

UN ORDENAMIENTO TERRITORIAL PARA LA ESTRATEGIA ECOLÓGICA

PRIMERA PARTE: DESCRIPCIÓN GENERAL

JORGE ARIAS DE GREIFF

Astrónomo e ingeniero. Miembro de Número de la Sociedad Geográfica de Colombia y de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
Disertación en los "Martes del Planetario", mayo de 2002, evento organizado por la Sociedad Geográfica de Colombia

Se propone un ordenamiento territorial con la idea de que es más urgente resolver problemas ecológicos que hacer cambios administrativos insubstanciales, que tal como van las cosas, pueden convertirse en mecanismos para trasladar vicios del centro a la provincia y consagrar su práctica.

Lo que aquí se va a tratar es un *colosal emporio energético* que tiene cinco socios: el sol, el agua, la atmósfera, la tierra vegetal y la vegetación de hoja verde. Este consorcio opera en dos niveles u órdenes.

- Por una parte está la fotosíntesis, la radiación solar incide sobre una planta que está impregnada de agua en una atmósfera que contiene CO_2 y logra desbaratar la molécula de agua, expulsar el oxígeno nuevamente a la atmósfera y producir con el CO_2 y el hidrógeno sustancias que captan la energía solar y que pueden al cabo de miles o millones de años aparecer como combustibles fósiles.

Además, la fotosíntesis logra el procesamiento de una gran cantidad de sustancias químicas que ya quisieran las industrias farmacéuticas poderlas elaborar en el grado de perfección en que lo hace este fenomenal consorcio. El proceso de la fotosíntesis es tremendamente complicado, hay aspectos de él que todavía no se entienden completamente, pero la realidad es que ocurre.

- Por otra parte, la interacción de la vegetación, la atmósfera y el agua produce y exige unos microclimas. El procedimiento funciona en forma óptima dentro de un microclima que, a lo largo del tiempo, él mismo produce. En el momento en que ese microclima desaparece por la acción destructora del hombre comienzan a perderse las opciones y oportunidades de aprovechar el producto de esa empresa fabulosa.

ELEMENTOS QUE CONFORMAN LA FOTOSÍNTESIS Y EL MICROCLIMA

El Sol

Debemos dedicar un espacio al sol, analizando la radiación que llega a la atmósfera. En la gráfica se observa una línea resaltada, muestra la radiación de un cuerpo negro que se asemeja a la radiación que llega del Sol, corresponde a una temperatura de 5.600 grados Kelvin. Esa es la radiación solar que llega a la parte alta de la atmósfera y que antes de entrar a la atmósfera está cortada en 2.000 Angström debido al Sol que no produce radiación ultravioleta más allá. Si la tierra tuviera por Sol una estrella como Sirio, el problema del ultravioleta sería catastrófico.

La atmósfera

En el espectro, la dispersión de la luz del Sol por moléculas de la atmósfera es mucho más fuerte en el azul-violeta que en el rojo. Esta dispersión de luz tiene algunos aspectos bastante interesantes, pues al atravesar la atmósfera, el azul y el violeta se disgregan hacia los lados. La radiación choca con una molécula, cambia su dirección y sigue chocando con otras llegando al observador, viniendo de todos lados, entonces el aire toma el aspecto de una masa azulosa, esa es la causa de que el cielo se vea azul.

Por su parte, la luz rojiza atraviesa la atmósfera sin dispersarse tanto y si la radiación incide en forma oblicua, como en los amaneceres y en los atardeceres, le deja prácticamente todo su azul a la atmósfera y lo que llega es una luz enrojecida. Esta luz enrojecida es la que forma los arboles de los atardeceres y tiñe de rosado las auroras.

