

PRIMER HALLAZGO DE UNA POBLACIÓN PALEOENDÉMICA DEL PEZ *Grundulus* cf. *bogotensis* (Humboldt, 1821) EN LOS ALTOS ANDES DEL ECUADOR

Ramiro Barriga S.¹ y Esteban Ternaus²

¹*Departamento de Ciencias Biológicas, Escuela Politécnica Nacional,
Casilla 17-01-2759, Telefax 2236690
E-mail: rbarriga@server.epn.edu.ec
Quito, Ecuador*

²*Departamento de Ciencias Biológicas, PUCE
E-mail: eternaus@puceuiio.puce.edu.ec
Quito, Ecuador*

RESUMEN

Se documenta la presencia del pez de la familia Characidae en las lagunas El Voladero ubicadas en la región septentrional de los Andes del Ecuador. Este hallazgo, es importante desde el punto de vista biogeográfico y evolutivo ya que se registra a *Grundulus* cf. *bogotensis* por primera vez en un lago ecuatoriano de alta montaña (3680 msnm), siendo la localidad típica el Valle de Bogotá-Colombia. El sistema lacustre del Páramo de El Angel es de gran importancia biológica por tres causas: 1) su ubicación en el Páramo Húmedo, con una flora especial alrededor de la laguna, dominada principalmente por los "frailejones" (*Espeletia pycnophyllia*), 2) la diferenciación de las macrofitas acuáticas, y 3) el reciente descubrimiento de la presencia de una población relictica de peces. Esta combinación de valores biológicos de las lagunas El Voladero, amerita que el Ministerio de Ambiente, preste mayor atención de carácter técnico-científico a las actividades de conservación. Se sugiere preservar el nivel del agua de la laguna, el entorno lótico, el acuífero y el escurrimiento del agua almacenada en el área circundante de la laguna para prevenir la extirpación de esta especie relictica. Se recomienda que la especie exótica, la trucha arcoiris (*Onchocynchus mykiss*), sea erradicada del ecosistema acuático.

Palabras clave: Peces, Zoogeografía, Characidae, *Grundulus*, Lagunas El Voladero, Páramo, Ecuador.

ABSTRACT

The presence of characoid fish, *Grundulus* cf. *bogotensis*, in coolwater lake of the northern Andes of Ecuador has great significance biogeographically and evolutionarily because this is the first time native fishes have been found in a high-altitude (i.e., 3680 m)

Ecuadorian lake. The type locality of this fish is in the distant valley of Bogotá, Colombia. The great biological importance of this lake system is: 1) its location in the Humid Paramo, its special floristics composition around the lake, in particular the "frailejones" (*Espeletia pycnophyllia*); 2) the distinct assemblage aquatic macrophytes, and 3) the recent discovery of the occurrence of a relict fish population. This combination of biological values that is contained in the area of lagoon El Voladero adds merit to the need for the Ministry of the Environment to continue providing scientific and technical attention to the conservation activities. It is necessary to preserve the level of water in the lagoons, the connecting streams, the associated aquifers, and the storage of water in the area around the lagoons. To prevent extirpation of this relict fish population, we recommend that the exotic rainbow trout (*Onchorcynchus mykiss*) be eradicated from the system.

Key Words: Fishes, Zoogeography, Characidae, *Grundulus*, El Voladero lagoon, paramo, Ecuador.

