTERA     | Naucoridae      | 7            |
| COLEOPTERA    | Elmidae         | 6            |
| NEUROPTERA    | Corydalidae     | 6            |
| TRICHOPTERA   | Hydropsychidae  | 5            |

#### 4.2.3.1. Análisis de la calidad biológica del agua de la quebrada Guayzimi

En el presente estudio se aplicó el índice BMWP, el cual demostró que la quebrada Guayzimi tanto en la parte media como en la parte baja posee agua de regular calidad con un valor de BMWP de 53 y 41 respectivamente.

Únicamente el sitio denominado SA-G3 y que se estableció como sitio de control registró un valor de 102 considerado como agua de muy buena calidad como se puede observar en la figura 18, cabe señalar que en este sitio es donde se presentó la mayor cantidad de individuos pertenecientes a familias indicadoras de aguas limpias como perliidae presentando 91 individuos, contrario a esto sucedió para la parte media y baja disminuyendo considerablemente los individuos de las diferentes familias en el caso de perliidae para el sitio denominado SB-G1 se registró 3 individuos.

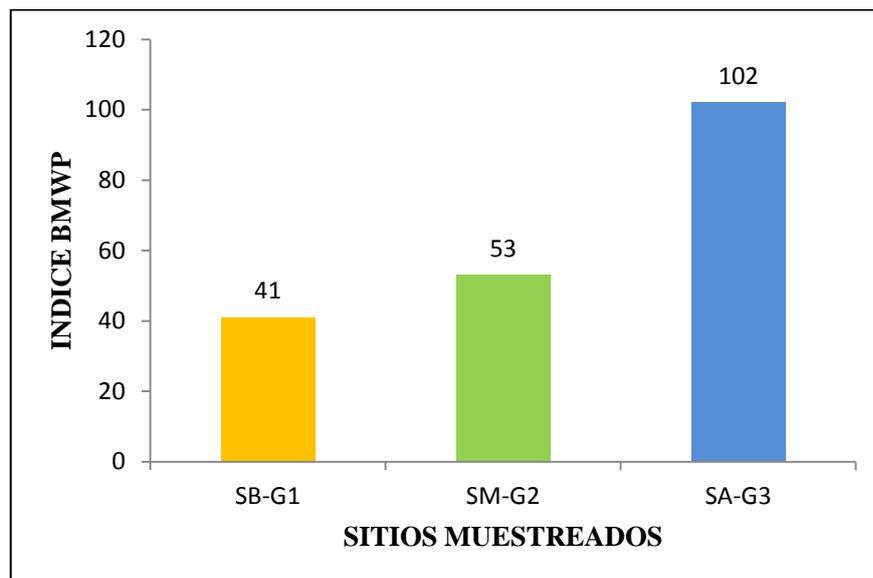


Figura 18. Valores del índice BMWP para cada sitio de estudio.

### **4.3. PLAN DE MONITOREO AMBIENTAL PARA LA MICROCUENCA GUAYZIMI**

#### **4.3.1. Introducción**

Actualmente el cantón Nangaritza ha tenido un gran crecimiento económico vinculado al desarrollo del sector productivo y en particular el sector agropecuario y minero. Esto trae consigo un aumento de emprendimientos que, por sus características, generan impactos y efectos ambientales que hay que atender de forma especial para garantizar un desarrollo sustentable. Muchos de estos emprendimientos productivos se encuentran en la microcuenca de la quebrada Guayzimi. Esta quebrada y sus afluentes son la fuente de agua para la actividad piscícola, y ganadera, además sirve como zona para la recreación de la población y visitantes, generando rentas económicas ya que se constituye en atractivo turístico.

Por lo expuesto anteriormente y en vista de que se ha podido evidenciar diversas actividades productivas y en mayor escala mineras así como descargas de aguas residuales en la quebrada Guayzimi es importante formular un plan de monitoreo que permita establecer parámetros para el seguimiento de la calidad ambiental de la microcuenca que podría verse afectada por la ejecución de las diferentes actividades productivas. Además este plan permitirá evaluar periódicamente los cambios ambientales que pudieran ser ocasionados por cualquier tipo de perturbación, con la finalidad de sentar una base y aplicar a partir de esto medidas de conservación.

A continuación se presentan los objetivos derivados del estudio.

#### **Objetivo General**

- Contribuir con el monitoreo ambiental de los recursos hídricos de la Parroquia Guayzimi.

### **Objetivos específicos**

- Facilitar al GAD del cantón Nangaritza una herramienta de monitoreo ambiental de bajo costo y fácil aplicación.
- Realizar un monitoreo ambiental de la biodiversidad en la quebrada Guayzimi, mediante el uso de especies o grupos faunísticos indicadores.
- Establecer medidas de manejo y conservación de la quebrada Guayzimi a partir de los monitoreos ambientales.

#### **4.3.2. Generalidades para el Monitoreo Biológico de la Microcuenca Guayzimi**

El monitoreo a realizarse en la microcuenca Guayzimi está basado en los datos obtenidos en el presente estudio donde se ha definido las especies indicadoras y susceptibles a ser monitoreadas las mismas que permitirán evaluar los cambios ambientales y de igual manera posibilitar la valoración de los impactos generados por diferentes tipos de disturbios.

Las especies o grupos faunísticos propuestos como indicadores incluyen los siguientes: Aves, Anfibios y Macroinvertebrados, para cada grupo se utilizará metodologías y técnicas de muestreo diferentes y por separado de igual manera el muestreo se lleva a cabo en distintos los horarios de actividad para cada grupo faunístico.

Se utilizarán los puntos y transectos de monitoreo ya establecidos y que fueron utilizados para el desarrollo del presente estudio los mismos que quedarán de forma permanente para los siguientes monitoreos.

#### **4.3.3. Ambientes del Monitoreo**

Se trabajará en los mismos ambientes de monitoreo establecidos para el presente estudio. Los puntos están ubicados a lo largo de la quebrada Guayzimi en las zonas baja, media y alta de la microcuenca.

El primer punto denominado SB-G1 ubicado en la parte baja de la microcuenca Guayzimi y que corresponde a una zona mayormente intervenida y dominada en su totalidad por pastizales, este sitio representa una zona de alto impacto ya que se encuentra prácticamente en la ciudad de tal manera que es donde más actividades agro productivas se realizan así como también se constituye en el sitio de descargas clandestinas de aguas residuales.

El segundo punto denominado SM-G2 localizado en la parte media de la microcuenca y se caracteriza por poseer un cierto grado de intervención compuesto principalmente por bosque secundario y pastizales, este sitio es importante debido a que sirve como refugio para aves y anfibios por presentar vertientes de agua y debido a que la mayoría de finqueros han optado por conservar los bosques.

Finalmente el tercer punto de muestreo denominado SA-G3 se encuentra en la parte alta de la microcuenca donde predominan bosques primarios además de poseer vertientes de aguas claras y permanentes, constituyéndose en un sitio de control.

#### **4.3.4. Duración de los Monitoreos**

El monitoreo deberá llevarse a cabo durante 6 días por sitio de estudio para el caso de aves y anfibios en lo que respecta a macroinvertebrados deberá realizarse en dos días diferentes.

#### **4.3.5. Grupos Faunísticos Monitoreados**

##### **4.3.5.1. Monitoreo de la ornitofauna**

El uso de las aves como indicadores de cambios ambientales se fundamenta en que estas conforman el taxón más variado además de que su ecología, comportamiento, biogeografía y taxonomía son bien conocidos. Por otro lado su ubicación en la cadena trófica las hace susceptible de ser afectadas por una gran variedad de factores (Ojasti, 2000).

El monitoreo de la ornitofauna permitirá evaluar posibles fluctuaciones en la riqueza, abundancia, y composición de la comunidad de aves en los sitios de monitoreo, esta valoración ayudará a determinar el grado de afectación de las actividades que se realizan en la microcuenca sobre la ornitofauna así como también mejorará la toma de decisiones pertinentes para la conservación de las especies afectadas.

#### **4.3.5.1.1. Estaciones de monitoreo**

El monitoreo de aves se realizara en los sitios preestablecidos es decir sitio bajo (SB-G1), sitio medio (SM-G2) y sitio alto (SA-G3); en cada sitio de estudio se encuentran instauradas 6 estaciones de monitoreo divididas en 2 puntos de observación y 4 sitios donde deberán ser colocadas las redes de neblina, estas 6 estaciones se encuentran abarcando la mayor área posible de la microcuenca.

#### **4.3.5.1.2. Metodología y parámetros de monitoreo**

A continuación se presentan la metodología a seguir para el registro de la ornifauna de la microcuenca Guayzimi.

#### **4.3.5.1.3. Métodos de muestreo**

Para el monitoreo se usara la combinación de dos técnicas de muestreo esto permitirá ampliar el registro de aves que se encuentran confinadas a las copas de los árboles o que no pudieron ser capturadas en las redes, las técnicas empleadas son Puntos de Observación y captura con Redes de Neblina.

##### **➤ Método de puntos de observación**

Esta técnica consiste en observar las aves desde un punto determinado por espacio de 20 minutos y se registrará el número de especies y el número de individuos. Para el efecto se utilizara binoculares Bushnell 8 x 42, mientras que para el reconocimiento de individuos registrados en el campo mediante ambas técnicas se usara la Guía de Campo para la identificación de Aves del Ecuador.

➤ **Método de Captura con Redes de Neblina**

Para la captura de aves se utilizará 4 redes de neblina 2 de 6 metros y 2 de 12 metros por cada sitio de muestreo. Las redes estarán hábiles durante las primeras horas de la mañana es decir de 06h00 a 09h00 y de 15h00 a 18h00. Las redes deberán comenzar a abrirse durante los 15 minutos siguientes a la hora oficial del amanecer local, y se deberá revisar cada 45 minutos.

**4.3.5.1.4. Parámetros de monitoreo**

Con los datos obtenidos en el campo se calculara Se evaluará la riqueza de especies, la abundancia relativa, el índice de Shannon-Wiener, el índice de Chao 1, además del análisis de estimación a partir de la curva de acumulación de especies y finalmente los índices de similitud de Sorensen y Jaccard.

**4.3.5.1.5. Equipo responsable**

El equipo responsable del monitoreo estará a cargo de un profesional en biología con experiencia en monitoreos de aves.

**4.3.5.1.6. Indicadores biológicos**

Las especies seleccionadas como indicadoras para el monitoreo biológico son: *Tangara chilensis*, *Ramphocelus carbo* y *Thraupis palmarum*. A continuación se presentan las fichas técnicas de las tres especies indicadoras establecidas para el monitoreo (figura 19).

|  |  |  |
|--|--|--|
| <p><b><i>Tangara chilensis</i></b><br/><b>TRAUPIDAE</b></p> <p><b>Descripción</b><br/>Tiene cabeza de color verde, parte inferior del cuerpo azul y superior negro, parte de la espalda baja color rojo.<br/>Se encuentra en bosques tropicales y subtropicales húmedos de la cuenca occidental del Amazonas.</p>  | <p><i>Categoría de amenaza:</i><br/><b>No Evaluado</b></p>   |   |
|   | <p><b><i>Tangara palmarum</i></b><br/><b>TRAUPIDAE</b></p> <p><b>Descripción</b><br/>En su cabeza presenta tonos almonados, su cuerpo es de color oliva grisáceo, la mitad distal de las alas es negra.<br/>Habita en bosques húmedos de tierras bajas donde se observa en el dosel y en bordes.</p> | <p><i>Categoría de amenaza:</i><br/><b>No Evaluado</b></p>                           |
| <p><b><i>Ramphocelus carbo</i></b><br/><b>TRAUPIDAE</b></p> <p><b>Descripción</b><br/>Los machos son de plumaje color negro con garganta y pecho color rojo. El pico es negro en la parte superior mientras que la mandíbula inferior es blanca plateada. El plumaje de la hembra es más opaco, y el pico negro.<br/>Se encuentran en áreas semi-abiertas.</p> | <p><i>Categoría de amenaza:</i><br/><b>No Evaluado</b></p>   |  |

Figura 19. Especies de aves indicadoras para el monitoreo de la calidad ambiental.

#### 4.3.5.2. Monitoreo de la herpetofauna

Los anfibios representan un grupo importante a tomar en cuenta cuando se requiere evaluar la calidad ambiental de un sitio determinado debido a sus características ecológicas que les hace sensibles ante cualquier modificación del ambiente (Acosta 2009).

##### 4.3.5.2.1. Estaciones de monitoreo

El monitoreo será realizado en los tres sitios de la microcuenca, para cada sitio se encuentran establecidos dos transectos de 100 metros de largo por 4 metros de ancho. Uno de los transectos se encuentra continuo a la quebrada Guayzimi y el otro transecto se encuentra paralelo al primero.

#### **4.3.5.2.2. Métodos de muestreo**

En los transectos establecidos previamente (100 metros de largo por 4 metros de ancho) para el presente estudio, se realizara el monitoreo buscando minuciosamente ejemplares de anfibios, es decir debajo de troncos, piedras, hojarasca, en arbustos, etc., este muestreo se llevara a cabo por un tiempo aproximado de dos horas por las noches de 19h00 a 21h00. Para la identificación se utilizará el libro de Anfibios del Ecuador y algunas claves taxonómicas.

#### **4.3.5.2.3. Parámetros de monitoreo**

Se evaluará la riqueza de especies, la abundancia relativa, el índice de Shannon-Wiener, el índice de Chao 1, además del análisis de estimación a partir de la curva de acumulación de especies y finalmente los índices de similitud de Sorensen y Jaccard.

#### **4.3.5.2.4. Equipo responsable**

El equipo responsable del monitoreo estará a cargo de un profesional en biología con experiencia en monitoreos de anfibios.

#### **4.3.5.2.5. Indicadores biológicos**

Las especies seleccionadas como indicadoras para el monitoreo biológico son: *Rulyrana flavopunctata*, *Leptodactylus wagneri* e *Hypsiboas calcaratu*. A continuación se presentan las fichas técnicas de las tres especies indicadoras establecidas para el monitoreo (figura 20).



Figura 20. Especies de anfibios indicadores para el monitoreo de la calidad ambiental.

#### 4.3.5.3. Monitoreo de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos

El monitoreo de los macroinvertebrados es uno de los mecanismos más idóneos para la evaluación ecológica del estado de salud de un ecosistema acuático en vista de que dichos organismos se encuentran adaptados a ciertas exigencias ambientales que se presentan en sus hábitats, de tal manera que de ocurrir un cambio en las condiciones ambientales se reflejará en la estructura y composición de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos que allí habitan (Terneus *et al.*, 2012).

##### 4.3.5.3.1. Estaciones de monitoreo

El monitoreo deberá ser realizado en los tres sitios de muestreo, en cada sitio se realizara a su vez tres tomas de muestras de macroinvertebrados acuáticos, uno en la parte derecha otro en la parte central y un último en la parte izquierda de

la quebrada. Se debe tomar una réplica en los mismos puntos de muestreo siguiendo el mismo procedimiento pero en días diferentes.

#### **4.3.5.3.2. Método de muestreo**

Para el registro de macroinvertebrados acuáticos se utilizara una red de patada, esta técnica consiste en colocar la red en contra corriente mientras una persona patea el fondo de la quebrada por un tiempo determinado levantando piedras, tierra y hojarasca, se recoge en la red los macroinvertebrados y seguidamente se depositan en un recipiente para facilitar la identificación, para esto se utilizara la Guía de Identificación de Macroinvertebrados Acuáticos.

#### **4.3.5.3.3. Parámetros de monitoreo**

Los parámetros a ser monitoreados son: riqueza específica, índice de Shannon-Wiener, el índice de Chao 1, además se calculará el valor del índice BMWP basado principalmente en la presencia ausencia de macroinvertebrados acuáticos bioindicadores de la calidad del agua.

#### **4.3.5.3.4. Equipo responsable**

El equipo responsable de este monitoreo estará a cargo de un profesional con experiencia macroinvertebrados acuáticos.

#### **4.3.5.3.5. Indicadores biológicos**

A partir de los macroinvertebrados acuáticos registrados en el presente estudio se realizaran los nuevos registros poniendo hincapié en la presencia o ausencia de estos organismos, a continuación se presenta en el cuadro... los macroinvertebrados a ser monitoreados y sus respectivos valores de sensibilidad.

