

con mucha atencion por el coronel Hall dan testimonio de la constancia y estabilidad de su nivel. El estudio del lago de Yaguarcocha, ó Laguna de sangre, asi llamado desde que Huayna Capac enrojeció sus aguas con la sangre de 30,000 Indios Lañares que hizo degollar, me conduciria á iguales resultados. Estos dos lagos no tienen salida alguna, pero he escogido el de Chilcapan, precisamente porque tiene una abertura natural hácia el norte por la cual sale el rio Blanco, para mostrar, segun lo dije al principio, que las observaciones hechas sobre lagos abiertos tambien pueden ser útiles. Una corriente de agua cualesquiera que sale de un lago ha de profundizar necesariamente el conducto por donde pasa, y causar un descenso en el nivel de las aguas. Ahora bien, á pesar de esta circunstancia, las de Chilcapan no han bajado de nivel, y, examinando con atencion la roca traquítica, en el lugar de donde nace el rio Blanco, he visto que no habia nada que indicase accion corrosiva de las aguas. En las muchas cascadas que he tenido ocasion de examinar, he advertido que efectivamente una masa de agua puede, al caer, cavar hondamente las piedras mas duras, pero nunca he observado accion sensible del agua cuando solo corre sobre una roca, á no ser que lleve consigo, como sucede generalmente en los torrentes, cascajo cuya frotacion continua sea susceptible de gastar la superficie de la roca por donde pasa.

Terminaré lo que me queda que decir relativamente á los lagos de la América meridional tratando del de Quilatoa, situado en el otro hemisferio, porque fué observado con la mayor exactitud en dos épocas suficientemente distantes una de otra, á saber en 1740 y en 1831. Basta permanecer algun tiempo en la villa de Latacunga, situada al pié del Cotopaxi, para oír hablar con frecuencia de las maravillas de la laguna de Quilatoa ¹. De

¹ El padre Juan de Velasco, natural de Quito, en su Historia natural de aquel reino, escrita en 1789 y publicada en Quito en 1844, dice lo siguiente: « Quirotoa ó Quilatoa, de figura conico-tronca, tiene en su altura un elevado muro de escarpadas peñas, y dentro, un lago de una legua de circunferencia con una isla en medio. Esta se perdió con haber subido el agua setenta varas por los años de 1725. Luego que se cubrió la isla se declaró volcan, porque arrojó llamas de en medio de las aguas. En su última erupcion, que la hizo en diciembre de 1740, ardió una noche entera, derramándose las llamas en contorno, quemó las rocas y esterilizó los campos. Con esto parece que quedó

la cual se dice que de tiempo en tiempo lanza fuego que abrasa los arbustos que crecen en sus orillas, y cuyas defonaciones se oyen á mucha distancia. La Condamine hizo una excursion á Quilatoa en 1738, y halló que el lago era circular; tenia docientas toesas de diámetro y sus aguas distaban de lo escarpado de las orillas veinte toesas. En el mismo estado encontré el lago de Quilatoa en 1831 en que lo visité. Tiene el aspecto de un cráter ocupado por el agua; su elevacion sobre el nivel del mar es de 3,918 metros, es decir que pertenece á la region fria, y en efecto está rodeado de inmensas dehesas, y la hacienda de ganado de Piliputzin se halla 500 metros mas abajo; al oriente la cordillera que desciende hácia la costa está cubierta de selvas incultas y desconocidas. Los pastores de los contornos me dijeron que nunca habian visto salir llamas del lago ni oído defonaciones.