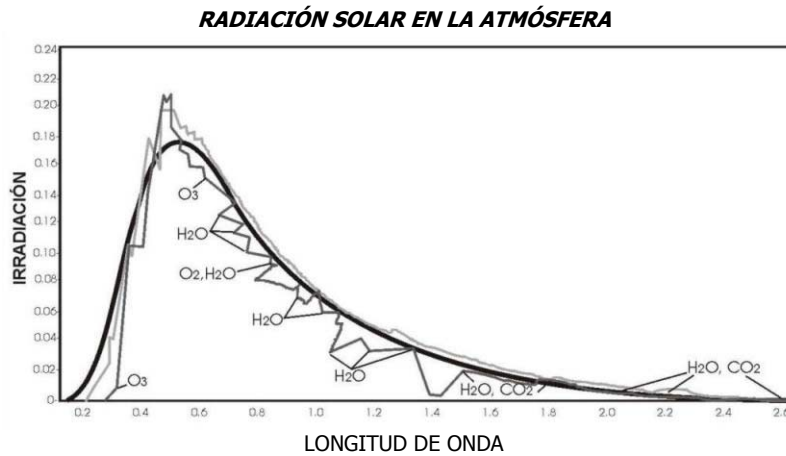
Lo que la atmósfera hace perder a la radiación está cargado hacia el azul, el rojo poco le hace perder. Esto produce dos efectos: La tarde soleada sigue siendo caliente y el Sol se ve luminoso, la radiación tiene poco ultravioleta, pero después de las cuatro de la tarde ya casi lo ha perdido todo. Sin embargo, la atmósfera está muy caliente y hay una gran cantidad de luz. Más tarde, al momento de ponerse, el Sol se ve rojo, lo que indica que la radiación está llegando después de atravesar algunos cientos de kilómetros de atmósfera, al momento de ocultarse, es solo luz roja. "El sol de los venados" y el cielo azul son el resultado de esta extinción selectiva por dispersión de la luz solar en la atmósfera.

Otra causa, no selectiva de pérdida de radiación que retiene por igual la radiación violeta y ultravioleta que la roja, es la originada en la parte baja de la atmósfera por aerosoles, es decir, partículas sólidas en la atmósfera tales como la polución de las ciudades, humo y polvo.

La última causa es la extinción casi completa del ultravioleta causada por el ozono. Esa extinción aumenta rápidamente hacia el violeta y el ultravioleta. El ozono le resta radiación al espectro solar en el extremo ultravioleta que no es muy fuerte en el sol. De todos modos, el ozono corta el ultravioleta en forma muy drástica en el preciso punto en que comienza a ser muy dañino para la piel humana.

En las regiones ecuatoriales, el Sol pasa dos veces al año por el cenit y todos los días, a medio día, pasa muy cerca del cenit. En Bogotá, por ejemplo, el mayor alejamiento del Sol al cenit a medio día es de unos 28° en diciembre y unos 18° en el mes de julio. El efecto de ello es poco notorio, en cambio, se vuelve drástico cuando las distancias del Sol al cenit al medio día son mayores como ocurre en latitudes altas. Así tengan todos los países y lugares del mundo el mismo número de horas de Sol por encima del horizonte, a lo largo del año llegan a sumar unas 4.200 horas, en los países ecuatoriales tenemos más horas cerca del cenit y la radiación que

llega al suelo es mucho mayor que en las latitudes altas, donde sólo en los veranos el sol tiene algún acercamiento al cenit.



En las zonas ecuatoriales, el Sol sale por el horizonte hacia las seis de la mañana, a las siete está a unos 15° sobre el horizonte y a las ocho a unos 30°. Hacia las nueve llega a 45° y después pasa en las horas vecinas al medio día a una altura más grande. Si se tiene en cuenta la extinción atmosférica mayor cuando los rayos del sol son oblicuos, las 4.200 horas de Sol para Bogotá se reducen a 2.700 horas efectivas en el cenit. Esto en el Norte de los Estados Unidos y en el sur de Europa, hacia una latitud de 45°, baja a unas 1.900 horas. Así, aunque ellos tengan el mismo número de horas de sol al año la cantidad de energía que les llega es menor en un 70%.

