

Fundación Ecuatoriana de Estudios Ecológicos-EcoCiencia

PROYECTO
"WATERSHED-BASED NATURAL RESOURCE MANAGEMENT IN SMALL-SCALE
AGRICULTURE: SLOPED AREAS OF THE ANDEAN REGION"

**Bioindicadores terrestres y acuáticos para las microcuencas
de los ríos Illangama y Alumbre, provincia Bolívar**

Juan Andrés Calles L., M. Sc.



Julio, 2007

"This publication/presentation was made possible through support provided by the United States Agency for International Development (USAID) for the Sustainable Agriculture and Natural Resources Management Collaborative Research Support Program (SANREM CRSP) under terms of Cooperative Agreement Award No. EPP-A-00-04-00013-00 to the Office of International Research and Development (OIRE) at Virginia Polytechnic Institute and State University (Virginia Tech)."

Citar este documento como: Calles, J. A. 2007. Bioindicadores terrestres y acuáticos para las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre, provincia Bolívar. EcoCiencia. Quito-Ecuador.

1. Antecedentes

Dentro del proyecto "Manejo de microcuencas basado en recursos naturales en agriculturas de pequeña escala: áreas de pendiente de la región Andina" ejecutado por la Universidad de Virginia Tech, INIAP, y varias organizaciones colaboradoras, entre ellas EcoCiencia, uno de los objetivos principales es el manejo adecuado de los recursos naturales, como son el agua, suelo y bosques. Y por tanto, un objetivo paralelo es la conservación de la biodiversidad y la reducción de la presión sobre la misma. Por esta razón, como parte del proyecto se efectuó una evaluación preliminar del estado de la biodiversidad de las microcuencas de los ríos Alumbre e Illangama (Calles y Salvador, 2006), en el que se consideró a cinco grupos biológicos, plantas, mamíferos, aves, anfibios y macroinvertebrados acuáticos. Los resultados obtenidos de este estudio sirven como base para proponer especies bioindicadoras preliminares para el área de estudio.

Luego de recorridos y encuestas realizados en ambas microcuencas se pudo determinar que la mayor amenaza para la biodiversidad de la zona es la pérdida de hábitat provocado por el incremento de la frontera agrícola, y la deforestación. Adicionalmente, las actividades agrícolas y ganaderas sumadas a las actividades antes mencionadas provocan también la contaminación de los ríos y el agotamiento de las fuentes hídricas. Por tanto se requiere determinar indicadores de estado de conservación tanto de los ecosistemas terrestres como acuáticos, para lo cual se utilizarán indicadores biológicos o bioindicadores y además indicadores de actividades humanas como son la plantación de especies forestales exóticas, las quemadas en los páramos y la deforestación.

Los indicadores biológicos o bioindicadores se denominan a aquellos grupos biológicos tanto de plantas como de animales, presentes en ecosistemas terrestres o acuáticos, cuyas poblaciones pueden ser afectadas por cambios en la estructura del hábitat o que son susceptibles a contaminantes o cambios en las poblaciones de su fuente de alimentación. Su uso como bioindicadores se basa en la susceptibilidad de éstas especies para responder a los cambios ambientales. Los indicadores pueden ser plantas, animales vertebrados, insectos, hongos, o bacterias, es decir cualquier grupo biológico potencialmente puede ser utilizado como bioindicador. Sin embargo, los grupos más comúnmente utilizados son las plantas, vertebrados e insectos, de estos grupos se puede estimar su diversidad y se puede obtener información confiable sobre el estado de conservación de un hábitat.

La identificación de bioindicadores sirve para posteriormente establecer sistemas de monitoreo de estas especies. El monitoreo permite obtener datos sobre las poblaciones de las especies y determinar los efectos que los cambios en los

hábitats tienen sobre los bioindicadores y por tanto sobre los ecosistemas. El monitoreo es clave para determinar si los cambios observados en las poblaciones de bioindicadores son fluctuaciones naturales o provocados por alteraciones de sus áreas de vida.

Por tanto el objetivo de este documento es presentar una lista de potenciales bioindicadores determinados para el área de estudio del presente proyecto.

2. Área de estudio

El área de estudio establecida para el proyecto son dos microcuencas hidrográficas, ambas pertenecientes a la subcuenca del río Yaguachi, a la cual pertenece el río Chimbo. En la zona alta de la misma, entre un rango altitudinal de 2800m y 5000m se encuentra la microcuenca del Río Illangama (Zona del Alto Guanujo), y en la zona media de la subcuenca, la microcuenca del Río Alumbre (Zona de Chillanes) que se encuentra en un rango altitudinal de 1200m y 3100m, y con un área de 130.66 km² y 65.40 km², respectivamente. (Fig. 1).

2.1. Microcuenca del río Illangama

La zona de estudio del río Illangama tiene una extensión de 130 Km², ubicada en el cantón Guaranda, provincia Bolívar en el sector denominado en el contexto del proyecto como Alto Guanujo. La parte alta de la microcuenca en alturas mayores de 4000 m se encuentra en la zona de páramo de arenales y súper-páramo, la parte media de la microcuenca se encuentra en la zona de páramo de pajonal y páramo herbáceo. La precipitación en la zona fluctúa entre 1000 y 2000 mm de lluvia. Parte de la zona de estudio se encuentra dentro de los límites de la Reserva de producción faunística Chimborazo, específicamente sobre la cota de 3800m (Fig. 1).

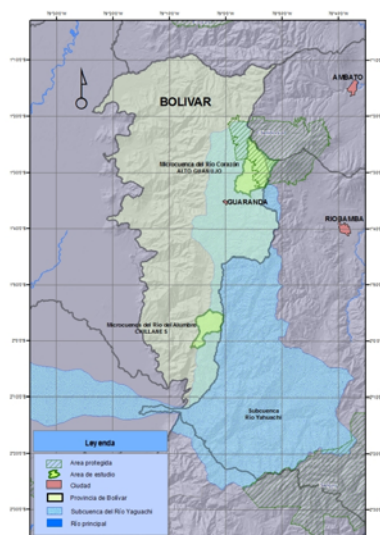


Figura 1. Área de estudio, Microcuencas del río Illangama y del río Alumbre

Sin embargo, en esta zona durante muchos años ha existido un constante incremento de la frontera agrícola hacia límites altitudinales mayores, alcanzando en algunas zonas los 4000 metros. En la parte alta de la microcuenca se observan señales de erosión eólica y de erosión por sobre-pastoreo evidenciando las fuertes presiones a las que se encuentra sometido el páramo en esta área (Fig. 2).