#### **4.3.5.3.6. Responsable**

Los responsables de ejecutar el presente Plan de Monitoreo de la microcuenca Guayzimi es GAD del cantón Nangaritza a través del director del Departamento de Medio Ambiente.

#### 4.3.7. Indicadores de cumplimiento

- Número de redes instalas.
- Número de focos de contaminación detectados.
- Número de muestreos de macroinvertebrados realizados.

#### 4.3.8. Presupuesto

En el cuadro 22 se presenta el presupuesto estimado que será utilizado para la realización del monitoreo biológico.

Cuadro 22. Presupuesto estimado que será utilizado para la realización del monitoreo biológico.

| Rubros   | Descripción                                     | Cantidad. | Unidad           | Valor Unitario | Financiamiento | Sub Total    |
|--|---|-----------|------------------|----------------|----------------|--------------|
| Movilización   | Pasajes   | 6         | Pasajes          | 5              | 30             | 30           |
| Alimentación   | Alimentación / 2 personas/6 días                | 18        | Alimentación/día | 3              | 48             | 48           |
| Materiales de campo usadas para cada actividad del monitoreo tanto para anfibios, aves y macroinvertebrados. | Alquiler Redes de neblina                       | 9         | Redes de neblina | 40             | 360            | 360          |
|  | Alquiler Fundas de tela                         | 25        | Fundas de tela   | 1              | 25             | 25           |
|  | Fundas plásticas                                | 1         | Paquete          | 3              | 3              | 3            |
|  | Pinzas metálicas                                | 1         | Pinzas           | 2              | 2              | 2            |
|  | Alquiler de Guías de identificación de especies | 3         | Guías            | 15             | 45             | 45           |
|  | Piola   | 10        | Rollo            | 3              | 30             | 30           |
|  | Flexómetro                                      | 1         | Flexómetro 200m  | 2              | 2              | 2            |
|  | Alquiler Redes de patada                        | 1         | Redes de patada  | 20             | 20             | 20           |
|  | Alquiler de Binoculares                         | 1         | Binoculares      | 50             | 50             | 50           |
|  | Alquiler de Cámara                              | 1         | Cámara           | 200            | 200            | 200          |
|  | Botas   | 1         | Par              | 8              | 8              | 8            |
| Machete y alcohol  | 1   | Machete   | 4                | 4              | 4              |              |
| Equipos  | Uso GPS   | 1         | Equipo           | 50             | 50             | 50           |
|  | Uso Estereomicroscopio                          | 1         | Equipo           | 200            | 200            | 200          |
|  |   |           |                  | <b>TOTAL</b>   |                | <b>1 077</b> |

## **5. DISCUSIÓN**

A continuación se presenta la discusión del estudio la cual se basa en el análisis de los resultados obtenidos.

### **5.3. ESPECIES Y GRUPOS DE ANFIBIOS, AVES Y MACROINVERTEBRADOS EXISTENTES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA QUEBRADA GUAYZIMI**

#### **5.3.7. Composición de la Avifauna en el Área de Influencia de la Quebrada Guayzimi**

A nivel nacional los ecosistemas del sur del Ecuador son los que presentan mayor índice de diversidad (Mena, 2005; Cuvi y Caranqui, 2010) esto debido a que se encuentra en la formación fitogeográfica de Huancabamba y posee una variabilidad climática definida por las corrientes fría de Humboldt y cálida del Niño (Bussmann, 2005), esta variabilidad del clima hace que se presenten condiciones ambientales para cada ecosistema posibilitando que la diversidad de especies difiera de un lugar a otro.

En el presente estudio se registró 85 especies de aves lo que representa el 5,2% del total de avifauna del Ecuador, no obstante en comparación con los registros de aves para Nangaritza la microcuenca Guayzimi alberga una riqueza que constituye aproximadamente el 46% de la avifauna registrada para este cantón tomando como referencia el estudio realizado por Conservación Nacional (2009) donde se registraron 185 especies, cabe recalcar que dicha evaluación fue realizada para el área de conservación los Tepuyes donde la vegetación está dominada por herbazales y arbustos (Montalvo, 2012).

Sin embargo aún es muy poco lo que se conoce sobre avifauna en el cantón, la mayor parte de investigaciones se centran en áreas específicas de la cordillera del Cóndor, tal es el caso del inventario de especies de las zonas La Punta y Chinapintza publicado por Krabbe y Sornoza citado por Montalvo (2012) el sitio presenta un rango altitudinal y zonas de vida similar al área del presente estudio, en este lugar los investigadores registraron 114 especies de aves, en

relación a este inventario, la riqueza de aves de la microcuenca Guayzimi representa el 74,5%. Otro de los estudios es el generado por el proyecto Exploración de las Aves de la Cordillera del Cóndor donde se encontraron 613 especies.

Empero, no se podría hablar de diferencias significativas en cuanto a riqueza y abundancia del sitio de estudio y las investigaciones realizadas a lo largo de la Cordillera del Cóndor debido a la heterogeneidad de las metodologías aplicadas, variación en los tiempos de muestreo, área muestreada y esfuerzo de muestreo, lo cual genera variación en la detectabilidad de los especímenes, por cuanto se esperaría encontrar mayor cantidad de especies en la zona de estudio.

En la microcuenca Guayzimi existen problemas como la deforestación para extracción de madera y establecimiento de pastizales, la agricultura, la minería ilegal, entre otras, las cuales ponen en riesgo la salud del ecosistema (Gad Nangaritza, 2011), estas actividades se llevan realizando por más de tres décadas estaría influyendo de alguna manera en la presencia o ausencia de poblaciones de aves, ya que estas actividades se constituyen en amenazas que crean presión y estrés en estos organismos, en la diversidad de formas de vida, BirdLife International (2008), además han producido que cada vez se reduzcan los hábitats haciendo que estos organismos se desplacen a otros lugares con condiciones similares a las de sus anteriores entornos.

En torno a lo señalado anteriormente Villegas y Garitano-Zabala (2008) menciona que las aves pueden indicarnos ciertas características del hábitat, su presencia o ausencia puede ayudar a discernir patrones o umbrales de impactos ambientales, puesto que algunas especies persisten a lo largo de gradientes de disturbio mientras que otras desaparecen. Kaffer (2008) concuerda con dicha aseveración y agrega que existen algunas especies que están altamente especializadas para habitar ambientes específicos y su presencia o ausencia es una herramienta útil para estimar la integridad ecológica de un área.

En este sentido la presencia de *Crotophaga ani* que fue registrada en la parte baja de la microcuenca y unos pocos en la parte media, nos da un indicativo

del estado de salud del ecosistema ya que la especie se encuentra principalmente en pastizales y zonas totalmente despejadas (Granados, 2010) donde se las puede observar junto al ganado vacuno. Entre otras especies se registró *Thraupis episcopus coelestis* misma que se relaciona directamente con sitios cercanos a viviendas, jardines, áreas cultivadas etc., estos individuos están bien adaptados a la convivencia con humanos y animales domésticos (Rodríguez *et al.*, 2011).

De igual manera en la parte alta de la microcuenca donde la intervención humana es menor y aun se puede observar grandes extensiones de bosque primario, secundario y aguas cristalinas se encontró especies como: *Tangara chilensis*, *Thraupis palmarum*, *Tangara chrysotis*, *Tangara gyrola*, entre otras cuyos hábitats son principalmente bosques densos o semi abiertos (Moreno, 2011).

En cuanto a la riqueza específica de cada sitio de estudio (SB-G1, SM-G2, SA-G3), se encontró que prácticamente no existe diferencia en cuanto al número de especies, principalmente entre SB-G1 y SA-G3 con 31 y 32 especies respectivamente, esto puede deberse a que en la parte alta de la microcuenca se están llevando a cabo actividades como la extracción de madera y minería para lo cual utilizan maquinaria que produce altos niveles de ruido causando estrés en las aves, además se destruye sus hábitats lo que hace que estas se desplacen a otros sitios o se posen en lugares de difícil avistamiento, por otra parte la zona baja de la microcuenca está constituida por pastizales y parcelas agrícolas lo cual puede influir en la presencia de ciertas especies. Rosselli (2011) menciona en su estudio que la presencia de vías, construcciones y usos del suelo afecta un área alrededor de 500m y puede llegar hasta 2Km.

En la parte media (SM-G2) se registró 49 especies, este aumento en número puede deberse a que la zona se encuentra rodeada de bosque al que se lo ha destinado a la conservación, por lo que no se realiza ningún tipo de actividad extractiva sino más bien sirve como refugio para los animales, además de poseer un conjunto de hábitats. Rosselli (2011) mencionar que se han identificado una serie de factores del hábitat que están más relacionan con la presencia de las aves, entre ellos está los diferentes tipos de cobertura, ya que las aves aparentemente

distinguen sus hábitats con base en las características estructurales (Villarreal, 2006); y más importante es la forma y estructura de la vegetación de un sitio determinado que las especies mismas que la componen.

Muchos estudios revelan que las actividades de construcción, mineras, apertura de vías destrucción de bosques, etc., causa un decrecimiento en la abundancia de aves (Clergeau *et al.*, 2001; Leveau y Leveau, 2004). Lo cual discrepa con los resultados obtenidos puesto que en el presente estudio se registró diferencias entre los sitios, donde el sitio SB-G1 (que es el lugar donde existe mayor actividad antropogénicas), registra el mayor número de individuos (423), esto puede estar relacionado con las fechas de muestreo las cuales coincidieron con el florecimiento de los porotillos (*Erythrina velutina*) cuyas flores son el alimento de varias especies como es el caso de *Aratinga leucophthalmus* que fue la que presento mayor abundancia.

Así mismo la vegetación dominante de este sitio son las palmeras por lo que se registró un alto número de *Cacicus cela cela* las cuales construyen sus nidos en las hojas de esta planta, además existen pequeños relictos de bosque que pueden servir de hábitat para las aves. Los resultados de Leveau y Leveau (2004), muestran que en un estudio de aves en zona suburbana y periurbana no existen diferencias significativas de abundancia, riqueza y diversidad de aves; pero sí encontraron contrastes entre estas dos zonas y la zona urbana, lo que sugiere que si se realiza censos en el pueblo propiamente dicho, la abundancia de aves habría sido bastante menor.

Por otro lado el número total de especies (85) y la abundancia de individuos (898) reflejan la alta diversidad de aves en la zona de estudio. Cabe mencionar que el esfuerzo de muestreo no fue enfocado en detectar el mayor número de especies, sino tener una idea general de la comunidad de aves de la microcuena. Así mismo es importante tomar en consideración la diversidad taxonómica presentada, ya que, a pesar de que algunas de las familias presentaron una sola especie, se detectaron 26 familias en 7 órdenes. Estos datos reflejan la importancia del ecosistema para el mantenimiento y la conservación de las poblaciones de aves de la región.

Los tres sitios de estudio de la microcuenca Guayzimi son disimiles en cuanto a la composición de especies de acuerdo al índice de Jaccard, sin embargo al aplicar el índice de Sorensen se establece una similitud media entre el SM-G2 y SA-G3, estas posibles disimilitudes estarían relacionadas con la diferencias en cuanto a la composición de los hábitats de cada sitio (Kepfer, 2008), puesto que las especies encontradas en cada zona estudiada la mayor parte son especialistas es decir que en el caso de la parte baja se encontró especies que prosperan en hábitats intervenidos o que requieren como alimento gramíneas, mientras que en las partes altas se encuentran las especies que habitan en bosque o sitios semi despejados y se alimentan de los frutos de estos árboles.

En cuanto al estado de conservación de la avifauna de la microcuenca Guayzimi en su gran mayoría se encuentra bajo la categoría de no evaluada por cuanto no existen suficientes estudios realizados en esta zona sin embargo se registraron dos especies de aves que se encuentran categorizadas como Vulnerables, estas son *Galbula pastazae* y *Pyrrhura albipectus* (Ordóñez, 2008).

En el caso de *Galbula pastazae* amenazada de extinción generalmente se la encuentra en bordes de bosques, vegetación secundaria junto al bosque, no se comprende porque presenta una distribución tan fragmentada, pero puede ser debido a requerimientos de hábitat muy específicos (Samaniego *et al.*, 2007), por lo que es importante que se generen estrategias de conservación de la microcuenca (Schulenberg y Awbrey, 1997).

### **5.3.8. Composición de la Anurofauna en el Área de Influencia de la Quebrada Guayzimi**

Diversos estudios afirman que la riqueza específica de anfibios tiende a disminuir con la altitud por lo que las regiones montañosas presentan menor diversidad que los ecosistemas tropicales bajos (Catenazzi y Rodríguez, 2001) donde existen pequeños valles en los cuales las especies tienen áreas de distribución pequeñas pero con alto endemismo muy significativo en el proceso de especiación (Rodríguez, 2004). Lo cual concuerda con la aseveración de Salomón

*et al.*, (2009) quien menciona que la diversidad y composición de anfibios aumenta conforme se disminuyen los rangos altitudinales.

En el presente estudio se registraron 23 especies lo que representa el 89% de la anurofauna registrada para Nangaritza (RAP, 2009), cabe mencionar que dicha evaluación se la realizo en la zona de los Tepuyes ubicados en la parte alta de la cuenca del Nangaritza, sin embargo dentro de la base de datos de dicha evaluación no constan especies que fueron registradas en el presente estudio por lo que estas se suman a la lista de especies aumentándose el número de registros para el Cantón.

Se debe recalcar que para la zona de Nangaritza o sitios similares existen muchos vacíos de información (Ordóñez, 2008), por cuanto se dificulta realizar análisis comparativos con otros estudios, las investigaciones existentes se limitan a los andes principalmente con rangos altitudinales superiores y tipos de vegetación diferentes a los de la microcuenca Guayzimi.

Por tal razón se compara con estudios realizados dentro de la provincia de Zamora Chinchipe tal es el caso del estudio en la Reserva Biológica de Tapichalaca, donde se registraron 27 especies (Ramírez, 2009), así mismo el estudio realizado por Sánchez (2013) se registraron 22 especies de anfibios para la Estación Científica San Francisco. La diversidad presentada en estos estudios y la de la presente investigación no exhiben diferencias significativas, sin embargo este análisis comparativo y la realización de comparaciones a cerca de la riqueza de especies de fauna deben ser cautelosas ya que los métodos de muestreo son diferentes entre sitios, de igual manera el esfuerzo de muestreo, el tiempo y el área muestreada producen una heterogeneidad en la detección de especies (Salinas y Veintimilla, 2010).

Los anfibios son los únicos tetrápodos que poseen un ciclo bifásico de vida y aunque han colonizado la tierra, son organismos que dependen del agua o de una alta humedad para su reproducción (Villarreal, 2006), es así que la precipitación está directamente relacionada con la abundancia de anfibios

correspondidos mayormente con los picos de lluvias y no con el total de precipitaciones (Duellman, 1995).

En el presente estudio Craugastoridae es la familia predominante representada por el género *Pristimantis*. Género que según (Yáñez-Muñoz, 2005) es el grupo más insigne a escala de diversidad, endemismo y abundancia, su posibilidad de adaptarse a diferentes rangos altitudinales y regímenes bioclimáticos sugiere una alta sensibilidad a barreras ecogeográficas sujeta a su estrategia reproductiva de ovoposición en sustratos terrestres. En la presente investigación se encontró 13 géneros de *pristimantis* afirmando la aseveración que menciona que de cada 3 especies 1 es *pristimantis* (Lynch y Duellman, 1997).

En lo referente a la riqueza específica los tres sitios de estudio presentan diferencias significativas en cuanto a número de especies, esto puede deberse a la composición y estructura de los hábitats de cada sitio puesto que la riqueza y abundancia están influenciadas significativamente por la heterogeneidad espacial, respondiendo en mayor grado a la estructura del hábitat que a la presencia o ausencia de especies vegetales particulares (Ramírez, 2009; Cortez-Fernández, 2006).