INTRODUCCIÓN

Una población relicta de peces characiformes (*Grundulus* cf. *bogotensis*) (Fig. 1), fue colectada en las lagunas El Voladero, Reserva Ecológica El Angel. Esta laguna es el límite de distribución de un sistema lacustre que se relaciona con la presencia florística del "Sector Norte y Centro de los Valles Interandinos Cordillera Occidental de los Andes", en la que se reconoce al "Páramo" en la cual sobresalen importantes plantas como los "frailejones". La vegetación acuática ribereña donde habitan los *Grundulus* cf. *bogotensis*, corresponde al "herbazal lacustre montano" (Sierra, 1999). Antes del presente hallazgo no se había registrado peces nativos y más aún de la familia Characidae en altitudes superiores a los 3000 metros. Sobre el límite altitudinal de los 3100 metros habita una sola especie nativa de la familia Astroblepidae (*Astroblepus* sp.) y la especie exótica la trucha arcoiris utilizada en las piscifactorias. Al analizar la distribución de *Grundulus* cf. *bogotensis*, le definimos como una especie paleoendémica o epibiótica. De la comparación de los ejemplares colectados, en Ecuador y Colombia, se concluye que los peces de ambas poblaciones andinas se caracterizan por tener una línea lateral incompleta, orificios presentes en las seis primeras escamas, amplia distancia entre los anillos simples de las aberturas nasales, ausencia de una aleta adiposa y disminución de escamas en la nuca y en el vientre. Gery (1978), realiza un análisis morfológico superficial y le ubica en una línea filogenética convergente a dos grupos de peces, en la cual la distribución de la tribu Grundulini está representado por la especie *Grundulus* cf. *bogotensis*; la cual habita el noroccidente de Sur América, en el valle de Bogotá-Colombia; y otras dos especies: *Spintherobolus typicus* y *Spintherobolus broccae* habitan en el sudeste de América del Sur, en cuerpos de agua cercanos a Río de Janeiro, Brasil. De acuerdo al mismo autor se considera algunos caracteres de reducción, que los asemejan a los peces del género *Tyttobrycon*. Eigenmann (1915), separa a *Grundulus* cf. *bogotensis* de otras especies de la subfamilia Cheirodontinae.

Weitzman y Malabarba (1999), realizan una revisión y describen dos especies nuevas de *Spintherobolus*, a la vez que se refieren al parentesco que existe con la especie colombiana *Grundulus* cf. *bogotensis*, además, mencionan las relaciones filogenéticas existentes en la subfamilia Cheirodontinae. Ellos concluyen que *Grundulus* y *Spintherobolus* tienen una similaridad superficial, una morfología convergente pero en realidad no se encuentran relacionados estrechamente. Así, *Spintherobolus* es un miembro cercano de Cheirodontinae, pero *Grundulus* tiene un dudoso parentesco. Los caracteres ecológicos, edáficos y florísticos del páramo El Angel, hacen de las lagunas El Voladero, un sistema singular para la supervivencia de la especie *Grundulus* cf. *bogotensis*, cuya población podría alterarse si el ecosistema terrestre sufre un impacto de tipo antrópico.

ÁREA DE ESTUDIO

Las lagunas El Voladero constituyen el principal ecosistema léntico de la Reserva Ecológica El Angel, ubicada a 3680 m de altitud (00°40'N 77°52'W) (Fig. 1). En el citado ecosistema léntico nace el río Bobo que desemboca en el río Carchi, afluente principal del río Mira, al noroeste y a 87 Km de la parroquia El Angel, provincia del Carchi, Cantón Espejo. La antigua vía que une las ciudades de El Angel y Tulcán, cruza a 3 km de distancia de la laguna. La laguna central tiene una extensión de 72 m. La profundidad en algunos sitios no pasa de los 3 m y en la parte media no es mayor a 1.5 m, en la orilla tiene una media de 0.80 m. El sustrato es limoso. Las tres lagunas se encuentran interconectadas a través de pequeños riachuelos. Es posible que el nivel sufra fluctuaciones por el uso del agua o debido a cambios climáticos y estacionales. Los peces se encuentran refugiados en la zona marginal pantanosa y no en aguas abiertas donde podrían ser fáciles presas de las truchas.

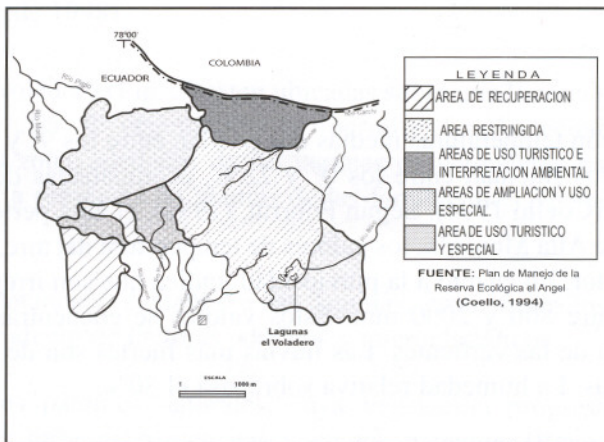


Fig. 1. Lagunas El Voladero y zonificación de la Reserva Ecológica El Angel

Geología

Las lagunas El Voladero son de origen glacial. La orogénesis de los Andes Ecuatorianos se inicia en el Eoceno, pero el levantamiento principal de los Andes aconteció en el Plioceno (Zamora y Litherland 1993). En el Pleistoceno y Holoceno se hace referencia a la formación Pisayambo que tiene una distribución muy amplia, tiene su límite norte, en el centro de Colombia (Manizales) y está constituida por lavas y piroclásticos con una composición de andesita basáltica y andesita (Hall 1977).