Figura 2. Actividades ganaderas en la microcuenca del río Illangama. Foto: J.Calles.

Los principales productos de la zona son papas, mellocos, habas, trigo y cebada, y además el ganado vacuno existente sirve principalmente para la producción de quesos. Adicionalmente, existen áreas en las cuales se ha reforestado con especies exóticas como el pino (*Pinus radiata*) (Fig. 3).



Figura 3. Vista de la zona de estudio, se observan el páramo de arenales, el páramo herbáceo, zonas de cultivo y las plantaciones de pino (*Pinus radiata*). Foto: J.Calles.

2.2. Microcuenca del río Alumbre

La zona de estudio del río Alumbre tiene una extensión de 65 km², ubicada en el cantón Chillanes, al sureste de la provincia Bolívar. En la parte alta de la microcuenca ubicada a 2800m de altitud se encuentra en la zona de bosque montano alto y la parte baja de la microcuenca corresponde a bosque montano bajo a una altitud de 1800 m aproximadamente (Fig. 1). La vegetación natural ha sido casi completamente destruida y modificada para pastos y cultivos de ciclo corto, especialmente de maíz y fréjol. En la zona aun existen pequeños remanentes de vegetación, concentrados especialmente en las quebradas (Fig. 4).



Figura 4. Cultivos de maíz, zonas de crianza de ganado y remanentes de vegetación en la zona del río Alumbre. Fotos: J. Calles.

En el documento "Diagnóstico preliminar de la biodiversidad en las microcuencas del río Alumbre e Illangama, afluentes del río Chimbo, provincia de Bolívar" (Calles y Salvador, 2006) se pueden encontrar las listas completas de las especies de plantas, aves, mamíferos y anfibios registradas en éstas microcuencas.

3. Bioindicadores propuestos

Los bioindicadores que se presentan están basados en la información recopilada durante una evaluación preliminar de la biodiversidad de las microcuencas de estudio realizada en el año 2006 (Calles y Salvador, 2006). Por lo que los bioindicadores sugeridos en la zona corresponden a resultados preliminares y a información secundaria que se posee de las diferentes especies. Por tanto, los indicadores que se presentan son susceptibles de cambios, ya que se pueden incluir una o más especies como indicadores a medida que se obtenga mayor información sobre la biodiversidad de la zona de estudio.

La determinación de las especies que se presentan en este reporte se basa en la información biológica disponible de diversas fuentes para las especies seleccionadas y el estudio previamente mencionado y representan indicadores de la calidad de los ecosistemas basados en criterios puramente biológicos. En ningún caso las especies indicadoras que se presentan responden a estudios específicos realizados para evaluar su potencial característica como indicadoras de efectos de otras actividades que se efectúen en la zona, como aplicaciones de pesticidas por ejemplo, sino únicamente reflejan la situación de conservación a nivel general de los ecosistemas de la zona. Por tanto, los bioindicadores sugeridos en este reporte no son específicos para evaluar un cambio en particular, sino para evaluar su situación como respuesta a todos los cambios que puedan ocurrir dentro de las microcuencas ya sean estos naturales o provocados por actividades humanas que se realicen en ambas microcuencas.

En el caso de los ecosistemas terrestres se han tomado a las aves y plantas como los grupos representativos para ser monitoreados y que pueden ser utilizados como bioindicadores por las características que serán descritas posteriormente. Adicionalmente, se sugiere que se registren a los mamíferos grandes de las zonas. Esto no significa que los otros grupos como micro-mamíferos, anfibios y reptiles sean menos importantes, sino que las aves y plantas presentan características que facilitan su estudio y por tanto su uso como bioindicadores.

Algunas de las características que permite determinar a un grupo como indicador están:

- 1) Taxonomía estable y bien conocida.
- 2) Biología e historia natural conocidas.
- 3) Individuos fácilmente observables, manipulables en campo y en laboratorio.
- 4) Especies especializadas en hábitat restringidas (sedentarios dentro de un ecosistema).
- 5) Especies endémicas para la zona.

6) Alta sensibilidad y fidelidad ecológica.

7) Especies con potencial económico.

Sin embargo, difícilmente todas las especies pueden cumplir con todas estas características, por lo que se incluyen a las especies que cumplan varias de estas condiciones descritas. El número de indicadores seleccionados para cada sitio varió debido a las condiciones propias de cada zona y la disponibilidad de información para cada especie.

Para el caso de los ecosistemas acuáticos se utilizarán grupos indicadores de calidad de agua previamente determinados en trabajos realizados en el Ecuador y en países con similares características geográficas, así como basados en información previa obtenida en diversos ecosistemas a nivel mundial.

3.1. Indicadores terrestres

Los indicadores terrestres establecidos para el área de estudio, basados en la información preliminar generada en las microcuencas, corresponden a especies de los grupos de aves y plantas.

3.1.1. Aves

Las aves son un grupo muy diverso y excepcionalmente bien estudiados, siendo probablemente uno de los grupos que mayor número de estudios se han efectuado en el Ecuador. Conforman el taxón de vertebrados terrestres más variado y su ecología, comportamiento, biogeografía y taxonomía son relativamente conocidos, lo que las transforma en un grupo sólido para utilizarlo con propósitos de evaluación y monitoreo.

La mayoría de las aves son de hábitos diurnos, tienden a ser abundantes y generalmente son visual y auditivamente atractivas y características, lo que las hace relativamente fáciles de estudiar. Son importantes consumidores en distintos niveles tróficos y son presa de otros vertebrados. Funcionalmente, las aves son importantes para el control de las poblaciones de insectos, dispersión de semillas y polinización (especialmente en los trópicos). Los distintos requerimientos de hábitat de las especies de aves dentro de un ecosistema (por ejemplo, desde el piso de la selva hasta el dosel), combinados con formas de estudio definidas y a distancia, hacen al grupo es particularmente útil para evaluar y monitorear los impactos sobre la biodiversidad y los cambios en el ecosistema.

Algunas especies de aves cumplen una función extremadamente importante en los ecosistemas: estas especies, con frecuencia denominadas "especies clave", puede ser indicadores clave de los cambios en la biodiversidad de sus ecosistemas. Se recomienda a las aves como indicadores en evaluaciones ecológicas rápidas,

estudios de impacto ambiental, y estudios de monitoreo (Dallmeier y Alonso 1997; Alonso y Dallmeier 1998 y 1999; Sillero Zubiri *et al.* 2002; Stork y Davies 1996; Sayre *et al.* 2000).