En este sentido el sitio denominado SM-G2 presento 13 géneros de *Pristimantis* lo cual corrobora lo anterior, ya que este sitio agrupa tipos de vegetación existentes tanto en la parte alta como media conformada por árboles, arbustos y hierbas así como fuentes de agua. Además los resultados obtenidos pueden deberse a las condiciones climáticas antes y durante el muestreo, clima sin lluvia antes, lluvias muy fuertes en los primeros días del estudio así como pocas lluvias hacia el final. Duellman (1995) indica que las temperaturas altas y bajas disminuyen la actividad de la mayoría de especies limitando su avistamiento. Se debe mencionar que actualmente en la parte baja de la microcuenca se han realizado trabajos de drenaje de los suelos lo que ha disminuido los sitios de ovoposición aumentando la posibilidad de predación de sus puestas y larvas por especies exóticas (Orubia, 2003).

Por otro lado los sitios estudiados presentaron diferencias significativas en cuanto a abundancia donde SB-G1 presento mayor número de individuos lo cual no concuerda con lo afirmado por Salomón *et al.*, (2009), que menciona que a menor altitud menor abundancia de individuos, existe la posibilidad de que este resultado se deba a la presencia de especies introducidas como *Lithobates castesbeiana* que fue la que mayor número de individuos registro al igual que *Rhinella marina* ambas en el SB-G1.

Además cabe recalcar que únicamente en la parte alta se registró individuos en el transecto junto a la quebrada mientras que en los transectos de la parte media y baja no se registraron individuos esto se debe a la degradación de las riveras por la minería y a la turbidez del agua la misma que posiblemente esté contaminada con metales pesados.

Los tres sitios de estudio son disimiles en cuanto a la composición de especies según los análisis realizados con el índice de Sorensen y Jaccard, cada sitio presenta especies diferentes y no comparten especímenes entre sí. Esto puede deberse a que cada grupo de especies/géneros son específicos de cada sitio influenciado por humedad y temperatura, además de que existe una marcada diferencia en cuanto a altitud y temperatura lo cual posibilita la distribución de las especies en los diferentes rangos altitudinales.

En cuanto al estado de conservación de la anurofauna de la microcuenca Guayzimi todas las especies se encuentran bajo la categoría Preocupación menor, en lo que respecta a los géneros *Pristimantis* no pudieron ser identificadas a nivel de especies y peor aún categorizados en alguno de los criterios de la Lista Roja, cabe recalcar que no existen estudios realizado en esta zona por lo que habría la posibilidad de que se traten de especies nuevas para la ciencia o endémicas para el Ecuador.

### **5.3.9. Composición de Macroinvertebrados Acuáticos de la Quebrada Guayzimi**

El uso de los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad de las aguas de los ecosistemas está generalizándose en todo el mundo (Prat *et al.*, 2009). Los macroinvertebrados acuáticos son indicadores muy útiles porque son relativamente inmóviles comparadas a los peces, y por lo tanto no se pueden escapar a la contaminación. Es así que si el agua está ligeramente o gravemente contaminada algunos tipos de animales morirían. Ya que después de terminada contaminación, es necesario que pase un buen tiempo para que la comunidad habitual se restablezca (Reazcos y Yar, 2010). Estos animales proporcionan excelentes señales sobre la calidad del agua y al usarlos en el monitoreo pueden dar a entender claramente el estado en que se encuentra (Yungan, 2010).

Durante los últimos años la utilización de macroinvertebrados acuáticos para evaluar la calidad de agua ha venido ganando notoriedad y es actualmente aceptada como una herramienta biológica moderna (Álvarez, 2007).

Por lo anteriormente señalado y en vista de que es una técnica fácil y económica se la aplico en la quebrada Guayzimi donde la mayor cantidad de familias de macroinvertebrados acuáticos esta representadas por los órdenes de Trichoptera, Plecoptera y Ephemeroptera registrándose principalmente en la parte alta de la quebrada donde el agua es limpia y cristalina lo cual justifica la presencia de ETPs (Carrera y Fierro, 2001). A partir del sitio medio hacia el sitio bajo se registran muy pocas especies pertenecientes a estos ordenes en vista de que la intervención humana es evidente.

En cuanto a la riqueza SA-G3 presentó mayor diversidad con 14 familias así como también es el sitio más abundantes con 429 individuos los cual concuerda con la afirmación de Álvarez (2007), que sugiere que una comunidad natural se caracteriza por presentar una gran diversidad de especies y un bajo número de individuos por especie o viceversa, además esto puede deberse a que el río posee un caudal considerable y bastante ancho lo cual permite existencia de microhábitats para la existencia de un mayor número y variedad de organismos.

Por otro lado una comunidad expuesta a la presión de la contaminación se caracteriza por poseer un bajo número de especies con un gran número de individuos por especie lo cual concuerda hasta cierto punto puesto que el número de individuos por familia en los sitios medio y bajo son bajos

En la microcuenca Guayzimi se ha observado el desarrollo de la minería a lo largo de la quebrada donde la maquinaria que se utiliza va removiendo la vegetación ripiaria, cambiando el curso del agua y removiendo constantemente el fondo del cauce, esto trae consigo un aumento en la magnitud de la zona aluvial debido a la deposición de sedimentos, aumenta la sedimentación, esto conlleva al incremento en la turbidez y afecta a macroinvertebrados acuáticos por tal motivo la disminución en cuanto a abundancia y riqueza es evidente en las partes bajas.

Otro de los factores que influye en riqueza y abundancia es la temperatura la cual influye en la estructura de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos. Un río con adecuada auto-depuración puede registrar mejora de calidad en zonas más bajas pese a la influencia de una contaminación rutinaria (Giamettiy y Bersosa, 2006).

#### **5.4. ESPECIES INDICADORAS PARA EL MONITOREO BIOLÓGICO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DE LA MICROCUENCA GUAYZIMI**

##### **5.4.7. Especies de Aves Indicadoras de la Calidad Ambiental de la Microcuenca Guayzimi**

El manejo de fauna es una actividad incipiente en América Latina (Ojasti, 2000), sin embargo, en vista de las crecientes amenazas sobre la fauna nativa y sus hábitats aparecen nuevas tendencias en el manejo de esta vida silvestre las cuales han demostrado la utilidad de las aves como especies indicadoras de la salud ambiental.

Las aves presentan ciertas características que las convierten en un grupo importante en la indicación, su comportamiento conspicuo las hace ser inventariadas de forma relativamente fácil, la identificación puede ser rápida y confiable en vista de que se requieren sólo de una moderada cantidad de entrenamiento y práctica ya que algunas pueden ser identificadas sólo por sus patrones de color (Keffer, 2008).

Así mismo se puede obtener listas representativas en pocos días de muestreo, la taxonomía a nivel de especie es mucho mejor conocida que para cualquier otro grupo ya sea de plantas o animales, además los números de especies, distribución y grado de especialización de las aves las hacen indicadores ideales y por último las respuestas de las aves a la perturbación y fragmentación de hábitat varía considerablemente entre especies (Keffer, 2008).

Las especies *Tangara chilensis*, *Ramphocelus carbo*, *Thraupis palmarum*, fueron establecidas como buenas indicadores biológicas debido a que cumplieron con la mayoría de los criterios de evaluación preestablecidos y obtuvieron la mayor calificación con respecto a las demás especies inventariadas. *Pyrrhura albipectus* también obtuvo una calificación igual a las especies tomadas como buenos indicadores, sin embargo no se la incluyó puesto que estas aves poseen un amplio rango de distribución lo que dificultaría su posterior monitoreo.

Además de lo anterior las especies seleccionadas presentan colores inconfundibles lo que hace muy fácil la identificación y son abundantes a lo largo de toda la microcuenca lo cual facilita el monitoreo, por tales razones han sido consideradas buenas indicadores. Por otro lado se debe precisar que escoger tres especies se justifica en lo que menciona Molina *et al.*, (2006) al decir que en muchos casos una especie pueda no ser buena indicadora de un ensamble, por lo que es recomendable considerar un conjunto multi-específico de indicadores.

#### **5.4.8. Especies de Anuros Indicadores de la Calidad Ambiental de la Microcuenca Guayzimi**

Los anfibios son considerados buenos indicadores de la salud de los ecosistemas (Yanez, 2007) estos permiten evaluar los cambios ambientales o interacciones entre especies posibilitando la evaluación de los impactos derivados de diferentes tipos de disturbios (Alvares *et al.*, 2006).

Las especies *Rulyrana flavopunctata*, *Leptodactylus wagneri*, *Hypsiboas calcaratus*, fueron establecidas como buenas indicadoras biológicas debido a que cumplieron con la mayoría de los criterios de evaluación preestablecidos y obtuvieron la mayor calificación con respecto a las demás especies inventariadas. Además de estas especies existen otras que presentaron igual calificación sin embargo se escogió estas en vista de que *Rulyrana flavopunctata* representa un especie arborícola y se encuentra principalmente en sitios de buena calidad cercano a aguas limpias, por otro lado *Leptodactylus wagneri* representa a especies de habitats terrestres y finalmente se eligió a *Hypsiboas calcaratus* por su facilidad para ser identificada y monitoreada.

La elección de tres especies como indicadoras se justifica en el hecho de que considerar una sola especie como indicador no siempre puede funcionar debido a que la mayoría de especies que concurren en un mismo tiempo y lugar difieren en sus requerimientos de habitats y por consiguiente pueden responder de forma independiente a los cambios ambientales, por lo que es recomendable considerar un conjunto multi-especifico de indicadores (Molina *et al.*, 2006; Salinas y Veintimilla, 2010).

#### **5.4.9. Macroinvertebrados Indicadores de la Calidad del Agua de la Quebrada Guayzimi**

Las 14 familias registradas son indicadoras de calidad del agua puesto que cada una de ellas posee un valor de sensibilidad que da una idea del estado de contaminación existente, basados en la sensibilidad que presentan las familias se aplicó

el índice BMWP, el uso del índice para evaluar los cuerpos de agua permitió conocer los niveles de perturbación del ecosistema (Auquilla, 2005).

Al aplicar el índice BMWP se obtuvo información cualitativa del estado de calidad del agua en la microcuenca donde se demostró que en el SM-G2 y SB-G1 la calidad del agua es regular, esto puede deberse a que a lo largo de la quebrada se realiza actividades mineras ilegales con maquinaria pesada provocando un cambio en el curso de la quebrada, remoción del sustrato, derrame de sustancias como combustibles, mercurio y cianuro, esto sumado a otras actividades como agricultura y ganadería.

Por el contrario el SA-G3 presentó agua de muy buena calidad, cabe señalar que en este sitio se halló la mayor cantidad de individuos pertenecientes a familias indicadoras de aguas limpias como perlidae.

## 6. CONCLUSIONES

- La parte media de la microcuenca cuenta con el mayor número de especies de aves y anfibios así como también es el sitio más diverso, debido principalmente a que este lugar presenta una mejor distribución en cuanto a forma y estructura de la vegetación. La microcuenca Guayzimi en general tuvo una diversidad alta para aves y media para anfibios.
- La abundancia de aves y anfibios mostró diferencias entre los tres sitios, donde el mayor número de individuos se tuvo en la parte baja de la microcuenca, esto debido a la presencia de anfibios introducidos que fueron los más abundantes, mientras que en el caso de las aves se debió a la coincidencia entre la fecha de monitoreo y el florecimiento de porotillos.
- Según el estado de conservación de las aves registradas, se determinó que dos especies *Galbula pastazae* y *Pyrrhura albipectus* se encuentran amenazadas en la categoría vulnerables, lo cual resalta la necesidad de emprender estrategias para la conservación de esta microcuenca.
- Las especies de aves *Tangara chilensis*, *Ramphocelus carbo* y *Thraupis palmarum* y las especies de anfibios *Rulyrana flavopunctata*, *Leptodactylus wagneri* e *Hypsiboas calcaratus* se proponen como indicadores biológicos debido a que cumplieron con la mayoría de los criterios de evaluación y obtuvieron una calificación alta.
- Los tres sitios de estudio son disímiles, en cuanto a aves comparten muy pocos organismos, mientras que en anfibios no comparten especímenes entre sí. La altitud, temperatura y estructura vegetal son algunas de las condiciones que determinan la distribución de las especies en las diferentes zonas.

- La zona alta de la microcuenca presentó agua de muy buena calidad registrándose individuos con puntuaciones altas pertenecientes a los órdenes Trichoptera, Plecoptera y Ephemeroptera, mientras que las zonas media y baja de la microcuenca están conformado por aguas de calidad regular.
  
- La zona estudiada enfrenta graves problemas de conservación, especialmente en los bosques primarios, donde la principal amenaza es la deforestación. Además existen otros factores que alteran el equilibrio natural de la zona, como es la presencia de ganado vacuno en los alrededores, zonas de sembríos, actividades piscícolas y la minería a lo largo de toda la quebrada Guayzimi.

## 7. RECOMENDACIONES

- A los futuros investigadores, utilizar los resultados obtenidos en el presente estudio como línea base para el monitoreo de la calidad ambiental por medio de aves, anfibios y macroinvertebrados como bioindicadores, a partir de lo cual se podrán generar propuestas que permitan un manejo adecuado de los recursos de la microcuenca Guayzimi.
- Realizar estudios sobre *Pyrrhura albipectus* (perico pechiblando) a fin de que pueda ser utilizado como especie paraguas puesto que su rango de distribución es amplio, lo que pudiera facilitar la conservación de la biodiversidad en el cantón Nangaritza.
- Elaborar catálogos fotográficos de las aves y anfibios registrados en la zona de estudio con el fin de facilitar la identificación en el campo a posteriores investigadores.
- La municipalidad de Nangaritza debería promover trabajos de investigación que puedan ayudar a mejorar la toma de decisiones en el campo ambiental.
- Generar información de los principales grupos taxonómicos en monitoreos a corto plazo para evaluar el potencial biológico de la microcuenca Guayzimi, con el fin de contar con criterios científicos que ayuden a definir acciones prácticas y viables para asegurar la conservación de la biodiversidad.

## **8. BIBLIOGRAFÍA**

- Acosta J. 2009. Proyecto Casposo; Informe de monitoreo de fauna de vertebrados. 42 p.
- Aguirre M. 2011. La Cuenca Hidrográfica en la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos. Virtual REDESMA 5(1). 11 p.
- Aguirre N. 2010. Guía para el Manejo Sostenible de Cuencas Hidrográficas. Universidad Nacional de Loja. 136 p.
- Aguirre, J. 2011. Validación de los Indicadores Biológicos (Macroinvertebrados) para el Monitoreo de la Cuenca del Río Yanuncay. Ecuador. Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero Ambiental. Universidad politécnica salesiana sede Cuenca. Carrera de ingeniería ambiental. 232 p.
- Aguirre, J. 2014. Evaluación Ecológica Rápida de la Cuenca Alta del Río Nangaritza Sector Nuevo Paraíso y Selva Alegre. Consultado el 06 junio del 2014. Disponible en: [es.scribd.com/doc/208162982/evaluacion-ecologica-nangaritza](https://es.scribd.com/doc/208162982/evaluacion-ecologica-nangaritza) .23 p.
- Aguirre, M. 2002. Los Sistemas de Indicadores Ambientales y su Papel en la Información e Integración del Medio Ambiente. 26 p.
- Aguirre, Z. 2006. Biodiversidad Ecuatoriana. Universidad Nacional de Loja, Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, Carrera de Ingeniería Forestal. Loja, Ecuador, 73 p.
- Alba-Tercedor J. 1996. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. IV simposio sobre el agua en Andalucía (SIAGA), 2: 203-213. Andalucía.
- Álvarez S. y Pérez L. 2007. Evaluación de la Calidad de Agua Mediante la Utilización de Macroinvertebrados Acuáticos en la Subcuenca del Yeguaré, Honduras. 69 p.