Suelos

En cuanto al suelo la zona del Páramo bajo (entre 3400-4000 m), el horizonte A es negro y bastante profundo (puede llegar a más de 50 cm). Son suelos de textura media con propiedades ándicos, alofánicos, no ácidos, constituido por abundante vidrio volcánico (Colmet-Daage 1980; Stadel 1986).

Los suelos ándicos muestran cambios drásticos cuando son sometidos al secado con el aire, provocando la contracción y ordenamiento de los agregados del suelo, dando origen a una dinámica diferente de las propiedades físicas. Estudios de laboratorio de los suelos ándicos de Ecuador y Colombia indican que al someterse al secado se reduce permanente la capacidad de retención de agua, se incrementa la densidad aparente, los agregados aumentan en tamaño y la permeabilidad se reduce (Colmet-Daage 1967; Pinzón 1992). En consecuencia la susceptibilidad a la erosión por agua y viento se aumenta (Warkentin y Maeda 1980). En la Reserva Ecológica El Angel, el suelo predominante proviene de cenizas volcánicas franco arenosas y profundas, con una amplia retención del agua, un pH ácido y un alto contenido de materia orgánica.

Clima

El clima es frío con temperaturas medias que oscilan entre los 9° y 11°C, pero los extremos absolutos fluctúan entre los 0° y 22°C, acompañadas de un patrón de lluvias irregular, (Coello 1994). Según Pourrut, (1983), el área pertenece al Clima Ecuatorial Frío de Alta Montaña, los valores de temperatura del aire, coinciden con los del primer autor. En cuanto a la pluviosidad indica que son irregulares y están comprendidos entre 800 y 2000 mm. Estos valores se encuentran sujetos a la altura y al estado de las vertientes. Las lluvias más fuertes son de larga duración pero poco intensas. La humedad relativa sobrepasa el 80%.

Flora

Las lagunas El Voladero desde el punto de vista fitogeográfico considerando la

propuesta de las Formaciones Vegetales (Sierra 1999), se encuentran ubicadas en el sector norte y centro de la Cordillera Occidental, muy cerca del límite con Colombia. Los páramos de esta región, situados entre 3500 y 3700 m de altitud están cubiertos por la subespecie endémica de frailejón *Espeletia pycnophyllia angelensis*, que observadas en conjunto dan la apariencia de verdaderos bosques. Esta especie habita desde los Páramos de Venezuela y Colombia hasta el sur de la provincia del Carchi en la Cordillera Occidental del Ecuador. En el área habitan especies emblemáticas del páramo que han conseguido desarrollar caracteres especiales para soportar la adversidad del clima como es la presencia de "vellos" en las hojas (*Senecio* sp., *Lupinus* sp., *Oritrophium* sp.), entre otras. Estas especies protegen el meristema dentro de una "roseta acaulecente" de hojas adultas (*Hieracium* sp., *Hypochoeris* sp., *Eryngium* sp., *Plantago* sp.), y otras plantas con hojas esclerofilas presentan una cutícula gruesa (*Escalloma* sp., *Esperomeles* sp., *Polylepis* sp., *Loricaria* sp., *Chuquiraga* sp.), (Hofstede 1998).

CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS

Sin lugar a dudas la flora que encierra a los sistemas lacustres es un elemento importante en la dinámica biótica del páramo. Además, existen tres especies de plantas que juegan un papel importante en el ecosistema en estudio, el frailejón que es la especie común e indicadora del Páramo Húmedo, la gramínea (*Stipa* sp. y *Calamagrostis*) que tienen gran importancia ecológica por su contribución en la biomasa, por su gran cobertura del suelo y su capacidad de retención de agua y nutrientes. Dichas especies, interactúan en forma conjunta con las plantas en forma de penachos. La paja esconde los meristemas dentro de una masa de hojas vivas y muertas, al mantener las hojas inactivas dentro de la estructura de la planta, también conservan los nutrientes por encima del suelo, es importante mencionar que la vegetación descrita puede retener 3 mm de agua de lluvia (Hofstede 1998).