Para el Ecuador ya se posee una amplia información sobre aves, de hecho ya se cuenta con la publicación "Birds of Ecuador" (Ridgely y Greenfield, 2001) y de guías desarrolladas a nivel nacional que poseen información bastante detallada sobre la biología y las características de las aves del Ecuador. Estas publicaciones pueden ser utilizada como guía para la capacitación de los actores locales en el monitoreo de las aves.

Especies indicadoras

Del análisis realizado y de los recorridos efectuados en las microcuencas se determinaron varios problemas que tienen que afrontar los ecosistemas en esta zona. El incremento de la frontera agrícola, la deforestación, el uso de agroquímicos son las principales amenazas la biodiversidad de la zonas. Por tanto las aves son un grupo indicador que se puede utilizar para estimar los impactos de estas actividades en los ecosistemas de la zona.

Al tratarse de zonas ecológicamente diferentes, se establecieron indicadores independientes para cada microcuenca basados en la evaluación preliminar de la biodiversidad efectuada previamente en ambas microcuencas. Estas especies pueden ser sujetas de cambios o se pueden agregar nuevas especies si se dispone de información adicional.

3.1.1.1. Microcuenca río Illangama

Para la microcuenca del río Illangama se determinaron a la especie *Phalcoboenus carunculatus* como indicadora de la calidad del hábitat.

***Phalcoboenus carunculatus* (Caracara-Curiqingue)**

Esta especie perteneciente a la familia Falconidae, distribuida ampliamente entre los 2000 y 5000 metros de altitud en Ecuador y Colombia, con una ocurrencia global estimada de 45 000 km², y una población aproximada de 10 00 individuos, evaluada en la lista roja de la IUCN como LC Least Concern-Poca preocupación (BirdLife 2006).

Se decidió incluirla como especie indicadora por sus hábitos depredadores, y al estar en lo más alto de la cadena alimenticia su presencia o ausencia en los hábitats altoandinos nos puede brindar información sobre el estado de conservación de éstos ecosistemas. Aunque aun se la encuentra comúnmente en los páramos del país, su especialización ecológica hace que sea sensible a las perturbaciones del

ambiente. Como se ha observado en otros predadores, probablemente de existir un excesivo uso de pesticidas estos se pueden ir bio-acumulando en los diversos organismos hasta llegar a afectar a esta especie que está lo más alto de la cadena alimenticia del páramo. De este modo la presencia o ausencia de esta especie será de utilidad para conocer el estado del hábitat de esta especie (Fig. 5). Esta especie cumple con las características 1, 2, 3, y 6 de un grupo indicador(características expuestas previamente).



Figura 5. Caracara curiangué (*Phalcoboenus carunculatus*). Ilustración tomada de: Ridgely y Greenfield, 2001. Foto: Juan Calles.

3.1.1.2. Microcuenca río Alumbre

Para la microcuenca del río Alumbre se determinaron 3 especies como indicadores de la calidad del hábitat (Tabla 1).

Tabla 1. Especies de aves indicadores para la microcuenca del río Alumbre.

Familia	Especie	Nombre común
Psittacidae	<i>Pionus sordidus</i>	Loro piquirrojo
Cracidae	<i>Chamaepetes goudotii</i>	Pava ala de hoz
Tinamidae	<i>Nothocercus julius</i>	Tinamú pechileoneado - perdis

***Pionus sordidus* (Loro piquirrojo)**

Esta especie de loro perteneciente a la familia Psittacidae posee un rango de distribución amplio, con una ocurrencia global estimada de 180 000 km². Distribuida en Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia. Su tamaño poblacional global no ha sido cuantificado, pero se cree que su tamaño es grande y es descrita como "común" en algunas partes de su rango de distribución (del Hoyo et al. 1997). Esta especie ha sido evaluada por la lista roja de la IUCN como LC Least Concern-Poca preocupación (BirdLife, 2006). En el Ecuador su presencia se reporta en las zonas subtropicales a ambos lados de la cordillera de los Andes, viven en el dosel de bosques montanos (Ridgely y Greenfield, 2001).

Se decidió incluirla como especie indicadora por que al igual que la mayoría de loros, se los captura para comercializarlos como mascotas, además al formar bandadas visitan cultivos de maíz y en ocasiones los agricultores matan a esta especie por considerarla perjudicial con para sus cultivos. Sin embargo, esta especie se alimenta de flores, néctar y frutos, por lo que son importantes en la dinámica natural de los bosques al facilitar el transporte de semillas. Además, se ha determinado que su presencia se limita a hábitats restringidos en remanentes de bosques (Vásquez, 2006) (Fig. 6). Esta especie cumple con las características 1, 2, 3, 4, y 6 de un grupo indicador (características expuestas previamente).



Figura 6. Loro piquirrojo *Pionus sordidus* Ilustración tomada de: Ridgely y Greenfield, 2001.

***Chamaepetes goudotii* (Pava ala de hoz)**

Esta especie de la familia Cracidae, posee un amplio rango de distribución en Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia, a alturas entre 900 y 3300 metros. Por lo que posee una ocurrencia global de 280 000 km². Se la considera “poco común” en algunas partes de su rango de distribución. Esta especie ha sido evaluada por la lista roja de la IUCN como LC Least Concern-Poca preocupación (BirdLife 2006).

Se seleccionó como especie indicadora pues las “pavas de monte” son fuente de alimentación para los pobladores de las zonas montañosas donde ésta especie habita (Fig. 7). Además, esta especie se alimenta de semillas, gusanos e insectos en el suelo del bosque, utilizan árboles para formar sus nidos. Son importantes en la dispersión de semillas dentro del bosque y necesitan de árboles para anidar, lo que facilitará usarla como indicadora de la calidad del hábitat donde se encuentra.

Esta especie cumple con las características 1, 4, 6 y 7 de un grupo indicador (características expuestas previamente).



Figura 7. Pava ala de hoz (*Chamaepetes goudotii*). Ilustración tomada de: Ridgely y Greenfield, 2001.

