

EL PARAMO DE SUMAPAZ UN ECOSISTEMA ESTRATÉGICO PARA BOGOTÁ

Mariano Ospina Rodríguez

Ingeniero Geógrafo. Ponencia de posesión
Como Miembro Correspondiente de la
Sociedad Geográfica de Colombia (2003)

1.- INTRODUCCIÓN

Cuando nos referimos al páramo, evocamos las tradiciones culturales y religiosas de nuestros antepasados como los Muisca, pobladores de la Sabana, quienes fijaron en el páramo su mundo mítico, como el caso de la laguna de Iguaque, de donde emergió y más tarde se sumergió Bachué, la madre del género humano, de manera que para el indio el concepto de páramo estaba asociado a todo lo desconocido.

En la época de la Conquista, esta región denominada el país de la niebla, fue también objeto de la codicia española. Con el ansia de hallar El Dorado, llegó primero Federmán en el siglo XVI, buscando el paso de la cordillera oriental para llegar a la Sabana, con tan mala suerte que el frío, la oscuridad y las ventiscas diezmaron sus compañeros y cabalgaduras.

En 1783 se funda la Expedición Botánica, la cual solo estudió tangencialmente esta zona como región florística. Francisco José Caldas, escribió su obra "La nivelación de las Plantas que se cultivan en la vecindad del Ecuador" y en ella no alcanzó a llegar al límite del páramo.

Aparece luego Alejandro von Humboldt, quien atravesó también los páramos, de cuyo paso se inspiró para escribir su obra la Geografía de las Plantas. Durante el siglo XIX, siglo de los grandes viajeros, desfilan decenas de estudiosos alemanes interesados en descubrir cómo se adelantaron los procesos geológicos que allí se dieron y que guardan estrechas relaciones y similitudes con los procesos periglaciales que se dieron en los Alpes.

Los investigadores y científicos siguen interesados en nuestros sistemas de páramos y es así cómo recientemente en el siglo XX, se destaca el profesor Cuatrecasas, quien fijó el límite de los páramos, la descripción de sus especies y sus comunidades vegetales. Posteriormente, aparecen dos estudiosos holandeses: el doctor Thomas van der Hammen, quien ha centrado sus trabajos en la historia del clima y la vegetación alto-andina; el doctor A. Cleef quien ha realizado un extenso y serio trabajo botánico en casi todos los páramos de la Cordillera Oriental.

Recientemente, hay que destacar la obra del desaparecido Profesor Ernesto Guhl, quien durante tres décadas de docencia en la Universidad Nacional, repartiendo su tiempo entre la cátedra permanente y en excursiones al aire libre, recorrió y vivió el Páramo de Sumapaz en toda su

dimensión y le transmitió a sus alumnos todas sus experiencias a través de sus enseñanzas y de sus escritos.

2.- CARACTERÍSTICAS DEL PARAMO

Podemos decir que el concepto de Páramo es un concepto ecológico o biogeográfico que se refiere a regiones montañosas de los Andes Ecuatoriales Húmedos por encima del límite superior del bosque. Siempre se ha descrito el Páramo como un lugar inhóspito, frío y húmedo, pues este presenta durante el día cambios de temperatura y nubosidad muy grandes y bruscas, pasando rápidamente de cortos períodos de calor a otros de intenso frío. Aún en días despejados los Páramos sufren variaciones de humedad atmosférica, que, por momentos puede llegar a ser muy baja. Sin embargo, su suelo se mantiene permanentemente húmedo incluso el que está más apartado de las zonas invadidas de charcos y de las zonas comúnmente estériles.

Se distingue además el Páramo por sus condiciones ambientales extremas: gran influencia biológica y física, suelos ácidos, baja presión atmosférica, escasa densidad, sequedad y humedad del aire a la vez, baja temperatura media con fuertes oscilaciones diurnas. Además, altas temperaturas del suelo y del aire durante la insolación directa, pero con cambios bruscos y fuertes por causa de la nubosidad lo mismo que durante la noche; factores estos que pueden ocasionar escarchas y nevadas así como recios vientos en determinada época del año.

El Páramo Colombiano se encuentra en nuestras cordilleras entre las altas montañas andinas y las cimas cubiertas de nieve perpetua, franja esta bien definida que constituye el ecosistema Páramo único en el planeta y exclusivamente Grancolombiano. Solamente en Colombia, Ecuador y Venezuela existen, pero es Colombia la que más páramos posee llegando al 98% de la totalidad y sobre todo tiene el Páramo más grande del planeta, el Sumapaz.

El paisaje del Páramo es imponente en día soleado y sobrecogedor cuando el cielo encapotado lo oscurece, la pequeñez humana se hace patente cuando se contemplan de cerca las altas cuchillas de rocas ciclópeas de las cuales parten gigantescos escalones que muestran a las claras la magnitud del cataclismo que produjo el levantamiento de los Andes. Desde esas abruptas alturas desciende la montaña formando pendientes suaves o onduladas, que van formando los valles, en donde el agua se recoge, dando lugar a los pantanos, charcos o lagunas alimentadas por innumerables quebradas y arroyos de aguas cristalinas. En esos Valles hay traicioneros tremedales llamados chupaderos o chucuas donde el inexperto en esos andurriales puede perecer, pues la superficie cubierta de una vegetación plana, no permite suponer que debajo del aparente prado haya un profundo y pegajoso lodazal.

Antes de describir algunas generalidades geológicas, quisiera consignar un concepto global sobre el Páramo del Profesor Ernesto Guhl, en su obra Los Páramos Circundantes de la Sabana de Bogotá "El páramo es tierra de libertad en todo sentido, porque aquí el hombre se somete a prueba de la naturaleza. Pero la mayoría de los viajeros han sido injustos con este maravilloso paisaje, que es la región ecológica más típica de los Andes Ecuatoriales húmedos de Colombia. El páramo no es triste es serio. No es melancólico es severo. No es hostil, es grandioso y como culminación geográfica y ecológica de los Andes Ecuatoriales de Colombia, es único en el mundo."¹

¹ Los páramos circundantes de la Sabana de Bogotá., Jardín Botánico José Celestino Mutis, pág. 22, Bogotá, 1982.