- Amat, C., Cigarán, M., Seminario, B., Bambaren, S., Macera, L., Cigarán, T. y Vázquez, D. 2008. El Cambio Climático no tiene Fronteras: Impacto del cambio climático en la comunidad Andina. Lima, Perú. 80 p.
- Armijos, D. y Patino, A. 2009. Herpetofauna de un Bosque Húmedo Tropical en la Quinta “El Padmi” del centro de Estudios y Desarrollo para la Amazonía (CEDAMAZ), provincia de Zamora Chinchipe. Rev. CEDAMAZ. Vol. 1:57-64
- Badii M., Garza r., Garza V., y Landeros J. 2005. Los Indicadores Biológicos en la Evaluación de la Contaminación por Agroquímicos y Asociados. 17 p. Consultado el: 06 de junio del 2014. Disponible en: <http://www2.uacj.mx/IIT/CULCYT/Enero-Febrero2005/5ArtPrin.pdf>
- Báez, O. 2012. La Diversidad Biológica: recurso estratégico para el desarrollo sustentable del Ecuador. Ecuadorlibrerred. (en línea). Consultado el 22 de julio de 2014. Disponible en: <http://www.ecuadorlibrerred.tk/index.php/ecuador/ambiente/129-la-diversidad-biologica-recurso-estrategico-para-el-desarrollo-sustentable-del-ecuador>
- BirdLife International. 2008. El Estado de Conservación de las Aves del Mundo: Indicadores en tiempos de cambio. 28 p.
- Bussmann, R. 2005. Bosques Andinos del Sur del Ecuador, clasificación, Regeneración y Uso. Facultad de Ciencias Biológicas UNMSM. Bosques relictos del NO de Peru y SO de Ecuador. Weigend, Rodríguez y Arana (Comps.). Rev.peru.biol. Vol. 12(2): 203-216 p.
- Cárdenas G y Cárdenas J. 2009. Cambio Climático y la Agricultura. Costa Rica. 7p.
- Cardona. 2003. Calidad y riesgo de contaminación de las aguas superficiales en la microcuenca del Río La Soledad, Valle de Angeles, Honduras. 195 p.

- Carrera y Fierro. 2001. Manual de Monitoreo: los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. Ecociencia. (Ecu) 28 p.
- Carrillo L. 2008. Arca de los anfibios: Guía informativa global. 64 p. Colombia. Consultado el: 10 de junio del 2014. Disponible en: <http://www.amphibianark.org/pdf/YOTF/WAZA%20Global%20InfoPack%20Spanish.pdf>
- Catenazzini, A., y Rodriguez, L. 2001. Diversidad, Distribucion y Abundancia de Anuros en la Parte Alta de la Reserva de Biosfera del Manu.
- Chávez A., Calles J., y Peña D. 2006. Diseño Metodológico para la Evaluación y Monitoreo de la Biodiversidad en las microcuencas hidrográficas de los ríos Illangama y Alumbre de la provincia de Bolívar. 31 p.
- Clergeau, P., Jokimaki, J. Savard, J. P. L. 2001. “Are Urban Bird Communities Influenced by the Bird Diversity of Adjacent Landscapes?” *Journal of Applied Ecology*.
- Conservación Internacional: Programa de Evaluación Rápida (RAP), 2009. Reporte Preliminar: Tepuyes de la Cuenca Alta del Río Nangaritza Cordillera del Cóndor de Zamora Chinchipe. Zamora, Ec. 50 p.
- Cortez-Fernández, C. 2006. Variación Altitudinal de la Riqueza y Abundancia Relativa de los anuros del Parque Nacional y Áreas Naturales de Manejo Integrado Cotapata. *Ecología en Bolivia*, 41(1): 46-64 p.
- Cuvi, M. y Caranqui, J. 2010. Estudio de la Diversidad Florística a Diferente Gradiente Altitudinal en el Bosque Montano Alto Llucud, cantón Chambo, provincia de Chimborazo. Tesis Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Forestal. Riobamba, Ec. 6 p.
- Dirección General de Políticas, Normas e Instrumentos de Gestión Ambiental del Ministerio del Ambiente. 2010. Compendio de la Legislación Ambiental Peruana: calidad ambiental. Vol.5. 374 p.

- Dorado, A. 2010. ¿Qué es la Biodiversidad?: una publicación para entender su importancia, su valor y los beneficios que nos aporta. 84 p.
- Duellman, W.E. 1995. Temporal Fluctuation in Abundances of Anuran Amphibians in Seasonal Amazonian Rainforest. *Journal of Herpetology*. 29: 13-21 pp.
- Eguiguren, P. y Ojeda, T. 2008. Diversidad Florística del Ecosistema Paramo del Parque Nacional Podocarpus para el Monitoreo del Cambio Climático. Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ec. 104 p.
- Erazo J. 2001. Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental para la construcción y operación de la Vía Nuevo Paraíso - Selva Alegre, del Cantón Nangaritza de la Provincia de Zamora Chinchipe.
- Escobar L. 2006. Indicadores Sistémicos de Calidad Ambiental: un modelo general para grandes zonas urbanas. *eure XXXII (96): 76 – 98*. (Chile). Consultado el 10 de abril del 2014. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0250-71612006000200005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0250-71612006000200005&script=sci_arttext)
- Escobari J, Caro V y Malky A. 2004. Problemática Ambiental en Bolivia. 29 p. Consultado el: 06 de junio del 2014. Disponible en: [http://www.udape.gob.bo/portales\\_html/diagnosticos/diagnostico2007/documentos/Documento%20Sector%20Medio%20Ambiente.pdf](http://www.udape.gob.bo/portales_html/diagnosticos/diagnostico2007/documentos/Documento%20Sector%20Medio%20Ambiente.pdf)
- Figueroa, R., Palma, A., Ruiz, V., y Niell, X. 2007. Análisis Comparativo de Índices Bióticos Utilizados en la Evaluación de la Calidad de las Aguas en un Rio Mediterráneo de Chile: Rio Chillan, VIII Región. *Revista Chilena de Historia Natural*. 80: 225-242. Chile. 18 p.
- GAD Nangaritza. 2011. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Nangaritza. 321 p.

- Gamboa M., Reyes R., y Arrivillaga J. 2008. Boletín de Malariología y Salud Ambiental versión impresa ISSN 1690-4648. 48 (2). Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de salud ambiental. Consultado el: 06 de junio del 2014. Disponible en: [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S1690-46482008000200001&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S1690-46482008000200001&script=sci_arttext)
- Gaspari Fernanda, Rodrigez Alfonzo, Senisterra Gabriela, Delgado María y Besteiro Sebastián. 2013. 1 ed. Elementos Metodológicos para el Manejo de Cuencas Hidrográficas: Curso de manejo de cuencas hidrográficas. Universidad Nacional de La Plata. edulp. (Arg). 188 p.
- Glosario.net. 2007. Calidad Ambiental. Consultado el 03/06/2014. Consultado el: 06 de junio del 2014. Disponible en: <http://ciencia.glosario.net/medio-ambiente-acuatico/calidad-ambiental-10267.html>
- Gonzalez M., y Lambertys B. 2005. Guía de Aprendizaje: Indicadores biológicos de contaminación ambiental. 59 p.
- Granados, Y. 2010. Catálogo de Aves de la Universidad de Santander: La UDES como Universidad sostenible. Universidad de Santander. 133 p.
- Green A. y Figuerola J. 2003. Aves Acuáticas como Bioindicadores en los humedales. Ecología, manejo y conservación de los humedales. Almería. 47-60 p. Consultado el: 03 de junio del 2014. Disponible en: [http://www.almediam.org/PDF/humedales\\_04.pdf](http://www.almediam.org/PDF/humedales_04.pdf)
- Guiometi, J., y Bersosa, F. 2006. Macroinvertebrados Acuáticos y su Importancia como Bioindicadores de Calidad del Agua en el Rio A lambí. Carrera en Ciencias Agropecuarias, IASA.I. Boletín Técnico 6, Serie Zoológica 2: 17-32. Sangolqui, Ec. 16 p.
- Halffter, G., C. E. Moreno y E. O. Pineda. 2001. Manual para evaluación de la biodiversidad en Reservas de la Biosfera. M&T-Manuales y Tesis SEA. 2 v. Zaragoza, 80 p.

- Izquierdo J., Nogales F. y Yáñez P. 2000. Análisis Herpetofaunístico de un Bosque Húmedo Tropical en la Amazonía Ecuatoriana. *Ecotrópicos*. 13 (1). Venezuela. 15 p.
- Junta de Andalucía. Consejería del medio ambiente. s.f. Sistemas de Indicadores Climáticos Ambientales. 6 p. Consultado el: 03 de junio del 2014. Disponible en:  
<http://www.pnuma.org/aguamiaac/SUBREGIONAL%20MESO/MATERIAL%20ADICIONAL/BIBLIOGRAFIAWEBGRAFIA/Modulos%202%20Herramientas%20claves%20para%20el%20MIAAC/Indicadores/Doc%202.%20Indicadores%20climatico%20Andalucia.pdf>
- Karr J. 1996. Engineering Within Ecological Constraints: Ecological integrity and ecological health are not the same. 97- 109 p. Consultado el: 03 de junio del 2014. Disponible en:  
[http://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=QE4ydbFti7AC&oi=fnd&pg=PA97&dq=ecological+integrity+and+ecological+health+are+not+the+same&ots=2arFtsnHyw&sig=X9WYDG\\_OkLmNGq3tMaTrDv91qqY#v=onepage&q=ecological%20integrity%20and%20ecological%20health%20are%20not%20the%20same&f=false](http://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=QE4ydbFti7AC&oi=fnd&pg=PA97&dq=ecological+integrity+and+ecological+health+are+not+the+same&ots=2arFtsnHyw&sig=X9WYDG_OkLmNGq3tMaTrDv91qqY#v=onepage&q=ecological%20integrity%20and%20ecological%20health%20are%20not%20the%20same&f=false)
- Kepffer, S. 2008. Aves como Bioindicadores de la Integridad Ecológica de la Cuenca Baja del Rio Polochic, Alta Verapaz e Izabal. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Informe de tesis para optar al título de: Biólogo. 70 p. Guatemala.
- Kessler J. 1998. Monitoreo y evaluación ambiental en relación con los objetivos de desarrollo. 73 p.
- Leveau L. M. y Leveau C. M. 2004. “Comunidades de Aves en un Gradiente Urbano de la Ciudad de Mar del Plata, Argentina”. *Hornero*. (En Línea). Consultado el 23 de agosto del 2014. Disponible en:  
<http://www.scielo.org.ar/pdf/horner/v19n1/v19n1a03.pdf>

- Lips, K., y Reaser, J. 1999. El Monitoreo de Anfibios en América Latina: un manual para coordinar esfuerzos. 42 p.
- Lynch, JD. y Duellman, W.E. 1997. Frogs of Genus *Eleutherodactylus* (Leptodactilidae) in Western Ecuador: Systematic, Ecology and Biogeography. Special Publication Museum of Natural History University of Kansas. 23: 1-236 p.
- Magurran, A. 1989. Diversidad, Ecología y su Medición. Vedral. España.
- Martínez, J. P. 2009. Bioindicadores [diapositiva]. Cuenca, Ec. Universidad del Azuay. 40diapositivas.
- McDiarmid, R. 1994. Amphibian Diversity and Natural History: on overview. 5 p. En: Heyer, R., McDiarmid, L. Hayek & M. Foster (Eds.) Measuring and Monitoring Biological Diversity Standars Methods for Amphibians. Smithsonian Institution press. Washington and London.
- Melo, O., y Vargas, C. 2003. Evaluación Ecológica y Silvicultural de Ecosistemas Boscosos. Departamento de Ciencias Forestales. Universidad del Tolima CRQ – Carder – Corpocaldas – Cortolima, Ibagué. 222 p.
- Mena, P., 2005. La Biodiversidad de los Paramos en el Ecuador. (En línea) 16 p. Consultado el 25 de octubre del 2014. Disponible en: <http://www.banrepcultural.org>.
- Ministerio del Ambiente, EcoCiencia y Unión Mundial para la Naturaleza (UICN). 2001. La biodiversidad del Ecuador. Informe 2000. Ed., por Carmen José. Quito, Ec.
- MO Contratista 2010. Plan de Monitoreo Ambiental. 8 p.
- Molero, R. 2011. Empleo de Bioindicadores en Estudios de Evaluación de la Calidad Ambiental. Universidad de Córdoba. 48 p.
- Molina, C., Acosta, A., Mueses-Cisneros, J., Arroyo, S. 2006. Monitoreo de Anfibios. 221-255 p.

- Montalvo, L. 2012. Notas de Distribución de Aves en la Cordillera del Cóndor. Instituto de Ciencias Biológicas. Escuela Politécnica Nacional. 7 p.
- Montañez. 2009. Capítulo I: Las Aves del Ecuador. 82 p.
- Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 p.
- Murillo, L. 2002. Medición de Biodiversidad Alfa y Beta en dos Tipos de Vegetación del Parque Nacional Montecristo, El Salvador. Trabajo de graduación presentado como requisito parcial para optar por el título de Ingeniero en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente en el Grado Académico de Licenciatura. Honduras. 38 p.
- Murray, L. y Rossi, L. 2007. Guía de Monitoreo y Evaluación. 50 p. Consultado el: 12 de junio del 2014. Disponible en: [www.monitoreoyevaluacion.info/biblioteca/MVI\\_100.pdf](http://www.monitoreoyevaluacion.info/biblioteca/MVI_100.pdf)
- Naranjo, E. y Ramírez, T. 2009. Composición Florística, Estructura y Estado de Conservación del Bosque Nativo de la Quinta El Padmi, Provincia de Zamora Chinchipe. Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador 235 p.
- Ñique, M. 2010. Biodiversidad: Clasificación y Cuantificación. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María. Perú. 17 p.
- Ojasti, J. 2000. Manejo de Fauna Silvestre Neotropical. Biodiversity Program. No 5. 304 p. Consultado el: 03 de junio del 2014. Disponible en: <http://www.ibcperu.org/doc/isis/13869.pdf>
- Ordoñez, L. 2008. Estudio de Alternativas de Manejo del Sector Cerro Plateado. Fundación Arcoíris. Ministerio del Ambiente. 67 p.
- Ortega, M. 2001. Impacto sobre la Calidad Ambiental de los Humedales Almerienses. Propuesta de un índice de integridad ecológica. Tesis Doctoral. Universidad de Almería.

- Ortega, M., Martínez F., y Padilla F. 2007. Aspectos Metodológicos para Evaluar la Calidad Ambiental de los Humedales. 125- 137 p. Consultado el: 03 de junio del 2014. Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2244840>
- Ovalles, A. 2006. Manejo sustentable de los recursos naturales en américa latina y el caribe: oportunidades y desafíos de investigación y desarrollo tecnológico para la cooperación. 30 p.
- Pardave W. 2001. Ecología y Calidad Ambiental. Siceditorial. 27 pp. Consultado el: 03 de junio del 2014. Disponible en: <http://www.siceditorial.com/ArchivosObras/obrapdf/ECOLOGIA%20Y%20CALIDAD%20AMBIENTAL542005.pdf>.
- Pascual, J. 2003. La Perdida de la Biodiversidad. España. 14 p.
- Prat N., Ríos B., Acosta R., y Rieradevall M. 2009. Macroinvertebrados Bentónicos Sudamericanos. Los macroinvertebrados como indicadores de calidad de las aguas. 26 p. España.
- Ralph C., Geupel G., Pyle P., Martin T., DeSante D y Milá B. 1996. Manual de Métodos de Campo para el Monitoreo de Aves Terrestres. 51 p.
- Ramírez, S., Meza-Ramos, P., Yáñez-Muñoz. M., y Reyes, J. 2009. Asociaciones Interespecíficas de Anuros en Cuatro Gradientes Altitudinales de la Reserva Biológica Tapichalaca, Zamora Chinchipe, Ecuador. Boletín técnico 8, Serie Zoológica 4-5: 35-49. Sangolquí, Ec. 15 p.
- Reazcos, B., y Yar, B. 2010. Evaluación de la Calidad del Agua para el Consumo Humano de las Comunidades del Cantón Cotacachi y Propuesta de Medidas Correctivas. Universidad Técnica del Norte. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables. Tesis previa a la obtención del título de: Ingeniera en Recursos Naturales Renovables. Cotacachi, Ec. 225 p.