La energía que llega del Sol a la superficie de la tierra, atravesando la atmósfera verticalmente, es de unos 1.100 kilovatios por metro cuadrado por minuto. Este es el formidable aporte del socio mayoritario, el sol, al consorcio energético legalmente constituido y establecido en las regiones ecuatoriales.

En cuanto al tema del ozono, se encuentra que mientras en las zonas templadas hay unas 500 unidades Dobson, en el Antártico no hay más de 220. En las latitudes medias del hemisferio sur el ozono está en un buen nivel. No obstante, en las zonas ecuatoriales la cantidad de ozono es menor que la que hay en las zonas templadas.

La protección del ozono varía considerablemente en escalas de tiempo muy cortas, en 1987 la zona norte de América del Sur estuvo más protegida por el ozono que en 1989, lo cual indica que la protección por ozono va cambiando de año en año. De todos modos, la retención de ultravioleta es mucho menor en las zonas ecuatoriales que en las zonas templadas y por esta razón la energía que llega al suelo es mayor en las tierras ecuatoriales.

Tiene razón el profesor Joaquín Molano Barrero de no llamar la zona en que nos encontramos tropical, es más preciso clasificarla como ecuatorial porque en el trópico de Cáncer y en el de Capricornio, límites de la zona, se recibe algo menos de energía solar que la que llega a los países vecinos al Ecuador. En el año 2001 se observa un enorme aumento del ozono sobre el Antártico, ello se debe a que el Convenio de Montreal obligó a los países a limitar el uso de clorofluo-carbono, sustancia empleada en muchos procesos industriales, capaz de acabar con la capa de ozono que es efectiva pero muy tenue y realmente fácil de perder.

Con observaciones hechas especialmente en el Antártico se sabe que la cantidad de esa sustancia en la atmósfera está disminuyendo. Por lo visto el protocolo de Montreal está surtiendo efecto pero la disminución en la pérdida de ozono todavía no es notoria. El asunto es que cuando el clorofluo-carbono sale a la atmósfera, al romper el ozono y convertirlo en oxígeno se destruye, pero se regenera ahí mismo. Una molécula de estas puede permanecer en la atmósfera unos diez años antes de bajar al suelo y no molestar más al ozono.

El agua

El agua es el otro socio indispensable para el formidable consorcio que nos ocupa. En el mapa que indica la disponibilidad de agua en los países, la zona más oscura señala sitios con más de 5.000 m³ cúbicos por año por cabeza sin tener en cuenta su uso. La zona un poco más clara indica una disponibilidad menor, entre 5.000 y 1.700 m³ y los países de tono claro son los que están por debajo de 1.700 m³. Las partes rayadas corresponden a países en donde, independientemente del agua que tengan, por lo menos el 50% de la población no cuenta con agua potable, no la conoce. Es el caso de las región central del África. En la India donde llueve bastante la cantidad de gente es tan grande que no alcanza el agua para toda la población.

Hoy, un buen número de países no tiene agua suficiente para la vida de la gente. Uno de los casos patéticos es Irán, allí han tenido que trasladar tres aldeas por absoluta carencia de agua y en vez de llevarles agua en carrotaques, resolvieron llevarse la gente para otra parte donde la situación no fuera tan crítica. Si eso es ahora, en años próximos será devastador.

En los Estados Unidos es donde más se usa el agua. Hay un uso, no una disponibilidad, de 1.280 m³ por habitante. Se utiliza la mayor parte, prácticamente un 50%, en la industria; un 40% en la agricultura y un 10% en actividades domésticas. Es decir, 132 m³ por habitante por año.