El macizo del Páramo del Sumapaz corresponde a un nudo orográfico culminante de la cordillera Oriental, con una altura media que oscila entre 3.500 y 4.000 metros sobre el nivel del mar, con dirección S.W.- N.E, alejándose cada vez mas del valle del río Magdalena y desplazándose el cordón horizontal y el eje de altura hacia el oriente. El sector occidental del macizo, con su vertiente sobre el valle del río Magdalena, tanto hacia el norte como hacia el sur, está formado por valles tectónicos que con sus ramales cordilleranos forman ejes secundarios y paralelos al eje principal. La vertiente oriental, es mucho más corta y pendiente y está cruzada por profundos valles transversales de erosión, escavados por los ríos hasta su médula.

Se constituye además, el Páramo de Sumapaz en la divisoria de aguas entre las vertientes del sistema fluvial del río Orinoco en el oriente y del río Magdalena al occidente, repartiendo sus aguas radialmente en todas las direcciones, desde su parte más alta, convirtiéndose así en la estrella fluvial del centro del país. Esta parte del Páramo, con su topografía y materiales de sedimentos de típicas formas glaciales y periglaciales que cubren, excepto las crestas mas altas, todo el fundamento estructural y su geología, se constituye en una reserva de aguas para sus hoyas hidrográficas, ya que debido a su ubicación sobre el ecuador climático, la precipitación es alta y sus cuencas hidrográficas pueden ser convertidas en embalses.

Un cordón cordillerano ligeramente más elevado que el conjunto orográfico, (más o menos a cuatro mil metros) y que da origen a las cabeceras de muchos ríos, se extiende desde el occidente, en el alto de la Rabona, hacia el oriente, hasta el Cerro Nevado de Sumapaz de 4300 mts de altura sobre el nivel del mar. Solo sobre este cordón aparece una capa de nieve durante algunos días y hasta semanas durante la época de lluvias fuertes. Además, sirve de divisoria de aguas de las cuencas del río Ariari y Blanco.

Del norte hacia el sur se extiende otro cordón cordillerano con altura ligeramente superior a los 4.000 m., que separa la parte occidental del páramo de la región oriental caracterizada por su fuerte accidentalidad. Constituyen ambas partes diferentes formaciones geológicas.

La parte occidental con una topografía más suave y tranquila, está constituida por rocas sedimentarias del Terciario (Paleozeno-Oligoceno), pero en su mayor parte están cubiertas con materiales de origen glacial, que han dado principio a los extensos pantanos altos que aquí predominan.

En la parte Oriental son dominantes las rocas metamórficas del paleozoico y sedimentarias antiguas del Devónico, que debido a lo agreste del terreno, le da a esta parte del páramo un aspecto "Alpídico".

Las numerosas lagunas, que salpican el paisaje del páramo y que son el origen de numerosos ríos, quebradas y fuentes cristalinas, todas ellas son de origen glacial y se encuentran en alturas comprendidas entre los 3.500 y 4.000 m.

Las Glaciaciones pleistozénicas que se han podido distinguir en las montañas aledañas a la Sabana de Bogotá son dos: una, la más antigua, fue aquella en que los hielos alcanzaron mayor extensión, bajaron a niveles más bajos y cercanos a los de las aguas del lago que ocupaba entonces la Sabana.

Estas glaciaciones fueron de varias clases: las hubo de tipo alpino, con lenguas largas como las del Neusa; las del río Frío en el páramo de Guerrero; las de San Miguel en Sibaté y las de Chisacá y Boca Grande, en el Sumapaz, que confluían a lo que hoy es La Regadera y seguían por el valle del Tunjuelo hasta cerca de Usme.

La segunda glaciación alcanzó aquí poca extensión y únicamente se dio por encima de los 3.450 m. Los núcleos Glaciares quedaron reducidos por el sur a las partes más elevadas de la Sierra los Colorados (Santa Rosa) y por el nororiente hasta la laguna del Chisacá y hasta el río Curubital, en Boca Grande.

En esta segunda glaciación el retroceso fue lento y discontinuo. Produjo pues, un escalonamiento y en el caso de Chisacá se formó un verdadero anfiteatro; sus morrenas constituyeron, y aun lo son, una barrera, que dio origen a la laguna del mismo nombre, hoy convertida en embalse para el acueducto de Bogotá.

Los Glaciares se han formado a partir de masas de neviza y hielo que deben su existencia a un metamorfismo de la nieve acumulada mezclada con rocas, sustancias orgánicas, y escombros rocosos, conocidos como morrenas y que se deslizan desde la región alta donde se alimentan, hasta la región baja donde se acaban por desgaste del deshielo. Una vez estabilizadas estas masas, se descongela el hielo fósil y se hunde la superficie, formando espacios huecos que luego se convierten en lagos que ya no registran ninguna movilidad.

Desde el punto de vista biológico los Glaciares son reservas de agua dulce que aumentan con el crecimiento del mismo y juegan un papel importantísimo en los regímenes energéticos y de riego, además de que son unos poderosos agentes morfológicos, que han caracterizado el paisaje actual con sus variadas formas de relieve en el alto páramo.

Una de las áreas donde mejor se encuentran representadas las evidencias de las últimas glaciaciones por la cantidad de depósitos de origen glacial y fluvioglacial y aún de origen lacustre, que rellenaron el antiguo Lago de la Sabana de Bogotá, es el Sistema Cuaternario. Dentro de las principales unidades, se encuentran las siguientes en orden secuencial de las más antiguas a las más modernas.

Los Depósitos Morrénicos mejor representados en el Páramo se encuentran distribuidos especialmente en las partes altas de la cordillera, tanto en los flancos de las estructuras como hacia las zonas del piedemonte por donde se movieron los Glaciares incluso hasta los 3200msnm.

Estos constituyen sin duda las evidencias más claras de la glaciación y algunas presentan claros indicios de los reavances y retrocesos que se presentaron a medida que fueron cambiando las condiciones climáticas durante el Cuaternario.

Como una evidencia de las últimas glaciaciones sobre la Cordillera Oriental se encuentran los depósitos de Morrenas bien conservadas, algunas de ellas con evidencias de recesión y casi siempre localizadas al frente de los circos glaciares; en algunos casos se encuentran lagos interiores dentro de las Morrenas. Las principales morrenas se encuentran distribuidas sobre el eje del anticlinal de Media Naranja, desde inmediaciones de la laguna de los Colorados, hasta el sector sur del poblado de San Juan del Sumapaz.

La otra franja de distribución de la Morrenas, se encuentran sobre el flanco oriental del Sinclinal de Usme sobre la divisoria de aguas entre los ríos Pozo y Taguate; una parte de este sistema se extiende dentro del Sinclinal de Usme sobre las cabeceras del río Curubital, donde es posible ver Morrenas perfectamente bien conservadas. Otro depósito de Morrenas bien conservadas se encuentra en la desembocadura del río Taquecito y Taquegrande, las cuales han sido parcialmente erosionadas.