***Nothocercus julius* (Tinamú pechileoneado - perdis)**

Esta especie de la familia Tinamidae posee un amplio rango de distribución en Venezuela, Colombia, Ecuador, y Perú, a alturas comprendidas entre 1700 y 3350 metros. Por lo que posee una ocurrencia global de 110 000 km². Se la considera “poco común” en algunas partes de su rango de distribución. Esta especie ha sido evaluada por la lista roja de la IUCN como LC Least Concern-Poca preocupación (BirdLife 2006). Sin embargo, las perdices son cazadas para alimentación de los pobladores de la zona. Las perdices se alimentan de semillas, insectos y bayas (Fig. 8). Esta especie cumple con las características 1, 2, 4, y 7 de un grupo indicador (características expuestas previamente).



Figura 8. Perdiz (*Nothocercus julius*). Ilustración tomada de: Ridgely y Greenfield, 2001.

3.1.2. Plantas

Las plantas con sus formaciones vegetales son la base de la conformación de los ecosistemas del mundo y de su diferenciación. El Ecuador es uno de los países más diversos en cuanto a plantas vasculares a nivel mundial y debido a sus características el país cuenta con numerosas formaciones vegetales que abarcan desde manglares, bosques tropicales, bosques montanos, páramos entre otras. Las formaciones vegetales han sido tradicionalmente utilizadas como indicadores de los cambios en el medio ambiente. Esto se debe a que el hombre debido a sus diversas actividades ha utilizado y transformado los bosques en áreas de cultivos o zonas para ganadería. Por lo que en la actualidad, especialmente en la zona andina, se encuentra un mosaico de formaciones naturales intercaladas con coberturas vegetales cultivadas.

Los cambios en la cobertura vegetal en la actualidad pueden ser estudiados a gran escala con la ayuda de tecnología satelital y de sistemas de información geográfica (Rodríguez et al. 2005). También se efectúa el monitoreo de plantas en cuadrantes permanentes ubicados en diferentes zonas del mundo, como la parcela de 50ha que se estudia en el Ecuador el parque nacional Yasuní por parte de la

Pontificia Universidad Católica en conjunto con organizaciones internacionales en las que se evalúa floración, producción de frutos, entre otros aspectos. Sin embargo, tanto el uso de la tecnología satelital como de los cuadrantes permanentes requiere de grandes esfuerzos y de mucho apoyo económico.

Cuando se efectúa monitoreo a una escala mas fina se debe utilizar especies indicadoras que al igual que con los animales, la presencia o ausencia de ciertas plantas, junto con la presencia o ausencia de algunos animales nos sirve para establecer el estado de afectación de ciertas zonas. La abundancia de una especie puede ayudar a determinar el grado de intervención que ha sufrido el bosque o la formación vegetal. Además, la presencia de especies endémicas o raras se considera también para que una especie sea utilizada como indicadora.

3.1.2.1. Microcuenca río Illangama

Para la microcuenca del río Illangama se determinaron 4 especies como indicadoras para la zona (Tabla 2).

Tabla 2. Plantas indicadoras en la microcuenca del río Illangama.

Familia	Especie	Nombre común en la zona
Araliaceae	<i>Oreopanax</i> sp.	Puma-maqui
Asteraceae	<i>Loricaria illinisae</i>	Ata
Berberidaceae	<i>Berberis laidivo</i>	Chupillay
Scrophulariaceae	<i>Calceolaria dilatata</i>	Apagpoco

***Oreopanax* sp. (Puma-maqui)**

Este género pertenece a la familia Araliaceae. El género *Oreopanax* consta de 80 especies distribuidas en América tropical. En el Ecuador se considera que existen no menos de 30 especies. Son un componente importante de los bosques andinos y altoandinos, donde están representadas por 19 especies. No se identificó a nivel de especie en la zona por las dificultades taxonómicas y alta variabilidad que presentan las especies de este género (Ulloa y Jorgensen, 2004).

Se consideró como indicador pues es muy representativo de los bosques andinos y altoandinos del Ecuador, a estas plantas se las conoce con el nombre común de Puma-maqui, o mano de puma por la forma de sus hojas (Fig. 9). Además, todas las especies conocidas para el Ecuador sufren alguna clase de amenaza y las especies de este género se encuentran en varias categorías de la lista roja de las plantas del Ecuador. Su principal amenaza es la pérdida de hábitat provocada por la deforestación (UICN, 2006). Los árboles de puma-maqui son utilizados para la fabricación de utensillos, artesanías y para leña (Josse Moncayo,

1989). Esta especie cumple con las características 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 de un grupo indicador (características expuestas previamente).



Figura 9. Puma maqui (*Oreopanax* sp.) especie indicadora para la microcuenca del río Illangama. Foto: www.efloras.org

***Loricaria illinisae* (Ata)**

Esta especie pertenece a la familia Asteraceae. Se seleccionó a esta especie por ser característica de las zonas de páramo, además es endémica para el Ecuador. Es un arbusto que es usado para leña en las zonas de páramo y la principal amenaza para esta especie es la destrucción del hábitat (Fig. 10). En el área de estudio esta especie se localizó en un parche remanente de bosque de *Polylepis*, pero puede estar distribuido en otras áreas de la microcuenca. Los pobladores locales conocen a esta especie con el nombre de "Ata". Esta especie cumple con las características 1, 3, 4, 5 y 6 de un grupo indicador (características expuestas previamente).



Figura 10. Ata (*Loricaria illinisae*) especie indicadora para la microcuenca del río Illangama. Foto: Juan Calles.

***Berberis laidivo* (Chupillay)**

Esta especie pertenece a la familia Berberidaceae y fue seleccionada como indicadora pues se la conoce únicamente de dos registros previos en la provincia Bolívar, es endémica para el Ecuador, y conocida únicamente de la provincia Bolívar (Ulloa Ulloa y Pitman, 2006). Este es el tercer registro que se tiene de esta especie y ahí radica su importancia como especie indicadora pues su distribución es limitada a esta zona del país. La principal amenaza es la pérdida del hábitat. Los pobladores de la zona conocen a esta especie como “Chupillay” (Fig. 11). Esta especie cumple con las características 3, 4, 5 y 6 de un grupo indicador (características expuestas previamente).



Figura 11. Chupillay (*Berberis* sp.) especie indicadora para la microcuenca del río Illangama. Foto: C. Ulloa. www.eflora.org

***Calceolaria dilatata* (Apagpoco)**

Esta especie pertenece a la familia Scrophulariaceae. Se la considera una especie indicadora a esta especie arbustiva porque es endémica para el Ecuador y se encuentra en estado vulnerable (UICN, 2006), es decir es una especie que corre el riesgo de extinción. Es una especie amenazada por la destrucción del hábitat. Por lo que al monitorear su presencia se aporta al conocimiento y la conservación de esta especie. En el área de estudio esta especie se localizó en un parche remanente de bosque de *Polylepis*, pero puede estar distribuido en otras áreas de la microcuenca. Los pobladores conocen a esta especie en la zona como “Apagpoco”. (Fig. 12). Esta especie cumple con las características 1, 3, 4, y 5 de un grupo indicador (características expuestas previamente).