En el uso del agua sigue Australia con cerca de 700 m³ de uso por habitante, de estos, 500 m³ se dedican a la agricultura; 68 m³ a la industria y 118 m³ al consumo doméstico. Después está Europa con un uso de 578 m³, es decir, la mitad de Estados Unidos. Gastan una parte muy grande, mucho más de la mitad en la industria, muy poco en la agricultura, sólo 187 y 85 en uso doméstico.

De ahí podríamos pasar al total de Asia que gasta 535 m³ por habitante, 450 m³ en la agricultura, apenas 40 en la industria y 40 m³ en gasto doméstico. Quiere decir esto que un asiático se baña la mitad de un francés y éste, a su vez, la mitad de un norteamericano. En el África la situación es peor, el uso del agua es de 186 m³ por año: 148 en agricultura, 20 en industria y 18 en actividades domésticas, que es alrededor de la tercera parte de Asia.

En América del Sur se usan 311 m³ por habitante, de los cuales 207 están en la agricultura; en la industria 35 y en uso doméstico 69.

Este uso es nada comparado con la disponibilidad, es decir, el agua se va sucia a los mares. Una situación que aquí llamamos pomposamente desastre natural, como la creciente que se lleva un caserío, ocurre porque tumbaron el monte aguas arriba, no, esos son desastres causados por el hombre. Llamarlos desastres naturales o castigos de Dios, es una tramposa manera de engañar a la gente.



Colombia está en una situación absolutamente privilegiada, pero eso no basta para contentarse porque en este país se tumbaron los montes y sin ellos no es posible emplear adecuadamente el recurso hídrico, en estas condiciones sólo se puede aprovechar en forma de desastres y en conducir al mar la capa vegetal.

La capa vegetal

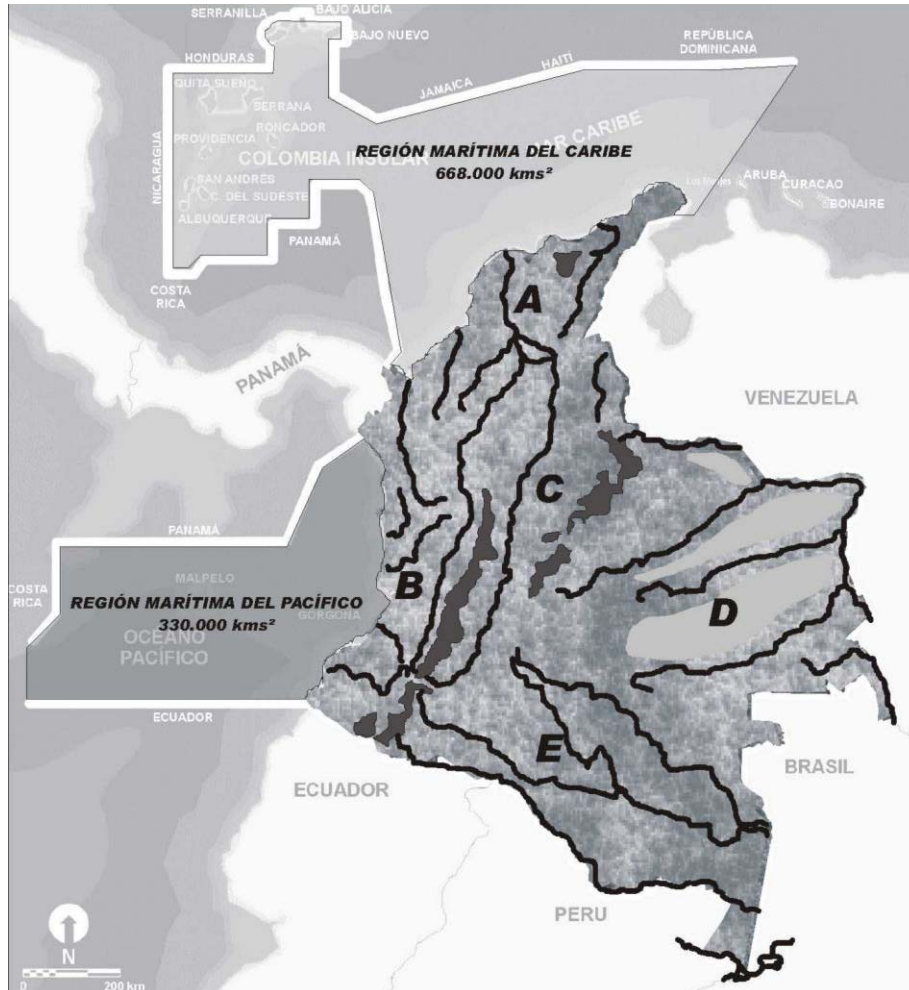
Lo que ha ocurrido en los últimos años lo ilustra el mapa presentado por el profesor Joaquín Molano, tomado del Boletín de la Sociedad Geográfica. Según el profesor Molano, la zona oscura corresponde a la selva existente antes de la conquista. No era muy diferente cuando las criolleras sacaron a los peninsulares y quedaron como dueñas de la colonia. Cualquier cosa distinta de este mapa con la realidad es producto de las clases dominantes de la República de Colombia con Constitución o sin Constitución.