- Recatalá L., Año C., Valera A., y Sánchez J. 2009. Sistema de Indicadores para Evaluar la Calidad Ambiental y la Desertificación en la Comunidad Valenciana. *Investigaciones Geográficas*. No 50: 5-18 p.
- Reglamento General de Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental. Decreto Ejecutivo No. 31849, del 28 de junio del 2004.
- Restrepo, A. 2010. Proyecto de Formulación de Una Guía Metodológica Estandarizada para Determinar la Calidad Ambiental de las Aguas de los Ríos de El Salvador Utilizando Insectos Acuáticos. Fondo Especial Multilateral del Consejo Interamericano para el Desarrollo Integral (FEMCIDI). El Salvador. 53 p.
- Rice K., Mazzotti F., Waddle H. y Conill M. 2013. Uso de Anfibios como Indicadores del Éxito de la Restauración de Ecosistemas. Consultado el 10/04/2014. Disponible en: <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/UW/UW23600.pdf>
- Rodríguez W. 2011. Evaluación de los impactos de la deforestación sobre tres especies vegetales nativas importantes para la nutrición de los Shuar de Nangaritza, Provincia de Zamora Chinchipe. 120 p. Ecuador.
- Rodríguez, E., Garza, H., Ríos, C., y Navarro, A. 2011. La distribución geográfica de la tangara azul-gris (*Thraupis episcopus*) en hábitats modificados antropogénicamente en México. *Rev.* 82: 989-996. 8 p.
- Roldán G. 1999. Los Macroinvertebrados y su Valor como Indicador de la Calidad del Agua. *Acad. Colom. Cienc.* 23(88). 375-387 p. Consultado el: 03 de junio del 2014. Disponible en: [http://www.accefyn.org.co/revista/Vol\\_23/88/375-387.pdf](http://www.accefyn.org.co/revista/Vol_23/88/375-387.pdf)
- Rosales L y Sánchez S. 1966. Uso de Macroinvertebrados Bentónicos como Bioindicadores de Calidad del Agua del Río Palacaguina, Norte de Nicaragua. 66 – 76pp. Consultado el: 03 de junio del 2014. Disponible en:

[http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CCMQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.farem.unan.edu.ni%2Frevistas%2Findex.php%2FRcientifica%2Farticle%2Fdownload%2F118%2F111&ei=D1aaU4uNGZPQsQSi0YDYAg&usg=AFQjCNFGhe5TwyLW\\_0Ct8S3137L\\_UkwkQ](http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CCMQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.farem.unan.edu.ni%2Frevistas%2Findex.php%2FRcientifica%2Farticle%2Fdownload%2F118%2F111&ei=D1aaU4uNGZPQsQSi0YDYAg&usg=AFQjCNFGhe5TwyLW_0Ct8S3137L_UkwkQ)

Rosino. J. 2014. Los animales y las plantas se adaptan a los cambios climáticos. Consultado el: 03 de junio de 2014. Disponible en: <http://www.skepticalscience.com/translation.php?a=128&l=4>.

Saavedra I. 2008. Plan de Monitoreo de la Calidad del Aire. 35 p.

Salinas K. y Veintimilla D. 2010. Patrones de Diversidad de Anuros en el Ecosistema Páramo del Parque Nacional Podocarpus. Tesis previa a la obtención del título de: Ingeniero en Manejo y Conservación del Medio Ambiente. Loja, Ec. 99 p.

Samaniego, C., Cisneros, R., Coronel, R., Nogales, F., Ramón, C., Morocho, D y Borja-G, J. 2007. Estudio de Alternativas de Manejo para el Bosque Protector Yacuambi. Provincia de Zamora Chinchipe, cantón Yacuambi. Fundación Ecológica Arcoíris. 150 p.

Sánchez, J. 2013. Diversidad y Distribución de Anfibios en un Bosque Húmedo Montano, Zamora Ecuador. Tesis previa a la obtención del título de: Biólogo del Medio Ambiente. Cuenca, Ec. 38 p.

Schulenberg, T., y Awbrey, K. 1997. Rapid Assessment program: The Cordillera del Condor Region of Ecuador and Peru: A Biological Assessment. 231 pp.

SEMARNAT. 2009. Cambio climático: ciencia, evidencia y acciones. México. 34 p.

SENAGUA 2011. Secretaria nacional del agua. Cuenca del Santiago. Consultado el: 03 de junio del 2014. Disponible en: <http://www.senagua.gob.ec/files/transparencia/2InfoLegal/Noviembre/AcuerdosResoluciones/RESOLUCION2011392%20REFORMA%20A>

L%20REGLAMENTO%20PARA%20EL%20ESTABLECIMIENTO%  
20DE%20TARIFAS%20POR%20SERVICIOS%20PRESTADOS.PDF

Terneus, E., Hernández, K., y Racines, M.J. 2012. Evaluación Ecológica del Río Lliquino a través de Macroinvertebrados Acuáticos, Pastaza-Ecuador. Universidad del Valle. Revista de Ciencias. 15 p.

Torres J. 2008. Estudio faunístico, ecológico y ambiental de la fauna de Anélidos Poliquetos de sustratos sueltos de las islas Chafarinas (Mar de Alborán, S.W. Mediterráneo). Tesis Dr por la universidad de valencia. 708 p.

Villarreal H., Álvarez M., Escobar F., Fagua G., Gast F., Mendoza H., Ospina M., y Umaña A. 2006. 2 ed. Manual de Métodos para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad. Programa de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Colombia. 236 p.

Villegas M. y Garitano-Zabala A. 2008. Las comunidades de aves como indicadores ecológicos para programas de monitoreo ambiental en la ciudad de La Paz, Bolivia. 43(2): Bolivia. 153 p. Consultado el: 10 de junio del 2014. Disponible en: [http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CBoQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.researchgate.net%2Fpublication%2F230918255\\_Las\\_comunidades\\_de\\_aves\\_como\\_indicadores\\_ecologicos\\_para\\_programas\\_de\\_monitoreo\\_ambiental\\_en\\_la\\_ciudad\\_de\\_La\\_Paz\\_Bolivia%2Ffile%2F79e4150606b92a8752.pdf&ei=g7a8U5ZOZSrsQSfxoHwDw&usg=AFQjCNFXkNUyzVLEfOGfNHQ6TD29H\\_uuEg](http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CBoQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.researchgate.net%2Fpublication%2F230918255_Las_comunidades_de_aves_como_indicadores_ecologicos_para_programas_de_monitoreo_ambiental_en_la_ciudad_de_La_Paz_Bolivia%2Ffile%2F79e4150606b92a8752.pdf&ei=g7a8U5ZOZSrsQSfxoHwDw&usg=AFQjCNFXkNUyzVLEfOGfNHQ6TD29H_uuEg)

Yáñez-Muñoz, M. 2005. Diversidad y Estructura de Once Comunidades de Anfibios y Reptiles de los Andes del Ecuador. Tesis de Licenciatura. Universidad Central del Ecuador. Quito, Ec. 170 p.

Yáñez-Muñoz, M. 2007. Métodos Estandarizados para el Muestreo de Anfibios y Reptiles. Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales. Quito, Ec. 10 p.

Yungán J. 2010. Estudio de la Calidad de Agua en los Afluentes de la Microcuenca del Río Blanco para Determinar las Causas de la Degradación y Alternativas de Manejo. Tesis Ingeniero Agrónomo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador. 145 p.

## 9. ANEXOS

Anexo 1. Ficha para el cálculo del índice de sensibilidad (BMWP).

| CLASIFICACIÓN   | SENSIBILIDAD | PRESENCIA  |
|-----------------|--------------|------------|
| Anisoptera      | 8            |            |
| Bivalvia        | 7            |            |
| Baetidae        | 7            | 7          |
| Ceratopogonidae | 3            | 3          |
| Chironomidae    | 2            | 2          |
| Corydalidae     | 6            | 6          |
| Elmidae         | 6            | 6          |
| Euthyplociidae  | 9            | 9          |
| Gastropoda      | 3            |            |
| Glossosomatidae | 7            | 7          |
| Gordioidea      | 3            |            |
| Hirudinea       | 3            |            |
| Hydrachnidae    | 10           |            |
| Hydrobiosidae   | 9            | 9          |
| Hydropsichidae  | 5            | 5          |
| Leptoceridae    | 9            | 9          |
| Leptohyphidae   | 7            | 7          |
| Leptophlebiidae | 9            |            |
| Naucoridae      | 7            |            |
| Oligochaeta     | 1            |            |
| Oligoneuridae   | 10           | 10         |
| Perlidae        | 10           | 10         |
| Philopotamidae  | 8            | 8          |
| Psephenidae     | 10           | 10         |
| Ptilodactylidae | 10           | 10         |
| Pyrallidae      | 5            | 5          |
| Simuliidae      | 8            |            |
| Tipulidae       | 3            |            |
| Turbellaria     | 5            |            |
| Vellidae        | 8            |            |
| Zygoptera       | 8            |            |
| Otros grupos    | ?            |            |
| <b>TOTAL</b>    |              | <b>123</b> |

| Calidad de Agua |           |
|-----------------|-----------|
| 101 - 145       | Muy buena |
| 61 - 100        | Buena     |
| 36 - 60         | Regular   |
| 16 - 35         | Mala      |
| 0 - 15          | Muy mala  |

Fuente: Carrera y Fierro, 2006

Anexo 2. Abundancias de avifauna de la microcuenca Guayzimi.

| <b>ORDEN</b>   | <b>FAMILIA</b> | <b>NOMBRE COMUN</b>     | <b>NOMBRE CIENTIFICO</b>                   | <b>N.- DE IND.</b> | <b>ABUNDANCIA RELATIVA %</b> |
|----------------|----------------|-------------------------|--|--------------------|------------------------------|
| PSITTACIFORMES | Psittacidae    | Perico Ojiblanco        | <i>Aratinga leucophthalmus</i>             | 114                | 12,69                        |
| PASSERIFORMES  | Thraupidae     | Tangara Paraíso         | <i>Tangara chilensis</i>                   | 91                 | 10,13                        |
| PASSERIFORMES  | Icteridae      | Oropéndola Dorsirrojoza | <i>Psarocolius angustifrons alfredi</i>    | 83                 | 9,24                         |
| PASSERIFORMES  | Icteridae      | Cacique Lomiamarillo    | <i>Cacicus cela cela</i>                   | 65                 | 7,24                         |
| PASSERIFORMES  | Thraupidae     | Tangara Concha de Vino  | <i>Ramphocelus carbo</i>                   | 63                 | 7,02                         |
| PASSERIFORMES  | Thraupidae     | Tangara Palmera         | <i>Thraupis palmarum</i>                   | 26                 | 2,90                         |
| PASSERIFORMES  | Hirundinidae   | Golondrina Fajiblanca   | <i>Atticora fasciata</i>                   | 26                 | 2,90                         |
| PASSERIFORMES  | Thraupidae     | Tangara Capuchiazul     | <i>Tangara cyanicollis caeruleocephala</i> | 22                 | 2,45                         |
| PASSERIFORMES  | Thraupidae     | Tangara Azuleja         | <i>Thraupis episcopus coelestis</i>        | 16                 | 1,78                         |
| CUCULIFORMES   | Cuculidae      | Garrapatero Piquiliso   | <i>Crotophaga ani</i>                      | 16                 | 1,78                         |
| PASSERIFORMES  | Fringillidae   | Eufonia Ventrinaranja   | <i>Euphonia xanthogaster</i>               | 16                 | 1,78                         |
| PASSERIFORMES  | Thraupidae     | Cacique Subtropical     | <i>Cacicus uropygialis</i>                 | 15                 | 1,67                         |
| PASSERIFORMES  | Thraupidae     | Tangara Urraca          | <i>Cissopis leveriana</i>                  | 15                 | 1,67                         |
| PASSERIFORMES  | Thamnophilidae | Batará Golioscuro       | <i>Thamnomanes ardesiacus</i>              | 15                 | 1,67                         |
| PSITTACIFORMES | Psittacidae    | Perico Pechiblanco      | <i>Pyrrhura albipectus</i>                 | 12                 | 1,34                         |
| PASSERIFORMES  | Cotingidae     | Gallo de la Peña Andino | <i>Rupicola peruviana</i>                  | 12                 | 1,34                         |
| PASSERIFORMES  | Thraupidae     | Tangara Coroniazafrán   | <i>Tangara xanthocephala</i>               | 10                 | 1,11                         |
| CUCULIFORMES   | Cuculidae      | Cuco Ardilla            | <i>Piaya cayana</i>                        | 10                 | 1,11                         |
| PASSERIFORMES  | Thraupidae     | Tangara Orejinaranja    | <i>Chlorochrysa calliparaea</i>            | 9                  | 1,00                         |

Anexo 2. Continuación.

|               |                  |                            |                                       |   |      |
|---------------|------------------|----------------------------|---------------------------------------|---|------|
| PASSERIFORMES | Emberizidae      | Chingolo                   | <i>Zonotrichia capensis</i>           | 9 | 1,00 |
| FALCONIFORMES | Accipitridae     | Gavilan Campestre          | <i>Buteo magnirostris</i>             | 9 | 1,00 |
| PICIFORMES    | Ramphastidae     | Barbudo Golilimón          | <i>Eubucco richardsoni</i>            | 9 | 1,00 |
| PASSERIFORMES | Tyrannidae       | Tiranolete Silvalor Sureño | <i>Camptostoma obsoletum sclateri</i> | 8 | 0,89 |
| PICIFORMES    | Picidae          | Carpintero Carminoso       | <i>Campephilus haematogaster</i>      | 8 | 0,89 |
| PICIFORMES    | Ramphastidae     | Arasari Orejicastaño       | <i>Pteroglossus castanotis</i>        | 8 | 0,89 |
| APODIFORMES   | Trochilidae      | Colibrí Piquicuña          | <i>Schistes geoffroyi geoffroyi</i>   | 7 | 0,78 |
| PASSERIFORMES | Tyrannidae       | Bienteveo Grande           | <i>Pitangus sulphuratus</i>           | 7 | 0,78 |
| PASSERIFORMES | Icteridae        | Oropendola Crestada        | <i>Psarocolius decumanus</i>          | 7 | 0,78 |
| PASSERIFORMES | Corvidae         | Urraca Inca                | <i>Cyanocorax yncas</i>               | 7 | 0,78 |
| PASSERIFORMES | Thraupidae       | Tangara Bermellón          | <i>Calochaetes coccineus</i>          | 6 | 0,67 |
| PASSERIFORMES | Thraupidae       | Tangara Dorada             | <i>Tangara arthus</i>                 | 6 | 0,67 |
| PASSERIFORMES | Emberizidae      | Espiguero de Lesson        | <i>Sporophila bouvronides</i>         | 6 | 0,67 |
| PASSERIFORMES | Furnariidae      | Limpiafronda Montana       | <i>Anabacerthia striaticollis</i>     | 6 | 0,67 |
| PASSERIFORMES | Parulidae        | Candelita Goliplomiza      | <i>Myioborus miniatus</i>             | 6 | 0,67 |
| PASSERIFORMES | Hirundinidae     | Golondrina Azuliblanca     | <i>Notiochelidon cyanoleuca</i>       | 6 | 0,67 |
| PASSERIFORMES | Dendrocolaptidae | Trepatroncos Piquicuña     | <i>Glyphorhynchus spirurus</i>        | 6 | 0,67 |
| PASSERIFORMES | Emberizidae      | Sabanero Cejiamarillo      | <i>Ammodramus aurifrons</i>           | 5 | 0,56 |
| PASSERIFORMES | Emberizidae      | Espiguero Ventricastaño    | <i>Sporophila castaneiventris</i>     | 5 | 0,56 |
| PICIFORMES    | Picidae          | Carpintero Penachiamarillo | <i>Melanerpes cruentatus</i>          | 5 | 0,56 |
| PASSERIFORMES | Thraupidae       | Tangara Filiblanca         | <i>Tachyphonus rufus</i>              | 4 | 0,45 |
| PASSERIFORMES | Thraupidae       | Tangara Orejidorada        | <i>Tangara chrysotis</i>              | 4 | 0,45 |
| PASSERIFORMES | Thraupidae       | Tangara Cabecibaya         | <i>Tangara gyrola</i>                 | 4 | 0,45 |