Figura 12. Apagpoco (*Calceolaria dilatata*) especie indicadora para la microcuenca del río Illangama. Foto: Juan Calles.

3.1.2.2. Microcuenca río Alumbre

Para la microcuenca del río Alumbre se determinaron 5 especies como indicadoras para la zona (Tabla 3).

Tabla 3. Plantas indicadoras en la microcuenca del río Alumbre.

Familia	Especie	Nombre común
Actinidaceae	<i>Saurauia pseudostrigillosa</i>	
Areceaceae	<i>Ceroxilon ventricosum</i>	Palma de cera andina
Areceaceae	<i>Iriartea deltoidea</i>	Pambil
Fabaceae	<i>Eritrina megistophylla</i>	
Rubiaceae	<i>Ladenbergia pavonii</i>	

Saurauia pseudostrigillosa

Esta especie pertenece a la familia Actinidaceae. Es una especie endémica para el Ecuador y su principal amenaza es la pérdida de hábitat (UICN, 2006). (Fig. 13). A pesar de no poseer información adicional por el momento, es importante incluirla como indicadora por ser endémica para el Ecuador y al haber sido reportada para la zona de estudio en la microcuenca del río Alumbre. Esta especie cumple con las características 1, 3, 4, y 6 de un grupo indicador (características expuestas previamente).



Figura 13. *Saurauia* sp. Foto: www.efloras.org

***Ceroxilon ventricosum* (Palma de cera andina)**

Se seleccionó a esta especie porque se encuentra muy amenazada por su uso como fuente de fibras vegetales y para la confección de ramos en época de semana santa. Además, se puede obtener cera vegetal de sus cortezas. Es una especie característica de las zonas altas de bosques nublados. Esta especie de palma es muy importante como fuente de alimentación de varias especies de aves, entre ellas algunos loros que se encuentran en peligro de extinción. Estos loros además utilizan los troncos de estas palmas como sitios de anidación y algunas especies guardan una estrecha relación con estas palmas (Fig.14). Esta especie cumple con las características 1, 2, 3, 4, 5 y 7 de un grupo indicador (características expuestas previamente).



Figura 14. Palma de cera andina (*Ceroxilon ventricosum*) en el bosque de Tiquibuzo, microcuenca del río Alumbre. Foto: Juan Calles

***Iriartea deltoidea* (Pambil)**

Su presencia es importante en la zona del río Alumbre, es uno de los registros más altos que se tiene de esta especie en el país. Se escogió a esta especie como indicadora porque tiene varios usos para los pobladores locales, es utilizada como madera para construcciones, sus hojas sirven para cubrir techos, además sus frutos son comestibles (Fig. 15). Esta especie cumple con las características 1, 2, 3, 4, y 7 de un grupo indicador (características expuestas previamente).



Figura 15. Pambil (*Iriartea deltoidea*) Foto: www.palmcentre.co.uk

Erythrina megistophylla

Es una especie que se encuentra casi amenazada debido principalmente a la destrucción de su hábitat, se encuentra en las estribaciones occidentales de la cordillera de los Andes. (UICN, 2006). Esta especie cumple con las características 1, 3, 4, y 6 de un grupo indicador (características expuestas previamente).

Ladenbergia pavonii

Es una especie endémica para el Ecuador y se encuentra casi amenazada, debido principalmente a la pérdida de hábitat provocado por la deforestación (UICN, 2006). No se poseen más detalles de esta especie, pero al ser una especie rara y endémica es importante como indicadora de la calidad de hábitat. Esta especie cumple con las características 1, 3, 4, y 5 de un grupo indicador (características expuestas previamente).

3.1.3. Mamíferos grandes

Los mamíferos grandes son componentes importantes de la biodiversidad de cualquier ecosistema. Sin embargo, el monitoreo de especies de mamíferos resulta complicado ya que muchas especies tienen áreas de vida muy extensas. A pesar de estos limitantes, los pobladores de ambas microcuencas pueden efectuar un

registro de las especies de mamíferos que observen en sus áreas de influencia. Debido a sus actividades diarias en el campo, los campesinos tienen encuentros con especies de mamíferos, por lo que es importante que se lleve un registro de éstas observaciones, por lo que se plantea mediante el uso de un formulario de registro que las personas capacitadas para el monitoreo lleven un registro de las observaciones con la información que los miembros de la comunidad pueden entregar. En el proceso de capacitación se entregará a las comunidades láminas explicativas que contengan el nombre común y científico de los mamíferos grandes que pueden potencialmente ser registrados en ambas microcuencas. La presencia o ausencia de los mamíferos grandes servirá para complementar la información que se pueden obtener de los bioindicadores de los grupos de plantas y aves.

3.2. Indicadores acuáticos

Los ríos, lagunas, lagos y demás ecosistemas acuáticos están sometidos a múltiples presiones en la actualidad. Todos estos ecosistemas son utilizados como fuente de agua para riego, y consumo humano y animal. Esto ha provocado que las fuentes hídricas hayan reducido la cantidad y la calidad del agua. Adicionalmente, en los ríos terminan todos los desechos humanos, domésticos, industriales y agrícolas, lo que ha provocado que muchos ríos y fuentes hídricas se encuentren contaminadas y debido a su uso los caudales naturales de los ríos se hayan reducido. Los ríos además de servir como fuente de agua para las actividades humanas son también el hábitat de muchos organismos acuáticos como son peces, insectos, anfibios, y plantas acuáticas. Además, de la conservación de ríos en buen estado también depende la supervivencia de otros animales como mamíferos y aves cuyas únicas fuentes de agua constituyen los ríos.

De las encuestas efectuadas en la zona de estudio, en ambas microcuencas los pobladores perciben que la cantidad y la calidad del agua disponible se han reducido en los últimos años. Por tanto para determinar las consecuencias de la contaminación y de los cambios de uso del suelo en las zonas de ribera aledañas a los ríos, es importante determinar indicadores biológicos para evaluar los efectos de estas actividades sobre los organismos que viven en el agua y que responden a los cambios que ocurren en los ríos.