Entonces, el país estaba cubierto por selvas sólo las zonas entre el Meta y el Guaviare, Guaviare y Vichada, Guaviare e Inírida y Arauca eran de pastos naturales; lo demás era selva. Selva que hasta hace unos 50-60 años permitía la navegación en el río Magdalena; los pasajeros podían ver los caimanes que estaban en las playas. Esto, ya es historia antigua.






MICROCLIMA DE LAS SELVAS HÚMEDAS DE LAS REGIONES ECUATORIALES

En el gráfico se muestran las temperaturas registradas tanto en el aire sobre la planta, como en la superficie de las hojas más altas, en el aire de las hojas y en el tronco. Esta medición se llevó a cabo durante tres días en los páramos de Monserrate. Las líneas representan la temperatura del aire por encima de la mata y la temperatura debajo de las hojas. En la base del dibujo, están las horas, en el día y en la noche. En la mañana la temperatura del aire está por encima de las hojas en varios grados, en ocasiones hasta 9° más caliente que el aire debajo de las hojas. Eso se produce todas las mañanas, en las tardes el efecto no es tan claro y en las noches hay una inversión ya que está más caliente el aire debajo de la mata que se encuentra por encima de ella.

COLOMBIA: PAÍS DE SELVAS Y REGIONES



CONVENCIONES

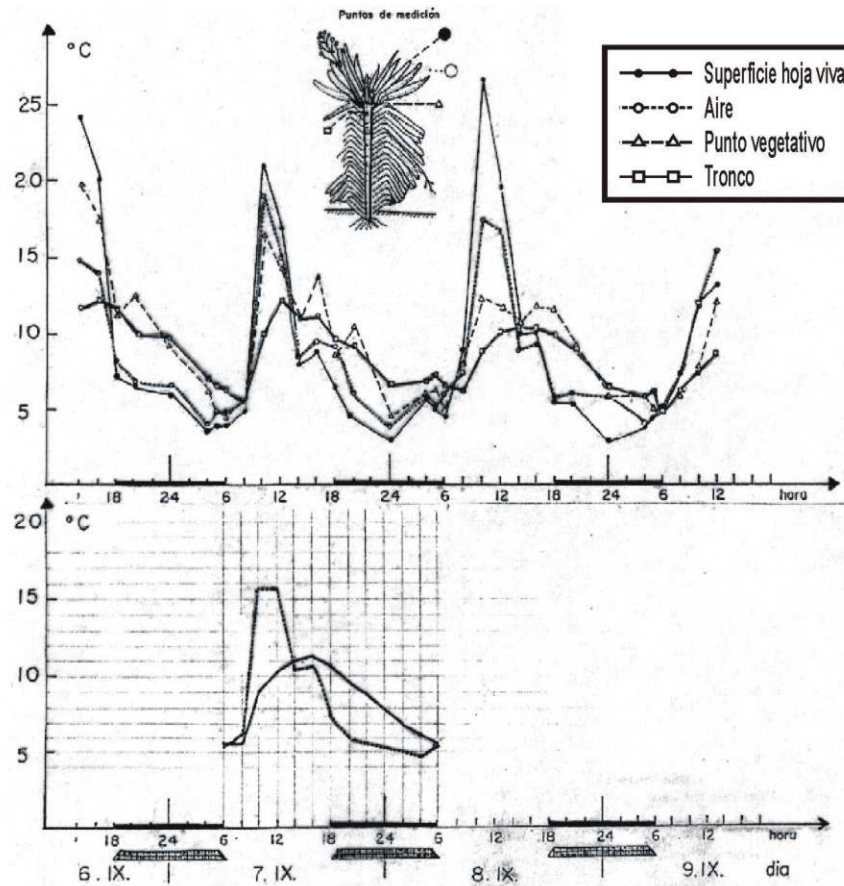
- | | |
|-------------------------------|---|
| A Caribe Continental |  Marítimo Caribe |
| B Pacífico Continental |  Pacífico Océánico |
| C Andino |  Páramos |
| D Orinoquía |  Selvas |
| E Amazonía |  Ríos |