Como resultado de la descongelación de los glaciares, se presentan depósitos acumulados en forma de cono o abanicos, que se encuentran generalmente al frente de los depósitos de las

Morrenas, en el sector del piedemonte, especialmente hacia el Sector de Pasca y en las cabeceras del río Curubital y flanco oriental del Sinclinal de Usme.

Los depósitos aluviales constituyen la unidad menos abundante en el área debido al régimen de las corrientes, las que presentan un gradiente muy alto y un poder erosivo muy grande lo cual impide su depositación; excepcionalmente se encuentran pequeños depósitos de carácter aluvial en los valles de algunos ríos, especialmente en formas de terrazas disectadas o como rellenos aluviales en valles de fondo plano a lo largo de los ríos Santa Rosa, Curubital y otros de menor importancia en el área de Nazareth y dentro del Sinclinal de Usme.

4.- EL CLIMA DEL PARAMO

El conjunto del Páramo está vestido de un verde amarillento, color del pajonal, tachonado a cada paso por las plateadas rosetas de los frailejones que en época de floración ostentan sus macetas amarillas. En las partes bajas del Páramo hay manchas oscuras de vegetación arbustiva o macizos de cañuela y chusque, alternando con algunas especies de plantas menos conspicuas.

El suelo del Páramo está cubierto en casi todas partes por una vegetación tupida, donde predominan la paja y el frailejón, acompañados de musgos cuya capacidad de absorción es muy grande. Aquí todo es tierra negra muy permeable, que hace del suelo una verdadera esponja, convirtiéndolo en un inmenso depósito de agua cuya importancia ecológica es invaluable. Estos suelos son bastante ácidos y tienen un alto contenido de sodio y potasio.

En El páramo la precipitación pluvial tiene grandes variaciones de acuerdo con lugares y años, pero según investigaciones realizadas durante varios años, se ha establecido que esta precipitación oscila entre 700 y 1000 milímetros anuales. Igualmente, se ha establecido que la lluvia en el páramo esta ligada a la densidad y a la presencia del bosque andino que se extiende más debajo de la zona paramuna. La correlación entre la cantidad de agua lluvia en el páramo y la presencia del bosque alto andino, exige la conservación de éste ultimo, del cual depende la lluvia que nutre en sistema hidrográfico.

La nubosidad en el páramo es muy alta y durante casi todo el año predominan los ciclos cubiertos y frecuentemente la neblina lo envuelve, sobre todo en la época nubosa que en el caso del Sumapaz, parece estar ligada al régimen estacional de la Orinoquia: lluvia y sequía.

Un fenómeno propio del páramo es la llovizna, que cuando es muy tenue los habitantes de las alturas la llaman "nevada" o "charruza", y en el altiplano es conocida por "páramo", lo cual ha originado el verbo "paramar", fenómeno que también se presenta en la Sabana en los meses de Junio y Julio.

La llovizna en el Páramo suele prolongarse durante horas y conserva una alta humedad tanto en el ambiente como en el suelo. Después de algún tiempo el agua comienza a escurrir de las plantas, las rocas, y los techos de las casas. En el Páramo de Sumapaz y durante el invierno, mes de mayo, puede observarse que la "nevada" cae por cerca de 18 horas continuas.

Los días soleados corresponden en su mayoría a la época de verano, o sea entre diciembre y febrero. La radiación solar en el páramo es alta y aumenta a medida que se asciende. Esta es considerable aún con nubosidad del 50% y es controlada con la presencia frecuente de la niebla, pero en la época de verano la duración de la radiación puede ser hasta de 12 horas diarias. Esta elevada radiación solar, que hace que la luminosidad en el páramo sea altísima, ha generado importantes adaptaciones en las plantas para protegerse de ella, reflejándola, por ejemplo, con las

hojas plateadas o casi blancas, vidriosas y brillantes, o coloradas de tonos parduscos o rojizos, tan frecuentes en la vegetación del páramo.

El clima del Páramo es básicamente frío y húmedo, sobre todo por la noche. La temperatura va variando con la altitud, estimándose en medio grado centígrado la baja térmica por cada 100 m. de ascenso. La diferencia entre la temperatura máxima y la mínima es muy grande. Las oscilaciones diarias de temperatura son muy marcadas, varios autores concuerdan en que dichas variaciones pueden alcanzar 25 grados, es decir entre -8° en la madrugada, hasta +17° en días soleados.

Estas alteraciones bruscas de temperatura determinan cambios muy fuertes en la humedad relativa, que puede variar de 50% a más de 90% en algunas horas. Este hecho contribuye considerablemente a la presencia de una vegetación de aspectos xerofítico, que caracteriza el paisaje paramuno.

5.- LA VEGETACION Y FLORA DEL PARAMO

Las plantas que más caracterizan la vegetación del páramo son el frailejón, genero Espeletia, dedicado por Mutis al Virrey José de Ezpeleta y Galdeano; la paja, que los campesinos llaman guinchi, los cardones, piñuelas y otras bromeliáceas, lo mismo que los chusques y las cañuelas en las partes más bajas.

Hay muchas especies de frailejones pero la más común es la Espeletia grandiflora y la más grande que llega a medir hasta 10 y 12 m de altura es la Espeletia uribei. Estas insólitas plantas paramunas desarrollan rosetones de hojas abundantes, lanudas y largas en el extremo de un tallo recto y erguido, llamado caulirrosula, que va cubriéndose por las hojas viejas y marchitas.

En el páramo son frecuentes las formas vegetales propias de la alta selva andina, que suben hasta los 3500 m. por los cañones de las quebradas y las vertientes protegidas de los vientos gélidos, hasta formar bosques de un desarrollo extraordinario para las muy especiales condiciones climáticas de estas altitudes paramunas. Dichos bosques están formados por encenillos, palmas bobas y muchos otros, además, de los arbustos que pueblan las partes mas despejadas.

El páramo tienes especies florales bellísimas, sobre todo entre los arbustos propios de dicho ecosistema; entre todos se destaca el rodamonte, que llega hasta los 3500 m. y prospera en lugares por debajo de los 2800 m. Otro arbusto estrictamente paramuno es el siete cueros rojo, cuyas flores de color oscuro son muy llamativas. Igualmente el siete cueros chiquito o angelito es un arbusto frecuente entre los 2500 y 3500 m. que da flores tan pequeñas como hermosas. Otra de las especia arbustivas del páramo y de la misma familia de las anteriores es el llamado flor de mayo o morado.