Para la evaluación de la calidad del agua de ríos y ecosistemas acuáticos alrededor del mundo se han utilizado a los insectos acuáticos que viven en los ríos como bioindicadores, su presencia o ausencia permite establecer niveles de contaminación en los ríos. Se han desarrollado a nivel mundial muchos índices de calidad de agua basados en la abundancia y el tipo de insectos acuáticos presentes en determinados sitios.

Alrededor del mundo se han utilizado a varios organismos acuáticos como bioindicadores de la calidad del agua. Entre los indicadores más usados están los peces, macroinvertebrados y plantas acuáticas. Sin embargo, el grupo más utilizado globalmente son los macroinvertebrados acuáticos que están constituidos por diferentes grupos biológicos entre los que se incluyen insectos, gastrópodos, oligoquetos, planarias entre otros.

Así como se han utilizado varios grupos biológicos como indicadores de calidad de agua, también se han desarrollado varios sistemas de evaluación de la calidad de agua, los mismos que valoran características como el tipo de grupos que se encuentran y la abundancia de los mismos en las muestras que se obtienen de los ecosistemas acuáticos. Estos diferentes tipos de evaluar la calidad del agua han resultado en una gran cantidad de índices desarrollados y aplicados a diferentes condiciones de los ríos en donde se usan estos índices.

Uno de los índices de calidad de agua más ampliamente utilizado y adaptado en varios sitios es el que fue desarrollado para los ríos del Reino Unido denominado Biological Monitoring Working Party (BMWP) (Armitage *et al.* 1983). Este índice al igual que muchos otros se basa en la tolerancia que tienen algunos grupos a diferentes grados de contaminación.

En el Ecuador se ha utilizado el índice EPT desarrollado por EcoCiencia (Carrera y Fierro, 2001) que considera únicamente a los órdenes de insectos Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera como indicadores de buena calidad de agua, basados en la abundancia relativa de estos grupos en una muestra determinada. Tanto como los índices BMWP o EPT, la gran mayoría de índices incluyen a los insectos de los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera y Thricoptera como bioindicadores de buena calidad de agua. Adicionalmente a estos órdenes se encuentran también aquellos que se consideran como indicadores de aguas contaminadas como los quironomidos o los gusanos oligoquetos.

Sin embargo, para la zona de estudio aun no se ha determinado que índice se podría utilizar para la evaluación de la calidad del agua de los ríos de ambas microcuencas. Esto se debe a que aún falta contar con mayor información de los sistemas acuáticos de ambas microcuencas. Esto es especialmente evidente en las zonas de páramos donde la aplicación de uno u otro índice es hasta el momento poco práctico debido a la falta de información sobre la diversidad de insectos acuáticos y sobre sus características de adaptación a ríos a estas altitudes.

Cabe mencionar también que en las muestras recolectadas como parte de este proyecto en el mes de noviembre de 2006 y febrero de 2007 se ha advertido la presencia de los órdenes de insectos mencionados como indicadores de buena calidad de agua y de muchos grupos que son utilizados normalmente para el

establecimiento de índices de calidad de agua. Se espera que en coordinación con el Dr. Wills Flowers de la Universidad de Florida A&M, miembro del equipo de trabajo del proyecto SANREM, se pueda decidir en un futuro que índice es más factible utilizarlo en el área de estudio una vez que se cuente con más información que será recolectada en los próximos meses.

Fruto del trabajo conjunto entre EcoCiencia y el Dr. Wills Flowers se cuenta con información preliminar sobre la composición de los grupos de macroinvertebrados de varios de los ríos de ambas microcuencas.

En la microcuenca del río Illangama se analizaron 5 riachuelos entre junio de 2006 y julio de 2007, los sitios analizados fueron: 1) Río Culebrillas 1, en la vertiente del río Culebrillas, 2) Río Culebrillas 2, a la altura de la comunidad de Culebrillas, 3) Río Illangama, en el puente en la vía Quindigua-Culebrillas, y 2 sitios en el páramo del arenal. Mientras en la microcuenca del río Alumbre se analizaron 3 puntos, 1) Quebrada Panecillo, 2) Bosque del Tiquibuzo, y 3) río Chimbo en el puente en la vía Chillanes-Riobamba. En los anexos se presenta la lista de coordenadas de todos los sitios donde se efectuaron las colecciones de macroinvertebrados. Muestras adicionales están aun siendo procesadas.

Como un ejemplo de la valoración de un índice de calidad de agua utilizaremos el índice EPT presentado por Carrerra y Fierro (2001), y elaborado por EcoCiencia. El índice EPT se calcula dividiendo el total de EPTs, (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera) para el total de macroinvertebrados colectados en un sitio determinado. El resultado se multiplica por 100, y se obtiene un valor entre 0 y 100 %. De acuerdo al resultado obtenido se compara con los siguientes valores y se determina la calidad del agua del sitio.

Calidad del agua

75 – 100%	Muy buena
50 – 74%	Buena
25 – 49%	Regular
0 – 24%	Mala

Río Illangama

Al calcular el índice EPT para las muestras colectadas en esta microcuenca, se determinó que la calidad del agua de los ríos Culebrillas 1, Culebrillas 2, Páramo de Arenales 1, y Páramos de Arenales 2 fue *Regular*, solamente el río Illangama tuvo una calidad *buena* basada en el índice EPT (Tabla 4). Estos resultados demuestran que no se pueden aplicar sin modificaciones índices desarrollados para otros sitios en el páramo, pues sabemos que el agua más limpia es la del río Culebrillas 1 y 2, que tienen poca influencia humana. Sin embargo debido a que el índice EPT utiliza únicamente a los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera como los

indicadores de buena calidad de agua, y resta la importancia de otros grupos como indicadores.

Tabla 4. Índice EPT de calidad de agua para la microcuenca del río Illangama.