Las lagunas El Voladero (Fig. 2) están ubicadas sobre una llanura extensa donde el tipo de topografía y vegetación no permite una adecuada escorrentía, convirtiendo las zonas aledañas de las lagunas en verdaderos pantanos en cuyo paisaje domina la presencia de plantas de las familias de Cyperaceae, Poaceae y Juncaceae.

Los sectores pantanosos aledaños a las lagunas, están rodeados de vegetación azonal, como producto de factores edáficos y microclimáticos.

Es propia de los páramos naturales, cuya vegetación progresa en las partes húmedas, en las turberas o cienegas y en los pantanos (Rangel 1995). Estos hábitats se caracterizan por las condiciones anaeróbicas del suelo que inhibe la descomposición del material vegetal, por lo tanto, casi la totalidad del suelo posee material orgánico. Estas formaciones son de mucha importancia ecológica ya que



Fig. 2. Lagunas El Voladero, Reserva Ecológica El Angel



Fig. 3. Hábitat pantanoso del pez (*Grundulus cf. bogotensis*) junto a las Lagunas El Voladero

forman grandes cuerpos de agua estables y las quebradas y ríos de la zona andina, encuentran su fuente en turbales y pantanos (Fig.3). Generalmente se encuentran en valles donde se acumula agua (Guhl 1968; Morato 1981). La vegetación del pantano tiene plantas sueltas que tienen sus raíces en el agua, son plantas monocotiledóneas de hasta un metro de altura, de las familias Juncaceae y Cyperaceae de los géneros: *Juncus*, *Eleocharis*, *Carex*, *Rhynchospora* y *Cortaderia*, de la familia Poaceae. Entre estas monocotiledóneas grandes se hallan muchas especies típicas de turberas, como: *Valeriana plantaginea*, *Rumex tolimensis*, *Oritrophium limnophyllum*, *Isolepis unundata* e *Isoetes* sp, (Rangel 1995, Jorgensen y Ulloa 1994).

La flora marginal es muy típica de las lagunas septentrionales andinas. Por ejemplo *Elatine ecuadoriensis* es una especie endémica del Ecuador. Entre otras especies importantes citamos: *Isolepis inundata* (Cyperaceae); *Callitriche deflexa* (Callitrichaceae); *Crassula vanezuelensis* (Crassulaceae); *Myrophillium quitense* (Haloragaceae); *Juncus stipulatus* y *J. articus*, *Scirpus californicus* (Juncaceae), *Potamogeton filiformis*, *P. Striatus* (Potamogetonaceae).

La vegetación acuática común en el área de estudio está compuesta por

especies emergentes y otras sumergidas. En las orillas de la laguna, la especie dominante es *Juncus articus* que puede crecer hasta las profundidades superiores a los 2 m y emerger del agua hasta 1 m de altura. Esta especie tiene reproducción vegetativa (rizomas), característica que le ha permitido colonizar el litoral de la laguna. Entre las especies sumergidas, las más comunes: *Utricularia obtusa* y *Potamogeton paramoanus*, crecen entre la vegetación emergente y las zonas pantanosas en las orillas de la laguna (Ternaus 1999). Además, se pudo identificar la presencia de algas filamentosas del grupo de las Characeae, creciendo entre la vegetación emergente.

De acuerdo a las condiciones físico-químicas, es una laguna oligotrófica que es pobre en nutrientes y poco productiva. Estas condiciones son propias de las lagunas de páramo. El pH del agua es ligeramente ácido (5.5) y su conductividad no sobrepasa los 15 us. La temperatura del agua superficial oscila entre los 10° y 17°C, este rango está sujeto a variaciones por la hora del día y la época del año.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los peces *Grundulus* cf. *bogotensis* fueron colectados accidentalmente por uno de los autores del presente trabajo (E. Ternaus), durante el desarrollo de un proyecto de investigación sobre la ecología y distribución de macrofitas de las lagunas andinas del Ecuador. La colección de los peces fue realizada por una red de mano de malla fina, utilizada en la colección de plantas acuáticas. Los peces fueron fijados en formol al 10% y luego preservados en alcohol al 73%. Adicionalmente, diez ejemplares fueron mantenidos en un acuario y otros recipientes de vidrio, alrededor de dos meses, al cabo del cual murieron los ejemplares y se procedió a su conservación.