Unos de los arbustos más hermosos y decorativo, que prospera bien en las altitudes menores es el pegapega o pegamosco, cuyas flores en forma de campana alargada y de color rojo cubren en época de floración casi totalmente el arbusto, su nombre vulgar se debe a que, tanto las hojas, como las flores, segregan una resina viscosa. Así mismo, existen otras dos plantas que son la uva de anís y la uva camarona, plantas cuyos frutos carnosos y dulces son muy agradables y que últimamente han adquirido popularidad como árboles ornamentales.

Otra planta paramuna que prefiere lugares relativamente secos, es la llamada chocho o lupino, del que hay varias especies cuyas flores pueden ser rosadas o blancas. Una de las plantas comunes en el páramo es el te de Bogotá o palo blanco y se le asocia con las uvas de anís, las uvas camaronas

y los encenillos. Otro árbol paramuno es el colorado, llamado así por el color de sus ramas que actualmente se encuentra en proceso de extinción por la excelente calidad de su madera.

Una de las plantas exclusivamente paramuna es la "Reventadera", de la que se dice que "revienta" los caballos y vacunos que la consumen, creencia de la que aún no hay fundamento. De las plantas más destacadas por sus flores moradas es el árnica, de la que también hay otras especies con hojas blancas y flores amarillas.

Las bromeliáceas son plantas representativas del páramo. Las de mayor tamaño pertenecen al género *puya*, del cual hay varias especies. Entre las bromeliáceas epífitas de menor tamaño, que viven sobre las ramas de los árboles y arbustos, más conocidas como "quiches", hay unas muy hermosas en el páramo bajo, donde existe gran variedad de ellas.

En el páramo y en el subpáramos es frecuente encontrar una plata rastrera que según el lugar se conoce con el nombre de "cacho de venado", "gateadota", o "colchón de pobre", de la cual existen varias especies. Otras plantas criptógamas, como las "palmas bobas", o helechos arborescentes, son comunes en el páramo. Fuera de estos helechos gigantes, crecen muchas especies de otras familias.

De los musgos puede decirse, al igual que de los líquenes, que el páramo es rico en estas plantas. Los musgos son dentro de la flora de este ecosistema de una gran importancia, y los más destacados son los del género *Sphagnum*, que además de ser los más abundantes, tiene propiedades que los hacen fundamentales desde el punto de vista hídrico, por su enorme capacidad para absorber agua. Por otra parte, asociados con el frailejón y la papa, cubren la mayor parte de la superficie paramuna, siendo el fundamento del páramo como almacenadores de agua.

Al hacer referencia a la flora del páramo es necesario hacer referencia del guargüerón o digital, muy común en el páramo y abundante en las zonas de cultivos en donde crece muy frondoso, seguramente por lo abonado del terreno. Esta planta, originaria del centro de Europa, fue introducida al país, no se sabe a ciencia cierta cuando ni por quién. Lo cierto es que hoy se encuentra muy difundido en las tierras frías del país

Innumerables y bellas son las plantas del Páramo que juegan un papel importantísimo en la retención y enriquecimiento del suelo, en la conservación de la humedad y como centro de albergue de muchas especies vivas que se refugian o protegen de la inclemencia del tiempo.

6.- LA FAUNA DEL PARAMO

Es variadísima y esta constituida, en términos generales, por especies propias de dicho ecosistema, aunque también se encuentran algunos animales del subparamo y de la alta selva andina. El mayor ejemplar entre los mamíferos es la danta de páramo, de pelaje relativamente alto y que desafortunadamente esta en peligro de extinción. Pero el animal más representativo de la fauna paramuna es el venado blanco llamado así por su pelaje gris claro, aunque también se lo conoce como venado grande para diferenciarlo del "soche".

Otro ejemplar muy representativo de la fauna paramuna es el oso, especie endémica de los paramos de Venezuela y Colombia único en el neotrópico y que al igual que otras especies mencionadas esta en inminente peligro de extinción. El oso es omnívoro, pero su alimento principal es la parte blanca del cardón, Puya; parece que también se alimenta de la pulpa del tallo del frailejón, que abre a lo largo.

El puma, puede encontrarse ocasionalmente en el páramo, pero al igual que otros mamíferos es una rareza. El "guache" o "cusumbo", aun se encuentra con frecuencia en el área de matorrales. El conejo y el curí son los dos herbívoros más representativos del páramo. El curí no habita por encima de los 3800 m. mientras que el conejo se encuentra hasta entre los lugares más altos del páramo. Estos roedores constituyen el principal alimento del águila real, la más grande de las aves que actualmente habitan el páramo, pues el cóndor de los Andes, ya hace mucho tiempo desapareció, siendo contados los ejemplares que aun viven y que en su mayoría han sido reproducidos en cautiverio.

También existen aves como el pato de páramo y el pato de los torrentes. El zambullidor, ave acuática de las lagunas paramunas. La caica solitaria y la caica chillona son aves de caza común en el páramo, aunque también habita en la Sabana de Bogotá. El colibrí es de las aves más frecuentes en el páramo, que convive con otras especies de aves de los 3000 a 4000 m.

En el páramo no hay serpientes, pero si hay algunas especies de lagartos, como el collar negro; camaleones que suelen habitar entre las hojas de los frailejones; así mismo hay una lagartija pequeña de escamas tersas que dan visos tornasolados. En el páramo húmedo hay varias especies de ranas, que suelen habitar las quebradas y pantanos.

Los insectos son abundantes, sus innumerables especies habitan preferiblemente en las hojas de los frailejones. Las mariposas son relativamente comunes pero de colores poco llamativos y de pequeñas dimensiones. De todas maneras, la riqueza de insectos en el páramo es notable.

La biótica acuática paramuna es increíblemente abundante y variada y a excepción de la trucha que es una especie exótica introducida y que se encuentra en muchas lagunas y corrientes, no parece que existan más peces.

7.- ASPECTOS SOCIALES Y ECONOMICOS

Hemos visto cómo la montaña no representa la mayor dificultad para habitar el páramo ya que tradicionalmente el 70% de la población colombiana vive en la montaña. Aquí en el páramo lo más duro es enfrentar su clima: la niebla constante, la llovizna fría y penetrante, la falta de visión y la luz escasa por la propia niebla.