Anexo 2. Continuación.

|               |               |                           |  |   |      |
|---------------|---------------|---------------------------|--|---|------|
| PASSERIFORMES | Cinclidae     | Cinco Gorriblanco         | <i>Cinclus leucocephalus</i>                   | 4 | 0,45 |
| PICIFORMES    | Ramphastidae  | Barbudo Cabecirroja       | <i>Eubucco bourcierii</i>                      | 4 | 0,45 |
| APODIFORMES   | Trochilidae   | Amazilia Gorgibrillante   | <i>Amazilia fimbriata</i>                      | 3 | 0,33 |
| APODIFORMES   | Trochilidae   | Picolanza Frentiverde     | <i>Doryfera ludovicae</i>                      | 3 | 0,33 |
| APODIFORMES   | Trochilidae   | Pico de Hoz Puntiblanco   | <i>Eutoxeres aquila</i>                        | 3 | 0,33 |
| PASSERIFORMES | Tyrannidae    | Elenita Penachuda         | <i>Elaenia flavogaster</i>                     | 3 | 0,33 |
| PASSERIFORMES | Tyrannidae    | Mosquerito Gorripizarroso | <i>Leptopogon superciliaris</i>                | 3 | 0,33 |
| PASSERIFORMES | Tyrannidae    | Mosquerito Adornado       | <i>Myiotriccus ornatus phoenicurus</i>         | 3 | 0,33 |
| PASSERIFORMES | Troglodytidae | Soterrey Criollo          | <i>Troglodytes aedon</i>                       | 3 | 0,33 |
| PASSERIFORMES | Cotingidae    | Cabezón Aliblanco         | <i>Pachyramphus polychopterus</i>              | 3 | 0,33 |
| PASSERIFORMES | Tyrannidae    | Mosquerito Cejilimón      | <i>Conopias cinchoneti</i>                     | 2 | 0,22 |
| PASSERIFORMES | Tyrannidae    | Picoancho de Zimmer       | <i>Tolmomyias assimilis</i>                    | 2 | 0,22 |
| PASSERIFORMES | Emberizidae   | Semillero Menor           | <i>Orizoborus angolensis</i>                   | 2 | 0,22 |
| PICIFORMES    | Picidae       | Carpintero Cuellirrojo    | <i>Campephilus rubricollis</i>                 | 2 | 0,22 |
| CICONIIFORMES | Cathartidae   | Gallinazo Cabecirrojo     | <i>Cathartes aura</i>                          | 2 | 0,22 |
| PASSERIFORMES | Turdidae      | Mirlo Piquinegro          | <i>Turdus ignobilis</i>                        | 2 | 0,22 |
| PASSERIFORMES | Coerebidae    | Mielero Flavo             | <i>Coereba flaveola</i>                        | 2 | 0,22 |
| APODIFORMES   | Trochilidae   | Colibrí Jaspeado          | <i>Adelomyia melanogenys</i>                   | 1 | 0,11 |
| APODIFORMES   | Trochilidae   | Alasable del Napo         | <i>Campylopterus villaviscensio</i>            | 1 | 0,11 |
| APODIFORMES   | Trochilidae   | Brillante Frentivioleta   | <i>Heliodoxa leadbeateri</i>                   | 1 | 0,11 |
| APODIFORMES   | Trochilidae   | Colibrí Cabecivioleta     | <i>Klais guimeti</i>                           | 1 | 0,11 |
| APODIFORMES   | Trochilidae   | Ermitaño Barbigrís        | <i>Phaethornis griseogularis griseogularis</i> | 1 | 0,11 |

Anexo 2. Continuación.

|               |                  |                               |                                      |   |      |
|---------------|------------------|-------------------------------|--------------------------------------|---|------|
| APODIFORMES   | Trochilidae      | Emitaño Verde                 | <i>Phaethornis guy</i>               | 1 | 0,11 |
| APODIFORMES   | Trochilidae      | Colicerda Crestuda            | <i>Popelairia popelairii</i>         | 1 | 0,11 |
| APODIFORMES   | Trochilidae      | Ninfa Tijereta                | <i>Thalurania furcata</i>            | 1 | 0,11 |
| PASSERIFORMES | Thraupidae       | Clorofonia Nuquiazul          | <i>Chlorophonia cyanea</i>           | 1 | 0,11 |
| PASSERIFORMES | Thraupidae       | Mielero Purpúreo              | <i>Cyanerpes caeruleus</i>           | 1 | 0,11 |
| PASSERIFORMES | Tyrannidae       | Mosquerito Canelo             | <i>Pyrrbomyias cinnamomea</i>        | 1 | 0,11 |
| PASSERIFORMES | Tyrannidae       | Febe Guardarríos              | <i>Sayornis nigricans</i>            | 1 | 0,11 |
| PASSERIFORMES | Tyrannidae       | Espatulilla Común             | <i>Todirostrum cinereum peruanum</i> | 1 | 0,11 |
| PASSERIFORMES | Emberizidae      | Semillero Negriazulado        | <i>Volatinia jacarina</i>            | 1 | 0,11 |
| PASSERIFORMES | Emberizidae      | Pinzon Pizarroso              | <i>Volatinia jacarina</i>            | 1 | 0,11 |
| PASSERIFORMES | Parulidae        | Reinita Cabecilistada         | <i>Basileuterus tristriatus</i>      | 1 | 0,11 |
| PASSERIFORMES | Fringillidae     | Jilguero Menor                | <i>Carduelis psaltria</i>            | 1 | 0,11 |
| PASSERIFORMES | Hirundinidae     | Golondrina Alirrasposa Sureña | <i>Stelgidopteryx ruficollis</i>     | 1 | 0,11 |
| PASSERIFORMES | Cardinalidae     | Picogrueso Negriazulado       | <i>Cyanocompsa cyanooides</i>        | 1 | 0,11 |
| PASSERIFORMES | Dendrocolaptidae | Trepatroncos Colilargo        | <i>Deconychura longicauda</i>        | 1 | 0,11 |
| PASSERIFORMES | Fringillidae     | Eufonia Golipúrpura           | <i>Euphonia chlorotica</i>           | 1 | 0,11 |
| PICIFORMES    | Galbulidae       | Jacamar Pechicobrizo          | <i>Galbula pastazae</i>              | 1 | 0,11 |

Anexo 3. Base de datos de la investigación de aves

| FECHA      | SITIO | ORDEN          | FAMILIA     | NOMBRE COMÚN            | NOMBRE CIENTÍFICO                    | N.- IND. | (O) observada<br>(A) Atrapada | ESTADO DE CONSERVACION |
|------------|-------|----------------|-------------|-------------------------|--------------------------------------|----------|-------------------------------|------------------------|
| 29/08/2014 | SB-G1 | PASSERIFORMES  | Thraupidae  | Mielero Purpúreo        | <i>Cyanerpes caeruleus</i>           | 1        | A                             | No Evaluado            |
| 29/08/2014 | SB-G1 | PASSERIFORMES  | Turdidae    | Mirlo Piquinegro        | <i>Turdus ignobilis</i>              | 2        | A                             | No Evaluado            |
| 29/08/2014 | SB-G1 | PASSERIFORMES  | Emberizidae | Espiguero Ventricastaño | <i>Sporophila castaneiventris</i>    | 4        | A                             | No Evaluado            |
| 29/08/2014 | SB-G1 | PASSERIFORMES  | Thraupidae  | Tangara Paraíso         | <i>Tangara chilensis</i>             | 8        | (O)                           | No Evaluado            |
| 29/08/2014 | SB-G1 | PSITTACIFORMES | Psittacidae | Perico Ojiblanco        | <i>Aratinga leucophthalmus</i>       | 114      | (O)                           | No Evaluado            |
| 29/08/2014 | SB-G1 | CICONIIFORMES  | Cathartidae | Gallinazo Negro         | <i>Coragyps atratus</i>              | 42       | (O)                           | No Evaluado            |
| 29/08/2014 | SB-G1 | CUCULIFORMES   | Cuculidae   | Garrapatero Piquiliso   | <i>Crotophaga ani</i>                | 11       | (O)                           | No Evaluado            |
| 29/08/2014 | SB-G1 | PASSERIFORMES  | Icteridae   | Cacique Lomiamarillo    | <i>Cacicus cela cela</i>             | 65       | (O)                           | No Evaluado            |
| 29/08/2014 | SB-G1 | PASSERIFORMES  | Thraupidae  | Tangara Azuleja         | <i>Thraupis episcopus coelestis</i>  | 12       | A/O                           | No Evaluado            |
| 29/08/2014 | SB-G1 | PASSERIFORMES  | Icteridae   | Oropendola Crestada     | <i>Psarocolius decumanus</i>         | 7        | (O)                           | No Evaluado            |
| 30/08/2014 | SB-G1 | PASSERIFORMES  | Tyrannidae  | Espatulilla Común       | <i>Todirostrum cinereum peruanum</i> | 1        | A                             | No Evaluado            |
| 30/08/2014 | SB-G1 | APODIFORMES    | Trochilidae | Amazilia Gorgibrillante | <i>Amazilia fimbriata</i>            | 2        | A                             | No Evaluado            |

Anexo 3. Continuación.

|            |       |               |              |                               |                                 |    |     |             |
|------------|-------|---------------|--------------|-------------------------------|---------------------------------|----|-----|-------------|
| 30/08/2014 | SB-G1 | PASSERIFORMES | Emberizidae  | Sabanero<br>Cejiamarillo      | <i>Ammodramus aurifrons</i>     | 3  | A   | No Evaluado |
| 30/08/2014 | SB-G1 | PASSERIFORMES | Hirundinidae | Golondrina<br>Azuliblanca     | <i>Notiochelidon cyanoleuca</i> | 6  | A/O | No Evaluado |
| 30/08/2014 | SB-G1 | PASSERIFORMES | Cardinalidae | Picogrueso<br>Negriazulado    | <i>Cyanocompsa cyanooides</i>   | 1  | (O) | No Evaluado |
| 30/08/2014 | SB-G1 | PASSERIFORMES | Thraupidae   | Tangara Concha de<br>Vino     | <i>Ramphocelus carbo</i>        | 54 | A/O | No Evaluado |
| 30/08/2014 | SB-G1 | PASSERIFORMES | Hirundinidae | Golondrina<br>Fajiblanca      | <i>Atticora fasciata</i>        | 26 | A/O | No Evaluado |
| 30/08/2014 | SB-G1 | PASSERIFORMES | Thraupidae   | Tangara Urraca                | <i>Cissopis leveriana</i>       | 6  | (O) | No Evaluado |
| 30/08/2014 | SB-G1 | PASSERIFORMES | Tyrannidae   | Mosquerito<br>Cejilimón       | <i>Conopias cinchoneti</i>      | 2  | (O) | No Evaluado |
| 30/08/2014 | SB-G1 | PICIFORMES    | Picidae      | Carpintero<br>Penachiamarillo | <i>Melanerpes cruentatus</i>    | 5  | (O) | No Evaluado |
| 30/08/2014 | SB-G1 | PASSERIFORMES | Tyrannidae   | Bienteveo Grande              | <i>Pitangus sulphuratus</i>     | 7  | A/O | No Evaluado |
| 30/08/2014 | SB-G1 | PASSERIFORMES | Tyrannidae   | Elenita Penachuda             | <i>Elaenia flavogaster</i>      | 3  | A/O | No Evaluado |
| 30/08/2014 | SB-G1 | PICIFORMES    | Ramphastidae | Arasari<br>Orejicastaño       | <i>Pteroglossus castanotis</i>  | 8  | (O) | No Evaluado |
| 31/08/2014 | SB-G1 | PASSERIFORMES | Emberizidae  | Pinzon Pizarroso              | <i>Volatinia jacarina</i>       | 1  | A   | No Evaluado |
| 31/08/2014 | SB-G1 | PASSERIFORMES | Emberizidae  | Semillero Menor               | <i>Orizoborus angolensis</i>    | 2  | A   | No Evaluado |
| 31/08/2014 | SB-G1 | PASSERIFORMES | Emberizidae  | Espiguero de<br>Lesson        | <i>Sporophila bouvronides</i>   | 6  | A   | No Evaluado |
| 31/08/2014 | SB-G1 | PASSERIFORMES | Thraupidae   | Tangara Palmera               | <i>Thraupis palmarum</i>        | 10 | (O) | No Evaluado |
| 01/09/2014 | SB-G1 | PASSERIFORMES | Thraupidae   | Tangara Filiblanca            | <i>Tachyphonus rufus</i>        | 1  | A   | No Evaluado |

Anexo 3. Continuación.

|            |       |               |               |                            |  |    |     |             |
|------------|-------|---------------|---------------|----------------------------|--|----|-----|-------------|
| 02/09/2014 | SB-G1 | PASSERIFORMES | Troglodytidae | Soterrey Criollo           | <i>Troglodytes aedon</i>                                 | 1  | A   | No Evaluado |
| 02/09/2014 | SB-G1 | FALCONIFORMES | Accipitridae  | Gavilan<br>Campestre       | <i>Buteo magnirostris</i>                                | 8  | A/O | No Evaluado |
| 03/09/2014 | SB-G1 | CUCULIFORMES  | Cuculidae     | Cuco Ardilla               | <i>Piaya cayana</i>                                      | 4  | (O) | No Evaluado |
| 09/09/2014 | SM-G2 | APODIFORMES   | Trochilidae   | Emitaño Verde              | <i>Phaethornis guy</i>                                   | 1  | A   | No Evaluado |
| 09/09/2014 | SM-G2 | APODIFORMES   | Trochilidae   | Ermitaño<br>Barbigrís      | <i>Phaethornis griseogularis</i><br><i>griseogularis</i> | 1  | A   | No Evaluado |
| 09/09/2014 | SM-G2 | APODIFORMES   | Trochilidae   | Picolanza<br>Frentiverde   | <i>Doryfera ludovicae</i>                                | 3  | A   | No Evaluado |
| 09/09/2014 | SM-G2 | APODIFORMES   | Trochilidae   | Amazilia<br>Gorgibrillante | <i>Amazilia fimbriata</i>                                | 1  | A   | No Evaluado |
| 09/09/2014 | SM-G2 | PICIFORMES    | Ramphastidae  | Barbudo<br>Cabecirroja     | <i>Eubucco bourcierii</i>                                | 4  | A   | No Evaluado |
| 09/09/2014 | SM-G2 | PASSERIFORMES | Emberizidae   | Semillero<br>Negriazulado  | <i>Volatinia jacarina</i>                                | 1  | A   | No Evaluado |
| 09/09/2014 | SM-G2 | APODIFORMES   | Trochilidae   | Colibrí Piquicuña          | <i>Schistes geoffroyi geoffroyi</i>                      | 4  | A   | No Evaluado |
| 09/09/2014 | SM-G2 | PASSERIFORMES | Thraupidae    | Tangara Paraíso            | <i>Tangara chilensis</i>                                 | 46 | (O) | No Evaluado |
| 09/09/2014 | SM-G2 | PASSERIFORMES | Icteridae     | Oropéndola<br>Dorsirrojiza | <i>Psarocolius angustifrons</i><br><i>alfredi</i>        | 7  | (O) | No Evaluado |
| 09/09/2014 | SM-G2 | PASSERIFORMES | Corvidae      | Urraca Inca                | <i>Cyanocorax yncas</i>                                  | 7  | (O) | No Evaluado |
| 09/09/2014 | SM-G2 | PASSERIFORMES | Thraupidae    | Tangara Concha<br>de Vino  | <i>Ramphocelus carbo</i>                                 | 8  | (O) | No Evaluado |
| 09/09/2014 | SM-G2 | PASSERIFORMES | Thraupidae    | Cacique<br>Subtropical     | <i>Cacicus uropygialis</i>                               | 6  | (O) | No Evaluado |

Anexo 3. Continuación.