Material examinado

USNM 360016, 8 especímenes. Lagunas El Voladero, colectados entre la vegetación acuática de la ribera. 12 de Julio 1998. Col. E. Ternaus. MEPN 2369. 16 especímenes. Lagunas El Voladero, colectados bajo la vegetación acuática de ribera. 24 Enero de 1999. Col. E. Ternaus.

DISTRIBUCIÓN

Gery (1978) al referirse a la distribución de dos tribus de characiformes, cuyas especies se encuentran algo emparentadas, afirma que la primera corresponde a la tribu Grundulini y está representada por *Grundulus* cf. *bogotensis*, conocida del noroccidente de América del Sur en los valles de Bogotá-Colombia. La segunda es la tribu Probolodini con dos especies: *Spinterobolus broccae* y *Spinterobolus pelliferus*, especies que habitan al sureste de América del Sur en cuerpos de agua

circundantes de Río de Janeiro-Brasil.

Creemos que el área ancestral de distribución de *Grundulus cf. bogotensis*, tenía una mayor amplitud. Además, es posible que las condiciones ecológicas eran homogéneas dentro de un área total que le definimos como "continua".

Debido a la presencia de diferentes eventos geológicos el "área continua", se fragmentó y al momento cuenta tan solo con dos sectores: el primero, conformado por las localidades colombianas aledañas a Bogotá y el segundo constituido por el sistema lacustre El Voladero. Las citadas localidades se encuentran separadas por una extensión territorial de aproximadamente 850 Km que le convierte en un "área disjunta". En el corredor de separación, existen numerosos cuerpos de agua que tienen similares características ecológicas a las descritas; sin embargo, no existen registros de la tribu Grundulini. Las lagunas El Voladero presentan limitaciones ecológicas que han influido en la extensión del área. Los límites han sido impuestos por el grado de "laxitud ecológica o adaptabilidad" alcanzada a través del tiempo (Margalef 1982).

Es posible que en el pasado, *Grundulus cf. bogotensis*, haya ocupado un área más amplia y por lo tanto el área que actualmente ocupan las lagunas El Voladero se considera como una localidad reliquia o relictas. Este acontecimiento histórico-ecológico, ubica a esta especie en la categoría de paleodémica o epibiótica.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE *Grundulus cf. bogotensis*

Son peces de la familia Characidae, de pequeño tamaño, presentan la forma de un ciprinodontido, su cuerpo no es muy comprimido y carecen de aleta adiposa (Fig. 4). Varios autores entre ellos Gery (1978), agrupan a los peces en dos subunidades: la primera abarca a las especies que no tienen aleta adiposa, mientras que en la segunda incluye a los ejemplares que cuentan con aleta adiposa con excepción de la especie *Tythobrycon* sp.

El pez *Grundulus cf. bogotensis* mide 51.8 mm de largo estándar y el largo de la cabeza 15.1 mm, presentan su perfil un poco diferente (Fig. 4) al representado en la Lámina 2, Fig. 1 de Eigenmann (1915). La base de la aleta dorsal no es tan convexa. Luego de la captura y al ser sumergidos en el formol, las papilas presentes en las mejillas estaban desarrolladas, mientras que en el alcohol se presenta en la Fig. 4b; y, la distribución sobre la superficie ventral de la cabeza, en la Fig. 4c. Con relación a la presencia de los orificios nasales en *Grundulus* se puede anotar: 1) que es la única especie entre los carácidos que tiene los orificios nasales ampliamente separados entre los anteriores que son simples y redondeados, con los posteriores de forma triangular, 2) si nos referimos a los eritrínidos que también tienen separados los orificios nostrales, estos se encuentran comunicados directamente por un tubo.