Fuente: Joaquín Molano B.

Lo que ocurre en las mañanas va a ser la clave de los microclimas que se mencionarán de ahora en adelante. En la figura se han dibujado perfiles de un valle, por ejemplo, el del Magdalena, esto es importante en la zona montañosa y por consiguiente es clave para Colombia, de ahí que la zona de las montañas necesite un manejo diferente al de las zonas selváticas. En las mañanas, en los valles de tierra caliente suele amanecer el cielo toldado en las primeras horas, en el momento en que el Sol sale se forma una circulación de aire húmedo que sube por el pie de las montañas. Ese aire húmedo se va quedando en la parte alta de las cordilleras, pegado de las montañas, y en la tarde vuelve a descender.

Antiguamente se veían los nevados del Tolima y del Ruiz desde Bogotá entre las 6, 7 y, a veces, 8 de la mañana, pero unos minutos más tarde ya las nubes habían subido y se habían instalado sobre esas cimas; al medio día y en la tarde las nubes quedan cubriendo esas alturas.

**TEMPERATURA DE UN INDIVIDUO DE ESPELETIA
GRANDIFLORA EN EL PÁRAMO DE MONSERRATE**

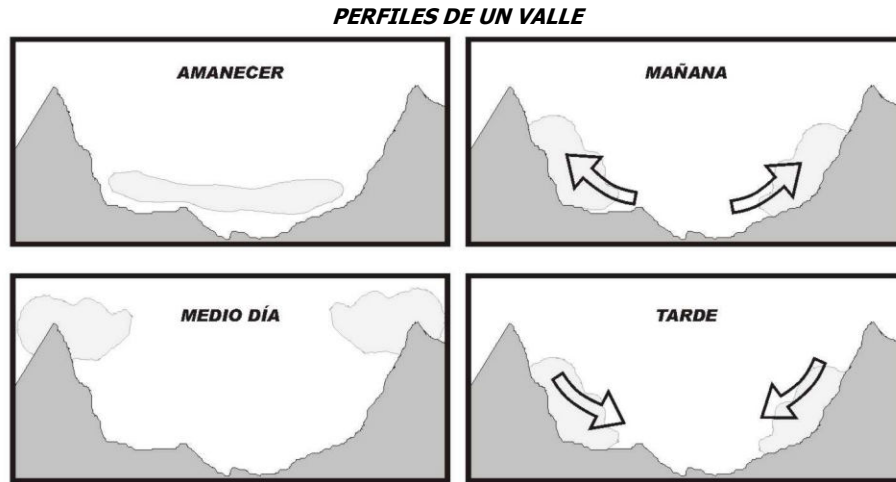


Fuente: Sturm y Rangel (1985)