|            |       |               |               |                                  |   |   |     |             |
|------------|-------|---------------|---------------|----------------------------------|---|---|-----|-------------|
| 09/09/2014 | SM-G2 | PASSERIFORMES | Fringillidae  | Eufonia<br>Ventrinaranja         | <i>Euphonia xanthogaster</i>              | 6 | A/O | No Evaluado |
| 09/09/2014 | SM-G2 | PICIFORMES    | Picidae       | Carpintero<br>Carminoso          | <i>Campephilus<br/>haematogaster</i>      | 3 | (O) | No Evaluado |
| 09/09/2014 | SM-G2 | PASSERIFORMES | Tyrannidae    | Tiranolete Silvadador<br>Sureño  | <i>Camptostoma obsoletum<br/>sclateri</i> | 8 | A/O | No Evaluado |
| 10/09/2014 | SM-G2 | APODIFORMES   | Trochilidae   | Alasable del Napo                | <i>Campylopterus<br/>villaviscensio</i>   | 1 | A   | No Evaluado |
| 10/09/2014 | SM-G2 | PASSERIFORMES | Tyrannidae    | Febe Guardarríos                 | <i>Sayornis nigricans</i>                 | 1 | A   | No Evaluado |
| 10/09/2014 | SM-G2 |               |               | Reinita Cabecilistada            | <i>Basileuterus tristriatus</i>           | 1 | A   | No Evaluado |
| 10/09/2014 | SM-G2 | APODIFORMES   | Trochilidae   | Colicercda Crestuda              | <i>Popelairia popelairii</i>              | 1 | A   | No Evaluado |
| 10/09/2014 | SM-G2 | PASSERIFORMES | Hirundinidae  | Golondrina<br>Alirrasposa Sureña | <i>Stelgidopteryx ruficollis</i>          | 1 | A   | No Evaluado |
| 10/09/2014 | SM-G2 | PASSERIFORMES | Vireonidae    | Verdillo Oliváceo                | <i>Hylophilus olivaceus</i>               | 1 | A   | No Evaluado |
| 10/09/2014 | SM-G2 | PASSERIFORMES | Coerebidae    | Mielero Flavo                    | <i>Coereba flaveola</i>                   | 2 | A   | No Evaluado |
| 10/09/2014 | SM-G2 | CUCULIFORMES  | Cuculidae     | Garrapatero Piquiliso            | <i>Crotophaga ani</i>                     | 5 | (O) | No Evaluado |
| 10/09/2014 | SM-G2 | CUCULIFORMES  | Cuculidae     | Cuco Ardilla                     | <i>Piaya cayana</i>                       | 6 | (O) | No Evaluado |
| 10/09/2014 | SM-G2 | PASSERIFORMES | Troglodytidae | Soterrey Criollo                 | <i>Troglodytes aedon</i>                  | 1 | (O) | No Evaluado |
| 10/09/2014 | SM-G2 | CICONIIFORMES | Cathartidae   | Gallinazo Cabecirrojo            | <i>Cathartes aura</i>                     | 2 | (O) | No Evaluado |
| 10/09/2014 | SM-G2 | PASSERIFORMES | Cinclidae     | Cinco Gorriblanco                | <i>Cinclus leucocephalus</i>              | 2 | (O) | No Evaluado |
| 10/09/2014 | SM-G2 | PASSERIFORMES | Thraupidae    | Tangara Palmera                  | <i>Thraupis palmarum</i>                  | 6 | (O) | No Evaluado |
| 11/09/2014 | SM-G2 | PASSERIFORMES | Tyrannidae    | Picoancho de Zimmer              | <i>Tolmomyias assimilis</i>               | 2 | A   | No Evaluado |

Anexo 3. Continuación.

|            |       |               |              |                         |  |    |     |             |
|------------|-------|---------------|--------------|-------------------------|--|----|-----|-------------|
| 11/09/2014 | SM-G2 | PASSERIFORMES | Cotingidae   | Gallo de la Peña Andino | <i>Rupicola peruviana</i>                  | 12 | A   | No Evaluado |
| 11/09/2014 | SM-G2 | PICIFORMES    | Galbulidae   | Jacamar Pechicobrizo    | <i>Galbula pastazae</i>                    | 1  | A   | Vulnerable  |
| 11/09/2014 | SM-G2 | PASSERIFORMES | Emberizidae  | Espiguero Ventricastaño | <i>Sporophila castaneiventris</i>          | 1  | A   | No Evaluado |
| 11/09/2014 | SM-G2 | PASSERIFORMES | Tyrannidae   | Mosquerito Adornado     | <i>Myiotriccus ornatus phoenicurus</i>     | 3  | A   | No Evaluado |
| 11/09/2014 | SM-G2 | PASSERIFORMES | Furnariidae  | Limpiafronda Montana    | <i>Anabacerthia striaticollis</i>          | 2  | A   | No Evaluado |
| 11/09/2014 | SM-G2 | PASSERIFORMES | Thraupidae   | Tangara Filiblanca      | <i>Tachyphonus rufus</i>                   | 3  | (O) | No Evaluado |
| 12/09/2014 | SM-G2 | APODIFORMES   | Trochilidae  | Pico de Hoz Puntiblanco | <i>Eutoxeres aquila</i>                    | 2  | A   | No Evaluado |
| 12/09/2014 | SM-G2 | PASSERIFORMES | Thraupidae   | Tangara Capuchiazul     | <i>Tangara cyanicollis caeruleocephala</i> | 7  | (O) | No Evaluado |
| 12/09/2014 | SM-G2 | FALCONIFORMES | Accipitridae | Gavilán Campestre       | <i>Buteo magnirostris</i>                  | 1  | (O) | No Evaluado |
| 13/09/2014 | SM-G2 | APODIFORMES   | Trochilidae  | Ninfa Tijereta          | <i>Thalurania furcata</i>                  | 1  | A   | No Evaluado |
| 13/09/2014 | SM-G2 | PASSERIFORMES | Thraupidae   | Clorofonia Nuquiazul    | <i>Chlorophonia cyanea</i>                 | 1  | A   | No Evaluado |
| 13/09/2014 | SM-G2 | PICIFORMES    | Ramphastidae | Barbudo Golilimón       | <i>Eubucco richardsoni</i>                 | 9  | (O) | No Evaluado |

Anexo 3. Continuación.

|            |       |               |                  |                              |                                      |    |     |             |
|------------|-------|---------------|------------------|------------------------------|--------------------------------------|----|-----|-------------|
| 13/09/2014 | SM-G2 | PASSERIFORMES | Dendrocolaptidae | Trepatroncos Colilargo       | <i>Deconychura longicauda</i>        | 1  | A   | No Evaluado |
| 13/09/2014 | SM-G2 | PASSERIFORMES | Dendrocolaptidae | Trepatroncos Piquicuña       | <i>Glyphorynchus spirurus</i>        | 6  | (O) | No Evaluado |
| 13/09/2014 | SM-G2 | PASSERIFORMES | Thraupidae       | Tangara Cabecibaya           | <i>Tangara gyrola</i>                | 3  | (O) | No Evaluado |
| 13/09/2014 | SM-G2 | PASSERIFORMES | Thraupidae       | Tangara Dorada               | <i>Tangara arthus</i>                | 6  | (O) | No Evaluado |
| 13/09/2014 | SM-G2 | PASSERIFORMES | Thraupidae       | Tangara Azuleja              | <i>Thraupis episcopus coelestis</i>  | 4  | (O) | No Evaluado |
| 14/09/2014 | SM-G2 | PASSERIFORMES | Tyrannidae       | Mosquerito<br>Gorripizarroso | <i>Leptopogon superciliaris</i>      | 3  | A   | No Evaluado |
| 14/09/2014 | SM-G2 | PASSERIFORMES | Thraupidae       | Tangara Orejidorada          | <i>Tangara chrysotis</i>             | 4  | (O) | No Evaluado |
| 14/09/2014 | SM-G2 | PASSERIFORMES | Thraupidae       | Tangara Orejinaranja         | <i>Chlorochrysa calliparaea</i>      | 6  | (O) | No Evaluado |
| 17/09/2014 | SA-G3 | APODIFORMES   | Trochilidae      | Brillante Frentivioleta      | <i>Heliodoxa leadbeateri</i>         | 1  | A   | No Evaluado |
| 17/09/2014 | SA-G3 | PASSERIFORMES | Thraupidae       | Tangara Paraíso              | <i>Tangara chilensis</i>             | 37 | (O) | No Evaluado |
| 17/09/2014 | SA-G3 | PASSERIFORMES | Icteridae        | Oropéndola Dorsirrojiza      | <i>Psarocolius decumanus alfredi</i> | 76 | (O) | No Evaluado |
| 17/09/2014 | SA-G3 | PASSERIFORMES | Thraupidae       | Tangara Urraca               | <i>Cissopis leveriana</i>            | 9  | (O) | No Evaluado |
| 17/09/2014 | SA-G3 | PASSERIFORMES | Thraupidae       | Cacique Subtropical          | <i>Cacicus uropygialis</i>           | 9  | (O) | No Evaluado |

Anexo 3. Continuación.

|            |       |               |                |                           |                                   |    |     |             |
|------------|-------|---------------|----------------|---------------------------|-----------------------------------|----|-----|-------------|
| 17/09/2014 | SA-G3 | PASSERIFORMES | Cinclidae      | Cinclo Gorriblanco        | <i>Cinclus leucocephalus</i>      | 2  | (O) | No Evaluado |
| 17/09/2014 | SA-G3 | PICIFORMES    | Picidae        | Carpintero Cuellirrojo    | <i>Campephilus rubricollis</i>    | 2  | (O) | No Evaluado |
| 17/09/2014 | SA-G3 | PICIFORMES    | Picidae        | Carpintero Carminoso      | <i>Campephilus haematogaster</i>  | 5  | (O) | No Evaluado |
| 17/09/2014 | SA-G3 | PASSERIFORMES | Thraupidae     | Tangara Palmera           | <i>Thraupis palmarum</i>          | 10 | (O) | No Evaluado |
| 18/09/2014 | SA-G3 | PASSERIFORMES | Troglodytidae  | Soterrey Montés Pechigris | <i>Henicorhina leucophrys</i>     | 3  | A   | No Evaluado |
| 18/09/2014 | SA-G3 | APODIFORMES   | Trochilidae    | Pico de Hoz Puntiblanco   | <i>Eutoxeres aquila</i>           | 1  | A   | No Evaluado |
| 18/09/2014 | SA-G3 | PASSERIFORMES | Thraupidae     | Tangara Cabecibaya        | <i>Tangara gyrola</i>             | 1  | A   | No Evaluado |
| 18/09/2014 | SA-G3 | PASSERIFORMES | Thamnophilidae | Batará Golioscuro         | <i>Thamnomanes ardesiacus</i>     | 15 | (O) | No Evaluado |
| 18/09/2014 | SA-G3 | PASSERIFORMES | Fringillidae   | Eufonia Ventrinaranja     | <i>Euphonia xanthogaster</i>      | 10 | (O) | No Evaluado |
| 18/09/2014 | SA-G3 | PASSERIFORMES | Thraupidae     | Tangara Orejinaranja      | <i>Chlorochrysa calliparaea</i>   | 3  | (O) | No Evaluado |
| 18/09/2014 | SA-G3 | PASSERIFORMES | Thraupidae     | Tangara Coronizafrán      | <i>Tangara xanthocephala</i>      | 10 | (O) | No Evaluado |
| 18/09/2014 | SA-G3 | PASSERIFORMES | Furnariidae    | Limpiafronda Montana      | <i>Anabacerthia striaticollis</i> | 4  | (O) | No Evaluado |

Anexo 3. Continuación.

|            |       |               |               |                        |  |    |     |             |
|------------|-------|---------------|---------------|------------------------|--|----|-----|-------------|
| 19/09/2014 | SA-G3 | APODIFORMES   | Trochilidae   | Colibrí Piquicuña      | <i>Schistes geoffroyi geoffroyi</i>        | 3  | A   | No Evaluado |
| 19/09/2014 | SA-G3 | APODIFORMES   | Trochilidae   | Colibrí Jaspeado       | <i>Adelomyia melanogenys</i>               | 1  | A   | No Evaluado |
| 19/09/2014 | SA-G3 | PASSERIFORMES | Emberizidae   | Sabanero Cejiamarillo  | <i>Ammodramus aurifrons</i>                | 2  | A/O | No Evaluado |
| 19/09/2014 | SA-G3 | APODIFORMES   | Trochilidae   | Colibrí Cabecivioleta  | <i>Klais guimeti</i>                       | 1  | A   | No Evaluado |
| 19/09/2014 | SA-G3 | PASSERIFORMES | Emberizidae   | Chingolo               | <i>Zonotrichia capensis</i>                | 9  | A/O | No Evaluado |
| 19/09/2014 | SA-G3 | PASSERIFORMES | Fringillidae  | Eufonia Golipúrpura    | <i>Euphonia chlorotica</i>                 | 1  | A   | No Evaluado |
| 19/09/2014 | SA-G3 | PASSERIFORMES | Troglodytidae | Soterrey Criollo       | <i>Troglodytes aedon</i>                   | 1  | A   | No Evaluado |
| 19/09/2014 | SA-G3 | PASSERIFORMES | Tyrannidae    | Mosquerito Canelo      | <i>Pyrrbomyias cinnamomea</i>              | 1  | A   | No Evaluado |
| 19/09/2014 | SA-G3 | PASSERIFORMES | Thraupidae    | Tangara Capuchiazul    | <i>Tangara cyanicollis caeruleocephala</i> | 15 | (O) | No Evaluado |
| 20/09/2014 | SA-G3 | APODIFORMES   | Trochilidae   | Tangara Concha de Vino | <i>Ramphocelus carbo</i>                   | 1  | A   | No Evaluado |
| 20/09/2014 | SA-G3 | PASSERIFORMES | Fringillidae  | Jilguero Menor         | <i>Carduelis psaltria</i>                  | 1  | (O) | No Evaluado |
| 20/09/2014 | SA-G3 | PASSERIFORMES | Parulidae     | Candelita Goliplomiza  | <i>Myioborus miniatus</i>                  | 6  | (O) | No Evaluado |

Anexo 3. Continuación.

|            |       |                |             |                    |                                   |    |     |             |
|------------|-------|----------------|-------------|--------------------|-----------------------------------|----|-----|-------------|
| 21/09/2014 | SA-G3 | PSITTACIFORMES | Psittacidae | Perico Pechiblanco | <i>Pyrrhura albipectus</i>        | 12 | (O) | Vulnerable  |
| 22/09/2014 | SA-G3 | PASSERIFORMES  | Thraupidae  | Tangara Bermellón  | <i>Calochaetes coccineus</i>      | 6  | (O) | No Evaluado |
| 22/09/2014 | SA-G3 | PASSERIFORMES  | Cotingidae  | Cabezón Aliblanco  | <i>Pachyramphus polychopterus</i> | 3  | (O) | No Evaluado |

Anexo 4. Base de datos de anfibios.