3) Con relación a los Cheirodontinos y todos los carácidos, los peces de la subfamilia mencionada, tienen los orificios nostrales muy próximos entre sí y están separados por una lámina (una pequeña aleta de piel). Es necesario enfatizar que



Fig. 4. *Grundulus* cf. *bogotensis*, Lagunas El Voladero

según, Weitzman y Malabarba (1999) en la tribu Grundulini, sólo *Grundulus* posee la condición 1, mientras que en la tribu Probolidini la cercanía de los orificios nasales corresponde a los Cheirodontini, como sedemuestra en las figuras publicadas por Eigenmann (1915), Gery (1978), Weitzman y Malabarba (1999). La línea lateral es incompleta, las primeras seis escamas están perforadas, carece de aleta adiposa, tiene una pequeña aleta anal. Las aletas pélvicas se aproximan ligeramente atrás del origen de la aleta anal. Las aletas pectorales son anchas y llegan hasta la mitad de las aletas ventrales. Las aletas de los peces jóvenes presentan una carnosidad como es frecuente en los eritrínidos jóvenes (Fig. 5d). El margen de la aleta dorsal es redondeado, la aleta caudal está débilmente bifurcada y los lóbulos son cortos.

Las escamas dorsales disminuyen del tamaño desde la cabeza hasta llegar al inicio del pedúnculo caudal. Las escamas están ausentes a lo largo de la línea media dorsal de la nuca hasta el origen de la aleta dorsal. También no existen escamas desde el pecho, sobre el vientre hasta nivel de las aletas pélvicas. A lo largo del cuerpo se notan manchas oscuras, ubicadas en la base de las escamas que en conjunto están distribuidas en forma reticulada. Posee una pequeña mancha humeral sobre la segunda y tercera escama lateral, no existe una mancha caudal. El rastrillo branquial es corto. La fontanela frontal es alargada (Fig.5a).

La distancia entre las aberturas nasales es amplia, por lo tanto no cuenta con una lámina intermedia entre éstas, es un carácter particular de los peces de las tribus Grundulini y Probolodini (Fig. 5b). La forma y tamaño del hocico son moderados. El maxilar es de posición oblicua y su largo es igual al del ojo. El premaxilar tiene nueve dientes y el dentario quince, su forma es cónica.

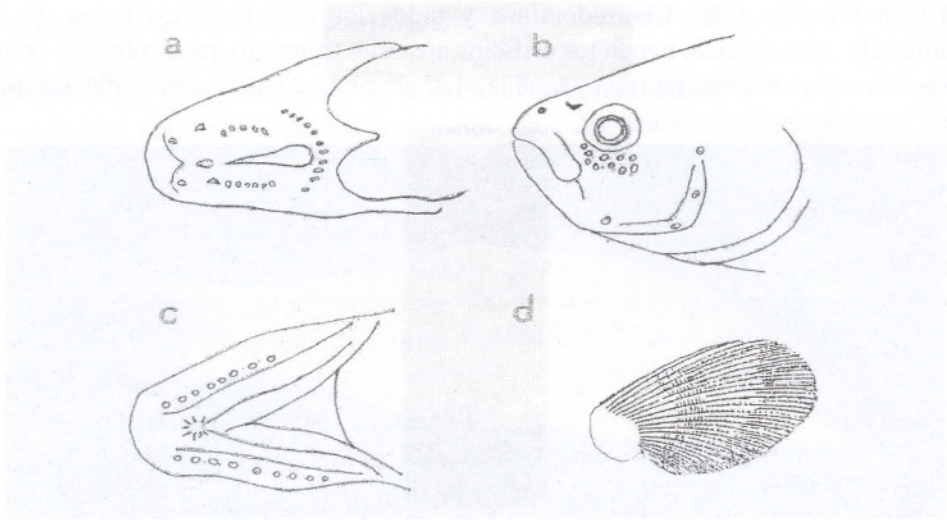


Fig.5: a,b,c,d. Distribución de los modelos de neuromastos tegumentarios en la cabeza de *Grundulus* cf. *bogotensis*; d. Presencia de carnosidades en la base de la aleta pectoral.

CONSERVACIÓN DEL SISTEMA LACUSTRE

El recurso agua de las diferentes cuencas hidrográficas del Ecuador se genera en la Cordillera de los Andes. El 10% de la población que vive en las montañas es pobre; mientras que la población que habita en áreas de menor altitud depende directamente de la montaña para su suministro de agua.