La población está dispersa en las partes altas, donde la distancia entre casa y casa representa kilómetros y por lo tanto horas entre una y otra y se encuentra más concentrada a lo largo de los pequeños valles. No obstante que el páramo está escasamente poblado en números absolutos, ha llegado sin embargo al límite de la capacidad de resistencia del suelo, en cuanto a la capacidad máxima de la densidad de población posible, lo cual explica por qué el páramo es la región geográfica del país mayormente devastado y destruido.

Las condiciones climáticas ya descritas hacen que la vida para el hombre en estas alturas sea muy dura, porque este estado de tiempo es continuo y no cambia. Pero no solo el clima sino el potencial de suelos son adversos. No hay humus fértil, es demasiado frío y húmedo para que se forme como tal, quedando "cruda" la materia orgánica. Además, la morfología del terreno producida por los hielos del pleistoceno y las formas suaves favorecen la formación de extensos pantanos altos, como ya lo hemos explicado.

De manera que no es el frío intenso, en primer lugar, el obstáculo para la vida del hombre en el páramo, sino la humedad casi constante, que en conjunto solo permiten un crecimiento muy lento

y de muy pocas plantas culturales del hombre, la mayoría de las cuales no prosperan por la falta de un periodo de calor.

Por ejemplo, la papa y el trigo, que en la sabana de Bogotá tienen un ciclo vegetativo de 4 a 5 meses, en el páramo bajo cerca del límite de altura para las plantas económicas, en los más o menos 3500 m. de altura, necesitan el doble del tiempo para su maduración que en la Sabana.

Bajo estas condiciones y teniendo en cuenta la distribución real de la población, el límite de altura para la vida del hombre paramuno esta alrededor de los 3.500 metros sobre el nivel del mar, así pues, la mayor extensión del páramo no es posible utilizarla como espacio habitacional permanente, pero sí, como espacio económico periódico, utilizado en muy pequeñas extensiones para siembra de papa y el resto para una ganadería extensa y periódica.

Para obtener su sustento, el hombre paramuno, tiene que recurrir a la rotación de la tierra, en vez de rotar los cultivos, ya que el único producto que puede sembrar es la papa. El ciclo cultivo-descanso se hace en una secuencia de 8 años, siendo el 1° el de la siembra y 7 años de descanso al fin de los cuáles son arados los terrenos y quemados para comenzar nuevamente con el ciclo del cultivo de la papa.

A este cuadro tan adverso para el hombre paramuno debe señalarse también la no presencia del Estado, manifiesta en la falta de carreteras y vías de comunicación, pues fuera de una carretera central que sube hasta San Juan del Sumapaz y hasta Nazaret, en las estribaciones orientales, lo demás son carreteables que penetran a algunos valles habitados pero que son prácticamente intransitables en la época de lluvias. Esto hace que el transporte de su menguada producción sea muy costoso y los precios de sus productos no sean competitivos.

A lo anterior debe señalarse, que dadas las condiciones climáticas, anteriormente descritas, el campesino tiene que intensificar cada vez más el uso de abonos y plaguicidas químicos, con la esperanza de mejorar su cosecha, encareciendo así el costo de la producción y a su vez creando un serio problema ecológico por la contaminación de las aguas subterráneas.

Debe recordarse aquí al exgerente de la Caja Agraria, doctor Mariano Ospina Hernández, quien durante su administración se preocupó por la conservación y el aprovechamiento del Páramo de Sumapaz como una fuente invaluable del recurso hídrico. Como medida de protección ordenó a las Agencias de la Caja no aprobar créditos para cultivos superiores a los 3.500 msnm., con el fin de desestimular a esos productores y por el contrario ofrecerles nuevas alternativas a través de la reforestación o de la piscicultura de la trucha, la que da un buen rendimiento en las condiciones climáticas del páramo.

Otro aspecto bien importante es el de la educación. El Distrito Capital ha hecho grandes esfuerzos implementando el programa de Escuela Nueva, que busca conciliar las obligaciones laborales de los niños, con la actividad económica, ya que ellos tienen que ayudar en muchas faenas del campo especialmente en la época de cosechas. Pero se ha establecido por otra parte, que el bajo rendimiento escolar está muy ligado a la desnutrición o a la falta de consumo de proteínas y a los largos trechos que deben recorrer los niños para llegar a la escuela.

Finalmente, debe anotarse que otro de los problemas que más afectan a la población paramuna es del de la salud, pues fuera de algunos centros de atención distribuidos en los principales caseríos, como San Juan, Santa Rosa, Nazaret, el Hato, no pueden cumplir una misión sanitaria eficiente dadas las condiciones ya anotadas de distancias, malas vías de comunicación y lo inclemente del clima.

8.- LA FUNCION ECOLOGICA DEL PARAMO

Para muchos todavía el páramo aparentemente es un región de “poca utilidad” pero entre muchas otras funciones, la principal que desempeña es de ser una fábrica de agua freática que da lugar al nacimiento de innumerables ríos, quebradas o pequeñas fuentes que alimentan todo el sistema hídrico de la cuenca de Orinoco y la parte media de la cuenca del Magdalena, motivo por el cual lo llamamos La Estrella Fluvial del centro del país.

Al páramo le corresponde sostener el régimen hidrológico, es decir, regular el ciclo del agua en la cabecera de los ríos. Pero esta función esta alterada y seriamente amenazada por la acción del hombre que quema y destruye el páramo hasta tal grado, que hoy los paramos, como lo hemos repetido ya muchas veces, son las regiones geográficas colombianas más devastadas del país.

Generalmente, la biota del páramo es particularmente vulnerable a los cambios climáticos de larga duración, pues su rango adaptivo se realiza con especiales particularidades en el ciclo diurno-nocturno y se radicalizan más y más desde las franjas inferiores hasta las superiores.

Los páramos, son además el último refugio de muchas plantas y animales que en las tierras bajas han desaparecido o que tienen tal grado de adaptabilidad a las cumbres, que guardan un nivel muy alto de especificidad en las especies (endemismo), y cuya variabilidad biológica es claramente más alta a medida que se localizan sobre el eje ecuatorial.

En algunos casos, estas cumbres se convierten en refugio insular, es decir, islas biológicas sin conectividad y corresponsabilidad genética-biológica con ecosistemas idénticos y por ello están muy determinados por la correlación con otros ecotonos, particularmente con el bosque alto andino y / bosque de niebla.