Orden	Sitio				
	Río Culebrillas 1	Río Culebrillas 2	Páramo Arenales 1	Páramo Arenales 2	Río Illangama
Ephemeroptera	222	92	108	7	124
Plecoptera	0	5	0	0	1
Trichoptera	89	57	16	98	4
Diptera	184	238	57	17	99
Coleoptera	0	50	5	27	24
Hirudinea	4	0	2	7	0
Amphipoda	196	4	159	97	6
Planariidae	51	2	1	20	0
Gordioidea	0	0	0	0	1
Oligochaeta	23	0	0	0	0
Total	769	448	348	273	259
Total EPT	311	154	124	105	129
<i>EPT</i>	40	34	36	38	50
Calidad	Regular	Regular	Regular	Regular	Buena

Río Alumbre

Al calcular el índice EPT para las muestras colectadas en esta microcuenca, se determinó que la calidad del agua del río Chimbo y Quebrada Panecillo fue *muy buena* y Tiquibuzo fue *buena* basados en el índice EPT (Tabla 5). En este caso, índice EPT sobreestimó la calidad del agua, especialmente en el caso del río Chimbo que resultó con calidad Muy buena, cuando sabemos que es un río que está afectado por contaminación de diversas fuentes provenientes de las ciudades de Guaranda, Chimbo, y San Miguel y las fuentes provenientes de la agricultura y la ganadería. En el caso de los sitios Tiquibuzo y Qda. Panecillo el índice EPT refleja mejor las condiciones de estos dos sitios que son de referencia pues tienen una buena calidad de agua y un buen estado de cobertura vegetal en sus riberas.

Tabla 5. Índice EPT de calidad de agua para la microcuenca del río Alumbre.

Orden	Sitio		
	Río Chimbo	Tiquibuzo	Qda. Panecillo
Ephemeroptera	123	163	103
Plecoptera	12	26	20
Trichoptera	305	64	76
Odonata	0	1	1
Megaloptera	6	0	0
Diptera	41	56	4
Coleoptera	9	42	43
Hemiptera	0	13	0

Gastropoda	0	6	0
Hirudinea	3	0	0
Acarina	0	1	0
Amphipoda	9	55	0
Planariidae	0	1	0
Gordioidea	0	2	0
Oligochaeta	13	0	0
Total	521	430	247
Total EPT	440	253	199
EPT	84	59	81
Calidad	Muy buena	Buena	Muy buena

Los resultados preliminares aquí presentados sobre calidad de agua utilizando uno de los índices conocidos como es el índice EPT, nos indica que se necesitan efectuar muchas más colecciones y/o ajustar otros índices a la zona de estudio.

3.3. Indicadores de actividades humanas

Adicionalmente al uso de bioindicadores es necesario implementar el uso de indicadores de actividades humanas en ambas microcuencas. Se necesita de esta información adicional para complementar la información que puedan generar los bioindicadores y entender como los miembros de las comunidades están utilizando los recursos naturales en las microcuencas. De las encuestas efectuadas a los pobladores de ambas microcuencas ya se posee una información preliminar de como están usando los bosques y zonas naturales para suplir sus necesidad. Para este fin se propone que las siguientes actividades sean monitoreadas.

3.3.1. Plantaciones de especies exóticas.

Las plantaciones de especies exóticas, se efectúan en ecosistemas frágiles como son las zonas de páramo. Se conocen de efectos adversos de la plantación de pinos en estas áreas que provocan en el suelo acidificación, reducción de la humedad, materia orgánica y fósforo (Hofstede, 1997) en las áreas de suelo bajo las plantaciones de pinos. Además, para la siembra de pinos se destruyen remanentes de vegetación natural, y las comunidades reportan reducción de insectos beneficiosos, de la fauna local, se reducen los refugios para las aves y se afectan las fuentes de agua (Vidal, 2007).

Por estas razones es importante establecer un sistemas de monitoreo que permita establecer la cantidad de pinos que se están sembrando en las comunidades y establecer las áreas donde se están efectuando estas actividades. Por lo que se propone que las comunidades lleven un registro de todas las plantaciones nuevas que se realicen en el área de influencia de sus comunidades. El registro de estas actividades se lo efectuará mediante formularios que serán

llenados por parte de miembros de las comunidades y actores locales. Las personas encargadas de llenar estos registros serán las personas que participen en el monitoreo comunitario de biodiversidad. A la comunidad piloto donde se efectúe el monitoreo se les proporcionará un mapa de su comunidad para que se pueda registrar las áreas donde se efectuaren las siembras de nuevas plantaciones de pinos o especies exóticas. Estas plantaciones se presentan mayoritariamente en la microcuenca del río Illangama.

3.3.2. Quemadas en el páramo

Una práctica común en las áreas de páramo es la quema de grandes áreas de pajonales para estimular el crecimiento de forraje para la alimentación del ganado. También existe la creencia que al efectuar las quemadas de pajonales se estimula la formación de nubes y por tanto se espera que ocurran lluvias luego de estas actividades. Sin embargo, estas actividades son muy dañinas para la biodiversidad de los páramos. Por tanto, es importante también llevar un registro de estas actividades de quemadas en los alrededores de las comunidades que efectúen el monitoreo comunitario. Del mismo modo, se llenarán formulario por parte de los miembros de las comunidades se sean capacitadas, en los cuales se registrarán estas actividades efectuadas en la zona. Esta práctica de quemadas se presenta mayoritariamente en la microcuenca del río Illangama.

3.3.3. Deforestación

Otra actividad humana que debe ser monitoreada es la deforestación. La deforestación provoca una reducción en la biodiversidad provocada por la pérdida de hábitat para las especies. Para evaluar los cambios provocados por la deforestación se utilizarán formularios en los que se establezca el área aproximada que fue deforestada y para que actividad se utilizará dicha área. Del mismo modo como en los casos anteriores, las personas capacitadas para efectuar el monitoreo de biodiversidad serían los encargados de llevar los registros de esta actividad. La deforestación es un problema que afecta principalmente a la microcuenca del río Alumbre.

Para el registro de actividades humanas se entregará a las comunidades mapas con el mayor detalle posible de su área de influencia, donde se incluirán la cobertura vegetal, ríos y quebradas, y poblados. El mapa entregado será dividido en cuadrantes para facilitar la ubicación por parte de la comunidad del sitio donde se efectúan estas actividades.

En el futuro se pueden incluir nuevos bioindicadores a nivel de especie, grupos o también indicadores de actividades humanas, todo esto dependiendo de la disponibilidad de información que se genere a futuro en la zona. A pesar de haber seleccionado solamente a pocas especies como bioindicadoras para la zona de estudio, todas las especies registradas son importantes para el mantenimiento de la biodiversidad de la zona. Como se mencionó previamente, muchas especies y grupos pueden ser catalogados como bioindicadores, sin embargo, el gran limitante es la disponibilidad de información y estudios específicos sobre el efecto de una determinada actividad sobre las especies de interés.