Las montañas se encuentran seriamente amenazadas ya que están sujetas a coerciones intensas debido a que sus vertientes cruzan por terrenos escarpados y están expuestas a la lluvia, viento, nieve y las llanuras que les rodean. A consecuencia de estos eventos se presenta la erosión que puede ser natural y como efecto de la remoción y el mal manejo de las tierras. Además, inciden en el incremento de sedimentos en los cauces medios y bajos de los ríos.

El ciclo de cambio de agua azul (estado natural) en agua verde (compuesta por los organismos acuáticos y substrato) sufre transformaciones en la medida del aumento de las poblaciones humanas; por lo que es necesario establecer una estrategia para el manejo sostenible del agua.

Los ecosistemas acuáticos mantienen diferentes poblaciones de organismos tales como invertebrados, plantas y peces que aparentan encontrarse en equilibrio. El hallazgo de una población reliquia de *Grundulus* cf. *bogotensis*, exige que la laguna se mantenga en su estado natural ya que el sistema léntico no soportará el embate de impactos ambientales, tales como el uso del recurso, agua

para riego y otras actividades antrópicas. Su hábitat es muy sensible a los cambios en el nivel de las aguas ya que estos peces viven entre la vegetación acuática de las orillas, y al producirse disminución del nivel de las aguas, se podrían convertir en fácil presa de las aves acuáticas. Además, al eliminar la barrera que impide el paso de la trucha arcoiris (*Onchorcynchus mykiss*), en aguas abiertas serían muy vulnerables al ataque de este pez. Se recomienda a las autoridades ambientales, considerar la enorme importancia biológica que tiene el sistema lacustre de la Reserva Ecológica El Angel a fin de que se tomen acciones efectivas para la conservación de este ecosistema acuático.

El manejo adecuado de los ecosistemas es importante para mantener la calidad de las aguas dulces. Es conocido que en las masas de agua: la contaminación, el drenaje, canalización y la sobreexplotación han degradado y destruido los recursos bióticos de numerosos ríos y humedales de otras regiones montañosas del Ecuador.

Consideramos que es el momento oportuno de proteger la interacción entre los sistemas acuáticos y terrestres de la Reserva El Angel, sobre todo en el caso de los bosques marginales, las riberas lacustres y otros sectores pantanosos, lugares en que se produce un considerable intercambio entre las aguas subterráneas y freáticas.

En las zonas de amortiguamiento se han degradado o destruido, debido a la actividad humana, los ecosistemas de importancia crítica, tales como los bosques de las cuencas de captación, ríos, lagunas, humedales y ecosistemas acuáticos asociados. Estos ecosistemas deben restaurarse para recuperar las condiciones de las comunidades bióticas de la Reserva Ecológica El Angel.

Debido a que las lagunas El Voladero son de importancia ecológica, para la comunidad de peces reliquia, recomendamos eliminar la población de truchas arcoiris que habitan en las lagunas, por constituir potenciales depredadores de los peces *Grundulus*. Sugerimos realizar un monitoreo poblacional de peces y del nivel del agua de las lagunas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores presentan un especial agradecimiento al Dr. Stan Weitzman, Curador de la División de Peces del Museo Nacional de Historia Natural de los Estados Unidos de Norteamérica por la ayuda en la identificación del pez *Grundulus* cf. *bogotensis*. Al Dr. Donald Stewart de la Universidad de Syracuse-Estado de New York, por sus valiosos comentarios relacionados con el contenido científico del documento. A la licenciada Ana Almendáriz y al Dr. Luis Albuja del Departamento de Ciencias Biológicas de la Escuela Politécnica Nacional, por la revisión del texto.