| DÍA | SITIO  | ORDEN | FAMILIA         | GENERO/ESPECIE             | N.-IND | ESTADO DE CONSERVACION |
|-----|--------|-------|-----------------|----------------------------|--------|------------------------|
| 1   | P.B.1. | Anura | BUFONIDAE       | Rinela marina              | 27     | Preocupación menor     |
| 2   | P.B.1. | Anura | RANIDAE         | Lithobates castesbeiana    | 29     | Preocupación menor     |
| 2   | P.B.1. | Anura | HYLIDAE         | Hypsiboas calcaratus       | 3      | Preocupación menor     |
| 4   | P.B.1. | Anura | LEPTODACTYLIDAE | Leptodactylus wagneri      | 4      | Preocupación menor     |
| 5   | P.B.1. | Anura | LEPTODACTYLIDAE | Lithodytes lineatus        | 3      | Preocupación menor     |
| 6   | P.B.1. | Anura | HYLIDAE         | Osteocephalus planiceps    | 8      | Preocupación menor     |
| 6   | P.B.1. | Anura | HYLIDAE         | Hypsiboas lanciformis      | 2      | Preocupación menor     |
| 7   | P.M.2. | Anura | CRAUGASTORIDAE  | Pristimantis sp. 1         | 2      | Preocupación menor     |
| 7   | P.M.2. | Anura | CRAUGASTORIDAE  | Pristimantis sp. 2         | 1      | Preocupación menor     |
| 7   | P.M.2. | Anura | CRAUGASTORIDAE  | Pristimantis sp. 3         | 1      | Preocupación menor     |
| 7   | P.M.2. | Anura | CRAUGASTORIDAE  | Pristimantis sp. 4         | 3      | Preocupación menor     |
| 8   | P.M.2. | Anura | CRAUGASTORIDAE  | Pristimantis sp. 5         | 3      | Preocupación menor     |
| 8   | P.M.2. | Anura | CRAUGASTORIDAE  | Pristimantis sp. 6         | 2      | Preocupación menor     |
| 8   | P.M.2. | Anura | CRAUGASTORIDAE  | Pristimantis sp. 7         | 1      | Preocupación menor     |
| 8   | P.M.2. | Anura | CRAUGASTORIDAE  | Pristimantis sp. 8         | 3      | Preocupación menor     |
| 9   | P.M.2. | Anura | CRAUGASTORIDAE  | Pristimantis sp. 9         | 5      | Preocupación menor     |
| 10  | P.M.2. | Anura | CRAUGASTORIDAE  | Pristimantis sp. 10        | 3      | Preocupación menor     |
| 11  | P.M.2. | Anura | CRAUGASTORIDAE  | Pristimantis sp. 11        | 3      | Preocupación menor     |
| 11  | P.M.2. | Anura | CRAUGASTORIDAE  | Pristimantis sp. 12        | 4      | Preocupación menor     |
| 11  | P.M.2. | Anura | CRAUGASTORIDAE  | Pristimantis altamazonicus | 3      | Preocupación menor     |
| 12  | P.A.3. | Anura | BUFONIDAE       | Rinela marina              | 4      | Preocupación menor     |
| 13  | P.A.3. | Anura | BUFONIDAE       | Rinela Margaritifera       | 4      | Preocupación menor     |
| 14  | P.A.3. | Anura | HYLIDAE         | Rulyrana flavopunctata     | 12     | Preocupación menor     |
| 15  | P.A.3. | Anura | BUFONIDAE       | Rinela festae              | 2      | Preocupación menor     |

Anexo 5. Calificación de los criterios para la selección de especies indicadoras.

| ESPECIES                            | CRITERIOS DE EVALUACION            |                                 |   |   |   | TOTAL CRITERIOS |
|-------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|---|---|---|-----------------|
|                                     | Taxonomía bien conocida y estable. | Historia natural bien conocida. | Taxones superiores con distribución en un amplio rango geográfico | Abundantes y de fácil observación y manipulación. | Taxones inferiores con especificidad de hábitat y sensibles a cambios |                 |
| <i>Tangara chilensis</i>            | 2                                  | 1                               | 2   | 2   | 1   | 8               |
| <i>Ramphocelus carbo</i>            | 2                                  | 1                               | 2   | 2   | 1   | 8               |
| <i>Thraupis palmarum</i>            | 2                                  | 1                               | 2   | 2   | 1   | 8               |
| <i>Pyrrhura albipectus</i>          | 2                                  | 1                               | 1   | 2   | 2   | 8               |
| <i>Aratinga leucophthalmus</i>      | 2                                  | 1                               | 1   | 2   | 1   | 7               |
| <i>Coragyps atratus</i>             | 2                                  | 1                               | 1   | 2   | 1   | 7               |
| <i>Crotophaga ani</i>               | 2                                  | 1                               | 1   | 2   | 1   | 7               |
| <i>Cacicus cela cela</i>            | 2                                  | 1                               | 1   | 2   | 1   | 7               |
| <i>Thraupis episcopus coelestis</i> | 2                                  | 1                               | 1   | 2   | 1   | 7               |
| <i>Cacicus uropygialis</i>          | 2                                  | 1                               | 1   | 2   | 1   | 7               |
| <i>Rupicola peruviana</i>           | 2                                  | 1                               | 1   | 2   | 1   | 7               |
| <i>Thamnomanes ardesiacus</i>       | 2                                  | 1                               | 1   | 2   | 1   | 7               |
| <i>Tangara xanthocephala</i>        | 2                                  | 1                               | 1   | 2   | 1   | 7               |
| <i>Cyanerpes caeruleus</i>          | 2                                  | 1                               | 1   | 1   | 1   | 6               |
| <i>Sporophila castaneiventris</i>   | 2                                  | 1                               | 1   | 1   | 1   | 6               |
| <i>Notiochelidon cyanoleuca</i>     | 2                                  | 1                               | 1   | 1   | 1   | 6               |
| <i>Atticora fasciata</i>            | 1                                  | 1                               | 1   | 2   | 1   | 6               |
| <i>Cissopis leveriana</i>           | 2                                  | 1                               | 1   | 1   | 1   | 6               |
| <i>Pitangus sulphuratus</i>         | 2                                  | 1                               | 1   | 1   | 1   | 6               |
| <i>Troglodytes aedon</i>            | 1                                  | 1                               | 2   | 1   | 1   | 6               |

Anexo 5. Continuación.

|   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|
| <i>Buteo magnirostris</i>                   | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 |
| <i>Piaya cayana</i>                         | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 |
| <i>Eubucco bourcierii</i>                   | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 |
| <i>Psarocolius<br/>angustifrons alfredi</i> | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 |
| <i>Euphonia<br/>xanthogaster</i>            | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 |
| <i>Campephilus<br/>haematogaster</i>        | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 |
| <i>Cathartes aura</i>                       | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 |
| <i>Myiotriccus ornatus<br/>phoenicurus</i>  | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 |
| <i>Eutoxeres aquila</i>                     | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 |
| <i>Thraupis episcopus<br/>coelestis</i>     | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 |
| <i>Zonotrichia capensis</i>                 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 |
| <i>Turdus ignobilis</i>                     | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Psarocolius<br/>decumanus</i>            | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Todirostrum cinereum<br/>peruanum</i>    | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Amazilia fimbriata</i>                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Ammodramus<br/>aurifrons</i>             | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Cyanocompsa<br/>cyanooides</i>           | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Conopias cinchoneti</i>                  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Melanerpes cruentatus</i>                | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Elaenia flavogaster</i>                  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Pteroglossus<br/>castanotis</i>          | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Volatinia jacarina</i>                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Orizoborus angolensis</i>                | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |

Anexo 5. Continuación.

|  |   |   |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|---|---|
| <i>Sporophila bouvronides</i>                            | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Tachyphonus rufus</i>                                 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Phaethornis guy</i>                                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Phaethornis griseogularis</i><br><i>griseogularis</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Doryfera ludovicae</i>                                | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Volatinia jacarina</i>                                | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Schistes geoffroyi</i><br><i>geoffroyi</i>            | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Cyanocorax yncas</i>                                  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Camptostoma obsoletum sclateri</i>                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Campylopterus villaviscensio</i>                      | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Sayornis nigricans</i>                                | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Basileuterus tristriatus</i>                          | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Popelairia popelairii</i>                             | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Stelgidopteryx ruficollis</i>                         | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Hylophilus olivaceus</i>                              | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Coereba flaveola</i>                                  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Cinclus leucocephalus</i>                             | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Tolmomyias assimilis</i>                              | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Galbula pastazae</i>                                  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Anabacerthia striaticollis</i>                        | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Tangara cyanicollis</i><br><i>caeruleocephala</i>     | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Thalurania furcata</i>                                | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Chlorophonia cyanea</i>                               | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Eubucco richardsoni</i>                               | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |

Anexo 5. Continuación.

|                                   |   |   |   |   |   |   |
|-----------------------------------|---|---|---|---|---|---|
| <i>Deconychura longicauda</i>     | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Glyphorynchus spirurus</i>     | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Tangara gyrola</i>             | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Tangara arthus</i>             | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Leptopogon superciliaris</i>   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Tangara chrysotis</i>          | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Chlorochrysa calliparaea</i>   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Heliodoxa leadbeateri</i>      | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Campephilus rubicollis</i>     | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Henicorhina leucophrys</i>     | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Adelomyia melanogenys</i>      | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Klais guimeti</i>              | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Euphonia chlorotica</i>        | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Pyrrbomyias cinnamomea</i>     | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Carduelis psaltria</i>         | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Myioborus miniatus</i>         | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Calochaetes coccineus</i>      | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Pachyramphus polychopterus</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |

## Anexo 6. Métodos empleados durante la investigación



Captura con redes de neblina, observación, e identificación con la guía de campo.



Captura con red de patada, preservación en alcohol e identificación con la guía de campo y el estereomicroscopio.



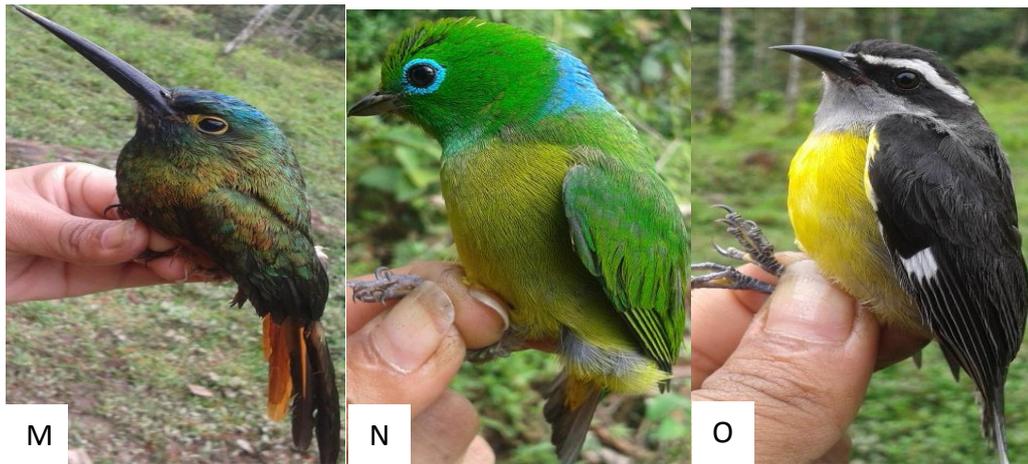
Fijación de especies sacrificadas, y preservación de muestras para la identificación.

Anexo 7. Lamina de especies de aves capturadas en la microcuenca Guayzimi.



Especies de aves capturadas en la parte alta de la microcuenca: A) *Heliodoxa leadbeateri*, B) *Ammodramus aurifrons*, C) *Zonotrichia capensis*, D) *Eutoxeres Aquila*, E) *Troglodytes aedon*, F) *Pyrrbomyias cinnamomea*, G) *Schistes geoffroyi geoffroyi*





Aves colectadas en la parte media de la microcuenca: A) *Sporophila castaneiventris*, B) *Phaethornis griseogularis griseogularis*, C) *Tolmomyias assimilis*, D) *Doryfera ludovicae* E) *Amazilia fimbriata* F) *Eubucco bourcierii* G) *Phaethornis guy* H) *Campylopterus villaviscensio* I) *Stelgidopteryx ruficollis* J) *Rupicola peruviana* K) *Popelairia popelairii* L) *Myiotriccus ornatus phoenicurus* M) *Galbula pastazae* N) *Chlorophonia cyanea* O) *Coereba flaveola*.



Aves capturadas en la parte baja de la microcuenca Guayzimi: A) *Cyanerpes caeruleus* B) *Todirostrum cinereum peruanum* C) *Elaenia flavogaster* D) *Pitangus sulphuratus* E) *Atticora fasciata* F) *Sporophila castaneiventris* G) *Orizoborus angolensis* H) *Ramphocelus carbo* I) *Tachyphonus rufus* J) *Thraupis episcopus coelestis*

Anexo 8. Lámina de especies de anfibios capturados en la microcuenca Guayzimi.



A) *Rinela marina* B) *Rulyrana flavopunctata* C) *Rinela Margaritifera* D) *Rinela festae* E) *Pristimantis sp. 4* F) *Pristimantis sp. 1*, G) *Pristimantis sp. 3* H) *Pristimantis sp. 8* I) *Pristimantis sp. 2* J) *Pristimantis sp. 10* K) *Pristimantis sp. 1* L) *Pristimantis sp. 3*

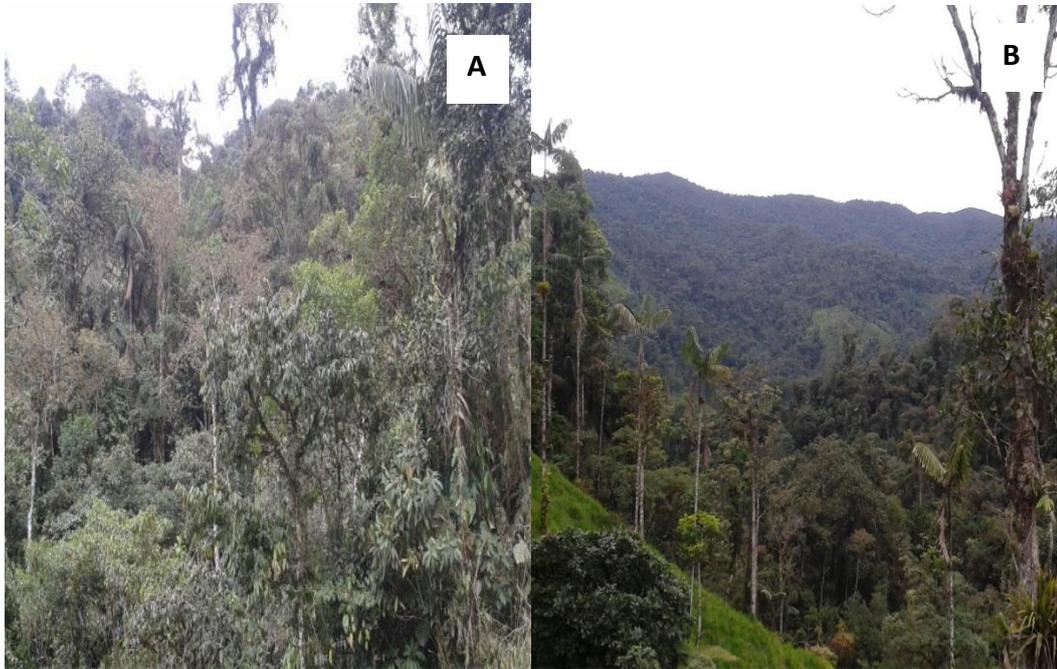


M) *Hypsiboas lanciformis* N) *Osteocephalus planiceps* O) *Lithodytes lineatus* P) *Leptodactylus wagneri* Q) *Hypsiboas calcaratus* R) *Lithobates castesbeiana*

Anexo 9. Lamina de macroinvertebrados colectados



Anexo 10. Sitios donde se realizó los muestreos y actividades que se desarrollan en la microcuenca Guayzimi.



A) Sitio alto de la microcuenca, B) Sitio medio de la microcuenca.



B) Sitio bajo de la microcuenca



Explotación minera con maquinaria

Alteración del cauce natural.



Minería artesanal en la quebrada

Acopio de combustibles



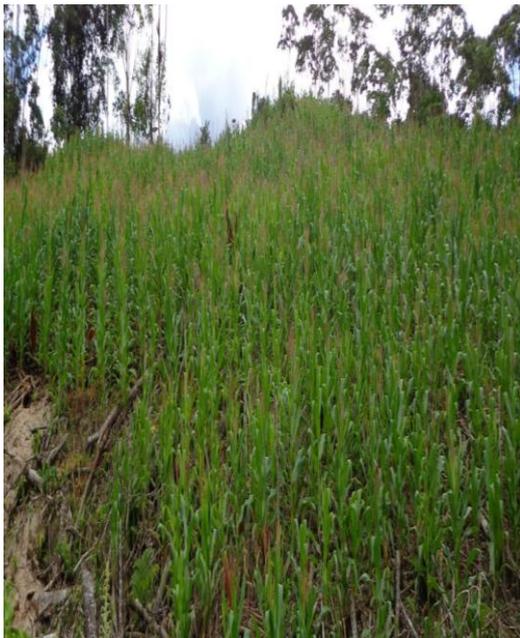
Alteración del cauce de la quebrada Guayzimi



Actividad Ganadera



Actividad piscícola



Actividad agrícola



Tala de bosques