El estudio de los lagos, tan comunes en Asia, conduciria probablemente á resultados conformes con los que se deducen de las observaciones hechas en la América meridional, á saber, que las aguas que riegan una comarca disminuyen á medida que los desmontes se acrecientan y que las labranzas adquieren extension. Los trabajos recientes de M. de Humboldt, que han contribuido tanto á dar á conocer aquella parte del mundo, parece que dejan poca duda en ello. Despues de hacer ver que el sistema de montañas del Altaí desaparece con una serie de colinas en las llanuras de Kirghiz, y que por consiguiente la cadena del Ural no está ligada con la del Altaí, como se creia generalmente, este célebre geógrafo prueba que justamente en los lugares en que se acostumbraba situar los montes Alghinicos comienza una region particular de lagos que continúa por las llanuras atravesadas por los ríos Ichim, Omsk y Ob ¹. Podria suponerse que estos lagos son el residuo de la evaporacion de una grande masa de agua que en otro tiempo cubria todo el pais, y que, por consecuencia de la configuracion del suelo, se había dividido en otros tantos lagos particulares. Atravesando el estepar de

extinguido, porque bajando las aguas se descubrió la isla y no ha vuelto á dar señal alguna. Es creible que esta montaña hubiese sido volcan antiguo y muy alto, y que, hallándose hueco como el Carguairazo, se hubiese sentado su copa formando la isla que se ve.» (*El traductor.*)

¹ Humboldt, *Fragments asiáticos.*

Baraba para ir de Tobolsk á Barnaoul, M. de Humboldt observó que por donde quiera el desecamiento del pais aumenta rápidamente por el cultivo de la tierra.

Quedan pues que examinar, bajo el punto de vista que nos ocupa, los lagos de Europa. Mi viaje á Suiza fué demasiado rápido para proporcionarme datos suficientes con respecto á los lagos de esta interesante region, mas por fortuna un ilustre observador nos ha dejado documentos preciosos que ofrecen pruebas nuevas sobre el influjo del cultivo y de los desmontes en la disminucion de las aguas. Saussure, en sus primeros estudios relativos á la temperatura de los lagos de la Suiza, examinó los que estan situados al pié de la primera línea del Jura. El lago de Neuchatel tiene ocho leguas de largo; su mayor anchura no pasa de dos leguas. Lo que mas admiró á Saussure fué la extension que este lago debia haber tenido en otro tiempo, porque, segun él, las grandes praderas horizontales y pantanosas que lo terminan al sudoeste han debido pertenecer al lago. El de Bienna tiene tres leguas de largo y una de ancho; está separado del de Neuchatel por una serie de llanadas que probablemente estuvieron inundadas. El lago de Morat está separado del lago de Neuchatel por llanos pantanosos que sin duda alguna tambien estuvieron cubiertos por las aguas, en tiempo en que, segun Saussure, los lagos de Neuchatel, Bienna y Morat, no formaban sino uno solo, porque, en Suiza, como en América y en Asia, los antiguos lagos que podrian llamarse primitivos y que ocupaban el fondo de los valles, cuando el pais estaba enteramente inculto y agreste, se han dividido por el efecto del desecamiento en cierto número de lagos independientes.

Terminaré la tarea que me impuse, aprovechándome, respecto de la discusion que me ocupa, de las observaciones de Saussure en el lago de Ginebra. Este lago es, por decirlo así, el punto de partida de los inmensos trabajos de este célebre físico, y nadie ha hecho de él un estudio tan profundo. Supone Saussure que, en una época bien anterior á los tiempos históricos, las montañas que dominan este lago estaban sumergidas, hasta que una catástrofe posterior no dejó mas aguas que las que se encuentran en el fondo del valle y que forman el lago de Ginebra. Fundándonos en el testimonio de los monumentos cons-

truidos por los hombres, no es posible dudar que las aguas de este lago no hayan disminuido en los últimos doce siglos. Mucha parte de la ciudad de Ginebra está edificada en las playas abandonadas por las aguas del lago, y este descenso del nivel del lago, segun el mismo Saussure, no depende solamente de haberse profundizado el canal de desagüe, sino tambien de la disminucion en la cantidad de aguas que entran en el lago.

La consecuencia que se saca de las observaciones de Saussure, es que, en el espacio de mil docientos á mil trescientos años, las aguas corrientes han disminuido gradualmente en las regiones que circundan el lago de Ginebra, y nadie me parece negará que se han hecho en Suiza durante este largo período inmensos desmontes, ni que haya dejado de acrecentarse el cultivo de este hermoso pais.