LITERATURA CITADA

- Barriga, R. 1992. Peces de agua dulce del Ecuador. Edit. Politécnica, Biología 3, Vol. XVI (3) :7-84.
- Coello, F. 1994. Plan de Manejo de la Reserva Ecológica El Angel, Provincia del Carchi. Convenio MBS-INEFAN-IICA, Carchi.
- Colmet-Daage, F; F. Cucalón, M. Delaune; G. Sieffermann; J. Gautheyrou; M. Gautheyrou; G. Fusil; y M. Koukoi. 1969. Essai de caractérisation de quelques solds d'equateur dérivés de cendres volcaniques, 2 ére partie: Conditions de formation et d'Evolution. Cahiers ORSTOM, série pédologique V (4):353-392.
- Colmet-Daage, F. 1980. Cartografía de los suelos en la sierra ecuatoriana y cartas derivadas. Métodos-Objetivos. Martinique:MAG-PRONAREG-ORSTOM.16 pp.
- Eigenmann, E. 1915. The Cheirodontidae, a subfamily of minute characid fishes of South America. Reprinted from the Memoirs of the Carnegie Museum, Vol.VII, No.1, December, 1915.
- Gery, J. 1987. The Characoids of the world. Edit. T.F.H. Publications, Neptune City, New Jersey, 672 pp.
- Guhl, E. 1968. Los páramos circundantes de la Sabana de Bogotá. Su ecología y su importancia para el régimen hidrológico de la misma. En: Geo-ecology of the mountains regions of the Tropical Americas (C. Troll. Ed.) Bonn: Coll Geography, 9:195-212.
- Hall, M. L. 1977. El Volcanismo en el Ecuador. Quito. Instituto Panamericano de Geografía e Historia. 120 pp.
- Hofstede, R.; G. M. Chilito y S. Sandoval. 1995. Vegetative structure, microclimate, and leave growth of a paramo tussock grass species, in indisturbed, burned and grazed conditions. Vegetatio 119(1):53-65.
- Hofstede R., J. Lips, W. Jongsma y Y. Sevink. 1998. Geografía, Ecología y Forestación de la Sierra Alta del Ecuador, Revisión de Literatura. Programa FACE de Forestación (PROFAFOR) del Ecuador S.A.: Ediciones Abya-Yala. Quito-Ecuador, 242 pp.
- Jorgensen, P y C. Ulloa. 1994. Seeds plants of the high Andes of Ecuador a checklist. University of Aarhus, Denmark. AAU Reports, Vol. 34.
- Luteyen, J. 1992. A checklist of plant diversity, geographical distribution and botanical literature. Memoirs of the New York Botanical Garden 84:1-278
- Margaleff, R. 1989. Ecología. Ediciones Omega. S.A Barcelona. 740 pp.
- Morato, L. 1981. El Páramo de Cruz Verde como recurso hídrico. Bogotá Universidad Nacional de Bogotá. 56 pp.
- Pinzón-Arias, A. 1991. Páramo de Chingaza. Colombia sus gentes y regiones 24:216-223.
- Pourrut, P. 1983. Los climas del Ecuador-fundamentos explicativos. CEDIG Documentos de Investigación (4): 8-40.
- Rangel, C. (Ed.) 1995. Colombia Diversidad Biótica. 1ª. Ed. Santa Fé de Bogotá:

- INDERENA- Universidad Nacional de Colombia. 442 pp.
- Ringle, C. 1995. Consideraciones sobre la diversidad y la vegetación de alta montaña en Colombia. Amsterdam: Universidad de Amsterdam, Tesis de Ph.D.
- Stadel C. 1986. Del valle al monte: altitudinal patterns of agricultural activities in the Patate-Pelileo area of Ecuador. *Mountain research-Development* 6 (1):53-64.
- Sierra, R. (Ed.). 1999. Propuesta Preliminar de un Sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador Continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y Ecociencia Quito, Ecuador.
- Ternaus, E. 1999. Acuatic Plant Communities of the paramo laker of volcan Chiles, Ecuador. Pp:55-63, en: *The Ecology of Volcán Chiles*, P.M Ramsay-Plymouth, Pebble y Shell (Eds.).
- Ternaus, E. 2001. La vegetación acuática y el origen de las lagunas en los Páramos del Ecuador, *Nuestra Ciencia, Revista de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (PUCE)*, pp:10-13.
- Warkentin, B.y P. Maeda. 1980. Physical and mechanical characteristics of soil: In: *Soils with variable charge* (B.K.G. Theng, Ed.). Palmerston North, New Zealand:Offset Publishers pp:289-301.
- Weitzman, H. S., L. R. Malabarba. 1999. Systematics of *Spintherobolus* (Telesotei: Characidae: Cheirodontinae) from eastern Brazil. *Ichthyol. Explor. Freshwaters*, Vol.10, (1):1-43.