El bioma del páramo, puede considerarse, en el contexto de los Andes, el más reciente de los ecosistemas formados, pues su aparición y colonización a las condiciones particulares de la cumbre andina no tiene más de 3 millones de años, lo que significa un tiempo extremadamente corto respecto a todas las demás formaciones vegetales del continente, e incluso del Neotrópico

El páramo se ha constituido en uno de los pocos ecosistemas endémicos de la región y su existencia confinada, en parte, al “determinismo” climático imperante desde el Pleistoceno y sus variantes holocénicas, han hecho que este bioma haya tardado más de 3 millones de años en adaptarse biológica y fisiológicamente al medio.

Estas determinantes hacen, por lo tanto, que los páramos, en su concepción más estricta de comunidad biótica asociada Espeletium-Calamagrostis, solo se presenten en tres países del mundo (Venezuela, Colombia y Ecuador) y en una pequeña porción de los andes norteños del Perú.

A medida que el páramo se ha venido consolidando y adaptando a las condiciones propias de la porción más húmeda de los Andes, las características más importantes que han surgido en este enclave biológico son:

- Alto rango de adaptabilidad a condiciones tan extremas de los ciclos diurnos y nocturnos.
- Fragilidad a variaciones climáticas, ya que la fisiología de casi todas sus plantas y de algunos animales es altamente especializada.
- Restricción en la distribución de sus especies, es decir su nivel de endemismo. La clasificación en el Páramo de muchas especies de anfibios, reptiles, aves, mamíferos, vertebrados terrestres y plantas, muestran índices de endemismo mayores que en cualquier otro lugar del planeta.

De otra parte, es importantes señalar que en este territorio se denota una mayor preocupación por el grado de amenaza y una mayor predisposición a la vulnerabilidad biológica en razón a: la restricción de distribución de especies; la ocurrencia frecuente de espasmos de extinción que se han venido sucediendo desde el pleniglaciario; a la destrucción masiva de los hábitat naturales (más del 70% del área ha perdido su cobertura original) y al aumento demográfico de la población.

9.- USOS E IMPACTOS DE LOS SUELOS DEL PÁRAMO

Entre los principales impactos adversos en relación con los usos y sus implicaciones en la degradación de los suelos y en el manejo sostenible, se consideran los ocasionados por:

- **La ganadería extensiva.** El sistema de manejo de la ganadería de páramo es extensivo; ésta ocasiona compactación de los suelos por el pisoteo de los animales, es decir, se pierden los poros por donde transita el agua y el aire generando así un desequilibrio de la capacidad de almacenamiento, retención y regulación del agua en el suelo que es una de las principales funciones del ecosistema.

En algunas áreas, el suelo se compacta impidiendo el desarrollo de la vegetación, los procesos de descomposición de la materia orgánica y la respiración del suelo. El sobrepastoreo existente – si bien no se da en forma intensiva – sí genera una concentración de ganado ya que este tiende a escoger los sitios donde se encuentra el mejor forraje por lo que se agrupa dando como resultado una recarga en estos lugares.

La principal función que prestan los suelos del páramo esta dada por la racionalización del flujo de agua para alimentar el ecosistema mismo y los ecosistemas de las laderas como son la alta y media montaña y sus corrientes de agua superficial y subterránea; regulando de esta manera, la dinámica torrencial de las cordilleras y evitando las avalanchas, los desbordamientos e inundaciones, lo mismo que catástrofes sobre las actividades de desarrollo agropecuario, industrial y especialmente sobre los asentamientos humanos ubicados en las cuencas.

- **La agricultura.** Los suelos de los paramos no son aptos para la agricultura, son suelos que si se destinan para esta actividad requerirán muchos recursos para su adecuación, para luchar contra la acidez y la pobreza de nutrientes, logrando así una productividad económica y social sostenible. Desde el punto de vista ecológico, la agricultura genera impactos adversos en los suelos y por tanto al ecosistema, afectando sus funciones de regulador del ciclo hídrico en la alta montaña, en la estabilidad de la tierra, en la pérdida de la biodiversidad y en los paisajes más espectaculares que posee el páramo.
- **El cultivo de papa.** Otro factor profundamente negativo que actúa sobre el páramo es la forma como el campesino siembra y cultiva la papa; después de tumbar y quemar el frailejón, drena el terreno con profundas zanjas antes de ararlo y además, y traza los surcos siguiendo la pendiente, prácticas estas muy funestas por la erosión y movimiento de masas que esto provoca, teniendo esto un efecto mortal sobre el sistema hídrico de la Sabana, cuyos ríos merman cada día más sus caudales, mientras que la demanda de agua crece de manera vertiginosa.

Los consumos de agua en los cultivos son desconocidos, pero se sabe que utilizan grandes volúmenes para la aplicación de agroquímicos. A su vez, se utilizan 45 productos químicos de diferentes grados de toxicidad para controlar insectos y enfermedades.

El sistema de monocultivo de la papa como práctica agrícola, por su característica de uniformidad genética, fisiológica y morfológica, exige mayores aplicaciones de nitrógeno y mayores densidades de siembra; prácticas que favorecen el desarrollo de diversos factores depresivos de la producción, como la presencia de insectos no benéficos que se atacan con aplicaciones intensivas de plaguicidas, lo que redundará en la elevación de los costos de producción, disminución de la rentabilidad y el deterioro del ambiente, generando un círculo vicioso que produce mayor insostenibilidad.

De otra parte, el uso inadecuado de agroquímicos, genera procesos de eutrofización y contaminación de las fuentes de agua para consumo humano, de los suelos, subsuelo, originando problemas de salud.

- **Deforestación.** Otra presión importante que degrada los ecosistemas de páramo, es la deforestación para la utilización de la madera para leña o para construcciones locales.

Una de las áreas más afectadas por la deforestación para establecer cultivos tradicionales agrícolas en huertas de pancoger o en grandes extensiones y /o cultivos ilícitos de amapola es el bosque Andino, el Alto Andino y el Bosque de Transición al Páramo (subpáramo). Tradicionalmente también allí se encuentran cultivos ilícitos de amapola en las cuencas media y alta, y de coca en las cuencas bajas.