Del exámen del nivel de los lagos hemos llegado á la conclusion siguiente: que en los paises en donde se han ejecutado grandes desmontes, ha habido muy probablemente disminucion en las aguas vivas que corren á la superficie del terreno; mientras que allí donde no se ha hecho tala alguna, las aguas corrientes permanecen como ántes sin menoscabo. Así los bosques considerados bajo el punto de vista que nos ocupa, obran conservando el volúmen de las aguas destinadas á los molinos, canales, etc., porque impiden que las aguas de lluvia se reúnan y corran demasiado pronto, y porque sirven de obstáculo á la evaporacion.

Que un terreno cubierto de árboles sea ménos propio á favorecer la evaporacion que un terreno desmontado, es un hecho constante que no admite discusion; mas, para observar bien las diferencias de estas dos condiciones, es menester viajar por caminos que atraviesen sucesivamente terrenos limpios y terrenos cubiertos de bosques, poco tiempo despues de la estacion de las lluvias. Entónces se advierte que las porciones del camino descubierto aparecen completamente secas, mientras que donde hay bosque el lodo y la humedad continúan. En la América meridional los terrenos cubiertos de selva espesa son los en donde se observa mas claramente la dificultad de la evaporacion. En los bosques la humedad es constante, y los senderos son siempre pantanosos, sin que haya otro medio de desecar

estas sendas montuosas sino dándoles una anchura de ochenta á cien metros, es decir haciendo un desmonte considerable. Una vez admitido (y no es posible resistir á la evidencia) que las aguas corrientes se disminuyen en consecuencia de los desmontes, conviene examinar si esta disminucion depende de una cantidad menor de lluvia, ó de una evaporacion mayor, ó de los riegos. Dije al principio de esta memoria que no era fácil calcular la influencia que cada una de estas causas tiene en el fenómeno; pero, ántes de terminar, trataré de averiguar cual tiene mas ó ménos, y algo adelantará la discusion si consigo probar que hay menoscabo en las aguas corrientes por el solo efecto del desmonte, sin la concurrencia simultánea de las otras causas.

Por lo que hace al riego ó regadio, hay que distinguir necesariamente entre el caso en que se sustituyan grandes sembradas á los bosques, y el caso en que un terreno árido y limpio se cultive por la industria del hombre. En el primer caso es probable que el riego contribuya poco á disminuir la masa de las aguas corrientes, porque debe suponerse que la cantidad de agua consumida en la vegetacion de una superficie dada de bosques, debe por lo ménos igualar á la que demanda una superficie igual cultivada despues de la tala. Entónces la influencia que ejerce este terreno cultivado no es otra que la de un terreno desmontado, que obra únicamente favoreciendo la evaporacion de las aguas de lluvia. En el segundo caso, es decir en aquel en que se dedique á las labranzas una grande extension de pais inculto, habrá evidentemente consumo del agua necesaria para la vegetacion que se ha provocado, y por esto la introduccion de la industria agrícola, aun en paises sin bosques, debe forzosamente disminuir las corrientes de agua. Probablemente ha de atribuirse á una circunstancia semejante el desecamiento gradual de los lagos que encierran una parte de las aguas del norte del Asia. Y no hay que decir que en este caso se aumenta la evaporacion de las aguas de lluvia, pues por el contrario este efecto debe mas bien disminuir, porque el agua se evapora mas difícilmente en el suelo cubierto de plantas que en el que esté desnudo de vegetacion.

De las consideraciones que he presentado respecto de los lagos de Venezuela, de la Nueva Granada, del Ecuador y de Suiza se sigue que puede atribuirse directamente la disminucion de una parte de las aguas corrientes tributarias de estos lagos á una cantidad menor de lluvia; pero tambien puede sostenerse con la misma razon que esta disminucion es tan solo la consecuencia de una evaporacion mas rápida de las aguas de lluvia. En efecto hay circunstancias en que la disminucion de las aguas vivas proviene de una evaporacion mas activa. Aunque he oido citar muchas observaciones en apoyo de esto, como estoy persuadido que en discusiones como la que nos ocupa no son solo los hechos sino los hechos bien observados los que conviene adoptar, solo citaré dos observaciones; la una se debe á M. Desbassyns de Richemond en la isla de la Ascension; la otra es tomada de mis registros durante una residencia de muchos años en las minas de Marmato.