Esto se aprecia en un vuelo a Medellín o Cali, siempre hay unas nubes a la entrada de la sabana aunque si se vuela muy temprano no están aún allí. Hay en las mañanas un ascenso de aire húmedo y caliente ceñido a la montaña que al caer la tarde invierte su recorrido y las nubes bajan al fondo de los valles. Este es un ciclo diario que afecta la temperatura de los valles andinos. Es algo completamente distinto de lo que pasa en las selvas amazónicas o en la región del Orinoco en donde el clima tiene un régimen anual: meses de lluvia y de inundaciones y meses secos.

En la zona Andina, el problema del clima es de orden diario. A Bogotá le sucede lo mismo, inicia el día despejado, aparecen nubes a la mitad de la mañana, caen rayos y centellas pasado el medio día, sigue lloviendo hasta las cinco y luego se despeja. Eso se repite al día siguiente y al otro día. Y tanto al fenómeno del Niño como al de la Niña les cuesta mucho trabajo romperlos. Esos son fenómenos globales que afectan la meteorología de todo el mundo, pero no en todos los lugares en el mismo grado. A la zona Andina la afectan bastante menos que a la costa del

Pacífico y otros sitios. La Sabana de Bogotá está sometida a otros fenómenos que no siempre los domina el Niño.



Otra cosa importante de este régimen diurno es que en las mañanas, en la zona cafetera, las cañadas permanecen hasta bien tarde en el día con manchas de neblina.

La figura muestra lo que ocurre en una vegetación de tipo selvático sometida a este ciclo diurno. El aire es frío dentro de la selva y más caliente encima de las copas de los árboles. Ese aire frío es más denso, tiende a quedarse abajo y a no subir; además, las hojas hacen que el viento no lo moleste. Si se está caminando por unos potreros y de pronto se entra a una mata de monte, se nota la diferencia de temperatura, no se tienen que llevar instrumentos científicos, simplemente es una vivencia y sabe que está frío y además húmedo. Entonces, el aire caliente y húmedo que sube en las primeras horas de la mañana, ceñido a las lomas, se va metiendo y se condensa en forma de rocío.

Este es un aporte a la hidrología ya que así no llueva, una parte del aire húmedo se condensa dentro del bosque y lo mantiene frío y húmedo aunque arriba brille el sol. El bosque puede permanecer húmedo meses aunque no haya llovido porque en ese bosque, en esa selva de montaña, todo está impregnado de agua; cualquier piedra, cualquier pedazo de madera que se toque está empapado.

Estos casos suelen no ser de la ciencia pero se vivencian. Hace ya medio siglo, durante una excursión al Nevado del Tolima unos pocos excursionistas cometimos el error de mandar los

morrales en una mula que subió más aprisa y llegó a un refugio, a quienes íbamos a pie conversando se nos hizo tarde, llegó la noche en pleno bosque húmedo y frío. Era necesario prender fuego, un argentino experto en montaña salvó la situación, pidió que cada cual sacara lo que tuviera seco en los bolsillos, briznas de papelitos, cualquier cosa, porque tenía que comenzar a hacer un fuego pequeño con las cosas que estaban dentro de la ropa. Hizo una llamita con la cual calentó y secó unos chamizos húmedos un poco más grandes y con ellos pudo hacer una llama mayor que se convirtió en una fogata que duró hasta el día siguiente.

La fogata se logró por comenzar de esa manera, porque cualquier cosa que se tomara del bosque estaba totalmente mojada y así dura meses. ¿Qué ocurre con ese bosque? El piso se mantiene con una humedad constante que además es óptima y permite ríos hermosísimos de agua limpia y pura porque ese suelo, a pesar de que llueva, deja correr el agua sin erosionarse pues no se desborona.