Dentro de este tipo de bosque, el encenillo (*weinmannia tomentosa*) y el palo colorado (*polylepis* sp) han sido las especies que mayor presión han sufrido debido a la utilización intensiva de la primera para leña y por la excelente calidad de la madera en el caso de la segunda. De acuerdo con los estudios efectuados por Van der Hammen (1998), originalmente había bosque Alto Andino hasta latitudes de 3.600m, sin embargo la intervención humana, el pastoreo y las quemadas repentinas, combinados con el crecimiento lento de estas especies llevaron a la desaparición paulatina del bosque Alto Andino. Actualmente, aun existen algunos relictos de bosque original a lo largo de pendientes y de estrechos valles.

- **Explotación de Canteras.** En algunas áreas del páramo se extraen materiales de construcción en forma intensiva, con la consecuente afectación sobre el paisaje, la flora y fauna asociadas a estos ecosistemas. A largo plazo estas prácticas son las causantes de procesos erosivos, inestabilidad de tierras y sedimentación de cauces.
- **Orden Público.** Es bien sabido cómo en el páramo y en las cuencas de alta montaña han encontrado refugio los actores armados al margen de la ley, generando toda una serie de problemas que han afectado el ecosistema, pues allí se han desarrollado actividades de todo tipo como: la construcción de campamentos, la recolección y quema de leña para sus servicios, que conllevan a una acelerada destrucción del bosque primario; los movimientos de tierra realizados para levantar sus trincheras, puestos de vigilancia, la canalización y represamiento de agua. Todos estos problemas afectan los suelos, el agua y la vegetación primaria, por el uso indebido de los mismos.

En este orden de ideas, vale la pena recordar cómo los grupos insurgentes llegaron a apoderarse de las partes más altas del páramo y buscaron descender a los Llanos Orientales a través de una vía de muy buenas especificaciones la que lograron construir en decenas de kilómetros, para lo cual tuvieron que emplear gran cantidad de maquinaria pesada, y explosivos por tratarse de un medio rocoso. La recolección y disposición de los materiales excavados así como los depósitos de materiales para la construcción de la vía acabaron con

gran parte del páramo. Además de esto, la proliferación de trochas, pasos y caminos con fines estratégicos han ayudado a la degradación del páramo.

Al problema de ocupación y de construcciones que estos grupos generaron, se suma el problema socioeconómico que se manifiesta por la marginalidad de los campesinos, la dificultad para la producción y comercialización de sus productos, la concentración de la propiedad rural, hacia ecosistemas estratégicos o hacia las zonas marginales urbanas debido a la presión de estos grupos, lo que ha llevado al empobrecimiento de la sociedad rural.

10. MEDIDAS DE PROTECCION DEL PARAMO

En consideración a la situación descrita y en relación a los grandes daños que están causando las actividades del hombre en el Páramo y a los problemas de conservación que, además, causará el cambio global climático, es de gran urgencia adoptar medidas drásticas que aseguren la conservación de la biodiversidad, del medio ambiente, el agua y el paisaje del Páramo.

El problema de la conservación del Páramo es también un problema social que involucra a los pequeños productores campesinos, que luchan con grandes esfuerzos para sobrevivir y entre los grandes empresarios de la papa que solo piensan en ganar mucho dinero, sin que a ninguno de los dos les preocupe y sientan los efectos negativos que le están causando al Páramo, salvo algunas pequeñas excepciones, entre algunos campesinos. Por consiguiente, hay también aquí un problema social que resolver.

También hay que aceptar que se han hecho esfuerzos por concientizar y educar ambientalmente a algunas comunidades en donde se han obtenido algunos resultados, pero este proceso es muy lento y solo llega a una parte de la población que es de buena voluntad, y por lo tanto los resultados son insuficientes para asegurar la biodiversidad y el agua

Sin embargo, se hace necesario tomar las siguientes medidas, para ser realizadas en el más corto tiempo posible:

1.- El páramo debe ser declarado como una reserva ecológica a nivel nacional, comenzando por el de la Sierra Nevada de Santa Marta y tomando la altitud de 3.000 m. como la cota donde se inicie la zona protegida que debe ser inviolable. Los límites serán establecidos por un grupo de expertos del IDEAM y del Instituto Von Humboldt, bajo la responsabilidad del Ministerio del Medio Ambiente. Se prohíbe en principio la agricultura y la ganadería.

2.- Se dará un plazo prudencial de 10 a 15 años para "sanear" el páramo, darles otras oportunidades a los campesinos comprometidos en el proceso como: nombrándolos reforestadores, guarda bosques, protectores de las corrientes de agua, involucrarlos en el ecoturismo, etc., u ofrecerles tierras en áreas más bajas, previo un estudio socioeconómico y de tenencia de tierra, que permita adelantar un plan organizado de recuperación del mismo.

3.- Prohibir de inmediato las actividades nocivas de los grandes paperos en el Páramo y en especial la utilización de maquinaria pesada y de las enormes cantidades de abonos, fungicidas y plaguicidas que utilizan.

4.- Crear un fondo ambiental para el Páramo, con base en una sobretasa aplicada a cada m³ de agua utilizada por la Capital o por los Municipios aledaños al mismo. Con este fondo se comenzará a comprar la tierra del Páramo, pagar mejoras, indemnizar campesinos y financiar las actividades mencionadas en el punto 2.

5.- La restauración del Páramo y del bosque debe ser una actividad planificada y dirigida en la cual se respete la restauración natural del mismo por sucesión y no se vayan a introducir especies de otro páramo.

6.- Para asegurar, hasta donde sea posible la conservación de todas las especies y tipos de vegetación durante el cambio climático esperado en este Siglo, es recomendable hacer un monitoreo de la reacción de las comunidades naturales y sus especies a este cambio, para si este fuera el caso, poder considerar medidas correctivas.

11. CONCLUSIONES

A lo largo de este documento se ha insistido en la vulnerabilidad del ecosistema páramo. En los últimos años se ha visto cómo el páramo ha sido objeto de una ocupación indiscriminada y de una sobreexplotación que ha atentado contra su equilibrio biológico y ha puesto en riesgo su gran biodiversidad.

La protección y conservación integral del Páramo de Sumapaz es imperativa, por tratarse de una importantísima reserva hidrológica, en que el agua toma un valor estratégico para Bogotá, ya que su cercanía, abundancia y calidad hacen de este un proyecto llamativo a costos más bajos que la de proyectos recientes o previstos como traer el agua del piedemonte llanero.