En la sección Anexos se presentan los formularios sugeridos para utilizar para efectuar el registro de actividades humanas en las microcuencas.

4. Acciones futuras

Una vez presentados los bioindicadores a utilizarse en ambas microcuencas es necesario que se inicien talleres de información y de capacitación en temas ambientales y específicamente sobre los bioindicadores en las comunidades. Si no se efectúan estas capacitaciones no se podrán implementar los procesos de monitoreo al interior de las comunidades.

Se debe conformar un grupo de miembros de las comunidades para que sean capacitados en el monitoreo de bioindicadores y de actividades humanas conjuntamente con actores de organizaciones locales y/o de la Universidad de Bolívar para garantizar que el proceso de monitoreo sea continuo y que persista durante y luego de la ejecución del presente proyecto.

Se necesitan continuar con más estudios para registrar nuevas especies que pueden estar presentes en la zona y que potencialmente pueden ser utilizadas como bioindicadores de los cambios que ocurren por las actividades humanas en ambas zonas.

A pesar de que se sugiere utilizar las aves y plantas como indicadores en este documento, no se debe pasar por alto al resto de grupos biológicos como son los mamíferos, anfibios y reptiles ni a otras especies diferentes de plantas y aves de las presentadas en este documento.

5. Literatura consultada

Armitage, P. D., Moss, D., Wright, J. F. y Furse, M. T., 1983. The performance of a new biological water quality score based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Research*, 17:333-347

Benítez, V., M. Larrea, y L. Carrasco. 2005. Propuesta metodológica (tentativa) para un programa de monitoreo de aves, en la Gran Reserva Chachi. Esmeraldas-Ecuador. EcoCiencia. Quito, Ecuador.

BirdLife International. 2006. Species factsheet: *Pionus sordidus*. Bajada de <http://www.birdlife.org> on 18/1/2007

BirdLife International. 2006. Species factsheet: *Phalcoboenus carunculatus*. Bajada de <http://www.birdlife.org> on 18/1/2007

BirdLife International (2006) Species factsheet: *Chamaepetes goudotii*. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on 18/1/2007

BirdLife International (2006) Species factsheet: *Nothocercus julius*. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on 18/1/2007

Calles, J. A. & Salvador, D. (editores). 2006. Diagnóstico preliminar de la biodiversidad en las microcuencas del río Alumbre e Ilangama, afluentes del río Chimbo, provincia de Bolívar. EcoCiencia. Quito-Ecuador.

Carrera, C. & Fierro, K. 2001. Manual de monitoreo. Los Macroinvertebrados Acuáticos como Indicadores de la Calidad del Agua. EcoCiencia. Quito.

EcoCiencia. 2003. Sistema de Monitoreo Socio-ambiental. Quito.

Hofstede, R. 1997. El impacto ambiental de plantaciones de *Pinus* en la sierra del Ecuador. Resultados de una investigación comparativa. Proyecto ECOPAR-Universidad de Ámsterdam. Ámsterdam.

Jorgensen, P.M. y León-Yáñez, S. 1999 (eds.). Catalogue of the vascular plants of Ecuador. Missouri Botanical Garden.

Josse Moncayo, C. E. 1989. Estudio taxonómico de las especies de hojas enteras de *Orepanax* (Araliaceae) en el bosque montano ecuatoriano. Tesis de Licenciatura. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Ridgely, R.S. y P.Greenfield. 2001. The Birds of Ecuador. Volume II. Field Guide. Cornell University Press. New York, USA.

Rodríguez, N., D. Armenteras, M.H. A. Rincón; M. Morales y S. Sua. 2005. Forest Biodiversity Indicators in the Colombian Andes. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

IUCN 2006. 2006 IUCN Red List of Threatened Species. <www.iucnredlist.org>. Revisado Marzo 2007.

Ulloa Ulloa, C. & P. M. Jorgensen (2004 -2007). Árboles y arbustos de los Andes del Ecuador. http://www.efloras.org/flora_page.aspx?flora_id=201

Ulloa Ulloa, C. & Pitman, N. 2003. *Berberis laidivo*. In: IUCN 2006. 2006 IUCN Red List of Threatened Species. <www.iucnredlist.org>. Revisado marzo 2007.

Valencia, R., Pitman, N., León-Yáñez y Jorgensen, P.M. (eds.). 2000. Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador 2000. Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Vásquez, I. 2006. Diagnóstico preliminar de la avifauna en las microcuencas del río Illangama y río Alumbre. *en* Calles, J. A. & Salvador, D. (editores). Diagnóstico preliminar de la biodiversidad en las microcuencas del río Alumbre e Illangama, afluentes del río Chimbo, provincia de Bolívar. EcoCiencia. Quito-Ecuador.

Vidal, V. 2007. Impactos de la aplicación de políticas sobre cambio climático en la forestación del páramo del Ecuador. <http://www.wrm.org.uy/countries/Ecuador/paramos.html> Revisada: Marzo 2007.

Villarreal H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina y A.M. Umaña (2006). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Segunda edición. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.

6. Anexos

Formulario para registros de mamíferos grandes.

Microcuenca:

Sitio:

Fecha	Sitio de registro	Nombre común	Especie	Observaciones	Persona que reporta

Formulario para registros de actividades humanas. Plantaciones forestales de especies exóticas.

Microcuenca:

Sitio:

Fecha	Lugar de plantación	Especie plantada	Cantidad de árboles	Observaciones	Ubicación en mapa # de cuadrante

Formulario para registros de actividades humanas. Quemas en el páramo.

Microcuenca:

Sitio:

Fecha	Lugar de quema	Vegetación afectada	Observaciones	Ubicación en mapa # de cuadrante

Formulario para registros de actividades humanas. Deforestación.

Microcuenca:

Sitio:

Fecha	Lugar deforestado	Especies taladas	Observaciones	Ubicación en mapa # de cuadrante

Lista de coordenadas de los sitios de muestreo en las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre.

Sitio	Lat	Long	Alt. (m)
Oda. Panecillo	-1,9258	-79,01948	1952
Río Chimbo	-1,87523	-79,01552	1815
Río Illangama	-1,48842	-78,92934	3412
Río Culebrillas 1	-1,5082	-78,68817	4134
Río Culebrillas 2	-1,53801	-78,90223	3727
Bosque Tiquibuzo	-2,02336	-79,09105	2415
Páramo de Arenales 1	-1,43146	-78,92353	4013
Páramo de Arenales 2	-1,43095	-78,92353	4013