Debe pues, Bogota D.C., adelantar en el páramo de Sumapaz y en la cuenca del río Tunjuelo o Tunjuelito las siguientes acciones:

- Obras de recuperación de suelos y control de sedimentos en todas las cuencas y micro cuencas.
- Delimitar y hacer respetar la frontera de producción agrícola, evitando así las quemas y la utilización masiva de agroquímicos, que tanto daño causan al páramo.
- Promover las prácticas de manejo del suelo en las fincas cercanas a los ríos, quebradas y fuentes menores, para disminuir el alto grado de sedimentación que presentan los ríos y quebradas.
- Promover la implantación de vegetación ribereña, subsidiando a quienes la pongan en práctica.
- Adelantar procesos de recuperación del bosque primario, vinculando a los campesinos en esta labor a través de programas de siembra y guardabosques con un estímulo económico que los afiance más a su medio.
- Igualmente, vincularlos a programas de ecoturismo, gracias al conocimiento que poseen del ecosistema páramo.
- Adelantar obras de retención de sedimentos, por medio de pequeñas presas a lo largo de los principales causes.

Todo esto, contribuiría no sólo a conservar y recuperar el ecosistema páramo, sino que serviría para aumentar el nivel freático del páramo, cuya función principal, es producir agua.

Antes de cerrar este capítulo, quiero dejar expresa la preocupación que existe por el alto riesgo de desastre natural por inundaciones y derrumbes, que amenaza a la población del sur de la capital y a las numerosas instalaciones productivas asentadas en la cuenca media del río Tunjuelito, debido a su mala utilización y a los abusos y atropellos que contra la misma se han llevado a cabo en las últimas décadas. Se estima la población de la cuenca en 2.5 millones de habitantes y en unas 450 industrias localizadas en la misma.

La cuenca del río Tunjuelo, o más conocido como río Tunjuelito, se extiende en una longitud de 53 kilómetros y con un descenso de 1430 metros desde su nacimiento en la laguna de Chisacá, hasta su desembocadura en el río Bogotá. Tiene un área aproximada de 3.500 ha. y su caudal medio se estima en 4,2 metros cúbicos por segundo a la altura de Bosa.

El 9 de junio del año 2000 se presentaron aguaceros torrenciales dentro de su cuenca del orden de 180 m³/seg., provocando así una gran inundación en la parte media de su cuenca, que puso en peligro la vida de más de 100 mil habitantes y causó grandes daños a las viviendas, así como a las instalaciones productivas del área.

Afortunadamente, gran parte de las aguas se desviaron hacia la zona de las antiguas excavaciones gravilleras, que se encuentran en el sitio conocido antiguamente como La Fiscalá, y muy cerca de las instalaciones de la Escuela de Artillería, las que le sirvieron como depósito de amortiguación.

Varios expertos y entidades que han estudiado el fenómeno descrito anteriormente, estiman que si una nueva inundación llegara a producirse en el futuro, la Capital y el país tendrían que enfrentar un desastre de mayor magnitud que el que se presentó en Armero en 1985.

La situación descrita anteriormente, exige tener en cuenta las recomendaciones ya enunciadas para adelantar una recuperación integral de la cuenca a través de un reordenamiento hidráulico, urbanístico, social y económico de la misma, tanto más si tenemos en cuenta que en una cuenca como esta con un alto índice de pluviosidad, deforestada, con altos índices de sedimentación, sin obras civiles para encausar las crecientes, la cantidad de agua que puede recoger por hectárea es de 13mil m³, que en esas condiciones son recibidas directamente en el cauce, siendo así la creciente proporcional a la cantidad de hectáreas que estén desprovistas de vegetación.

Finalmente, para que el Distrito capital pueda financiar esta estrategia ambiental tiene que buscar el apoyo del sector público central y descentralizado; debe comprometer y vincular al sector privado y hacer que la comunidad participe con diferentes modalidades en este vital proceso.

BIBLIOGRAFIA

BERKER, R. P. & A. M. Cleef. *La vegetación del Páramo de la Laguna Verde (municipio de Tausa, Cundinamarca), Análisis Geográficos*, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Bogotá, 1985.

CASTAÑO-URIBE CARLOS.,, (Editor) *Páramos y Ecosistemas Alto Andinos de Colombia en Condición HotSpot & Global Climatic Tensor*. Ministerio del Medio Ambiente, IDEAM Y PENUD., Bogotá, 2002.

CASTAÑO-URIBE CARLOS y Marcela Cano, Editores. *El sistema de Parques Nacionales de Colombia UAESPNN*, Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá , 1998.

DEL LLANO, Manuel, *El Ecosistema Páramo*. Banco de la República, Bogotá, 1990.

FLOREZ, A. *Los Nevados de Colombia, glaciales y glaciaciones*. Análisis Geográficos 22, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Bogotá, 1992.

GUHL ERNESTO. *Los Páramos circundantes de la Sabana de Bogotá*. Jardín Botánico José Celestino Mutis, Bogotá, 1982.

ICFES, UPTC y Ministerio del Medio Ambiente. *Caracterización y manejo de las Zonas de Páramo*. Memoria, Villa de Leyva, 1998.

MALAGON D & PULIDO C., *Suelos del Páramo Colombiano. Colombia Diversidad Biótica III. La región de vida paramuna*. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Naturales, Bogotá, 2000.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Programa para el manejo sostenible y restauración de Ecosistemas de Alta Montaña Colombiana: *Páramos*. Bogotá, 2001.

PEREZ A. ENRIQUE. *Plantas útiles de Colombia*. Imprenta Nacional, Bogotá, 1935.

RANGEL, J. O. (ED.) *Colombia Diversidad Biótica III. La Región de vida Paramuna*. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2000.

REYES P., MOLANO J., GONZALEZ F., CORTEZ A., RANGEL O., FLOREZ A., IRIARTE P., KRAUS E., (EDS). *El páramo un ecosistema de Alta Montaña. Serie Montañas Tropoandinas*, Vol. I, Fundación Ecosistemas Andinos, Santa Fe de Bogotá, 1995.

VAN DER HAMMEN, Tomas., *Diversidad Biológica, Informe Nacional sobre el estado de la biodiversidad (Colombia)*, Instituto Alexander von Humboldt. Ministerio del medio ambiente, Bogotá, 1997.

VARGAS, O. y RIVERA, D. *Impacto del fuego y pastoreo sobre el medio ambiente páramo . Serie montañas Tropoandinas. Volumen II .*Bogotá, 1996.

NOTA : Para el caso del río Tunjuelo o Tunjuelito fueron consultados estudios preliminares de la Sociedad Colombiana de Geología, Asociación Colombiana de Hidrogeólogos y otros, lo mismo que de la Fundación Ciudades Menores.