En la isla de la Ascension existia un hermoso manantial en lo bajo de una montaña, el cual perdió su abundancia y por último se secó despues que se cortaron los árboles que cubrian aquella montaña. Atribuyóse la pérdida de la fuente al desmonte, y, haciendo nuevos plantíos de árboles, algunos años despues apareció de nuevo la fuente, que creció al mismo tiempo que el bosque, y al cabo recobró su primitiva abundancia.

La montaña metalífera de Marmato está situada en la provincia del Cauca, en medio de selvas inmensas. El arroyo que se usa en la mina está formado por la reunion de otros que nacen en la planicie montañosa de San Jorge, que domina el establecimiento. En 1826, cuando por la primera vez visité estas minas, Marmato no era otra cosa que la reunion de unas cabañas miserables habitadas por negros esclavos. En 1830, época en que sali de aquellos lugares, Marmato presentaba el aspecto mas animado, se veian allí grandes talleres, fundicion de oro, máquinas para triturar y amalgamar el mineral. Mas de tres mil habitantes, todos libres, vivian en el declive de toda la montaña, y por consiguiente se habian cortado maderas, así para la construccion de las máquinas y de los edificios, como para hacer carbon; el resultado fué que no habian trascurrido todavía dos años cuando se observó que el volúmen de agua que

daba movimiento á las máquinas comenzó á disminuir de un modo notable, y la cuestion era grave, porque al menoscabo en la cantidad de aguas como fuerza motriz acarrea como consecuencia una disminucion en la produccion de oro.

Ni en Marmato ni en la isla de la Ascension una tala local y limitada á cierto espacio ha podido influir suficientemente sobre el estado meteorológico de la atmósfera para hacer variar la cantidad anual de lluvia que cae en aquellas regiones. Además, en Marmato, luego que se observó la disminucion de las aguas, se estableció un pluviometro, advirtiéndose que en el segundo año despues de establecido y á pesar de haber continuado los desmontes, la cantidad de agua de lluvia recogida fué mas considerable, sin que se hubiera aumentado visiblemente el volumen de las aguas corrientes ¹.

Es pues verisimil que las talas y desmontes locales, aunque sean limitados á cortas distancias, pueden disminuir y aun hacer desaparecer las fuentes y los arroyos, sin que este efecto pueda atribuirse á una cantidad menor de lluvia.

Nos queda la última cuestion por examinar, á saber: si los grandes desmontes, es decir aquellos que comprenden un pais extenso, pueden hacer que disminuya la cantidad de lluvia. Esta cuestion no puede resolverse sino por medio de observaciones udométricas, y desgraciadamente en Europa no han comenzado á practicarse sino cuando los grandes desmontes se habian ya verificado. Esperamos que los Estados Unidos de América, en donde las talas se ejecutan con la mayor rapidez y extension, nos ofrecerán dentro de poco tiempo una serie preciosa de hechos.

Por lo que á mi toca, habiendo estudiado bajo los trópicos el fenómeno de la lluvia, he formado, respecto de la cuestion de los desmontes, una opinion que he logrado hacer adoptar tambien á otros observadores. Yo creo firmemente que la tala de árboles en grandes espacios disminuye la cantidad de lluvia anual que cae en una region.

¹ Dos años de observaciones udométricas son suficientes, aun entre los trópicos, para acusar una variacion en la cantidad de lluvia: mas, de las observaciones de Marmato se deduce que la masa de agua corriente ha disminuído, aunque la cantidad de lluvia haya sido mayor el segundo año.

Hace tiempo que se dice que en las regiones equinocciales ya época de la estacion lluviosa vuelve cada año con admirable regularidad; y esto es muy exacto, aunque el hecho meteorológico no debe anunciarse de un modo demasiado general.

La alternacion regular de las estaciones secas y lluviosas es casi completa en las regiones que comprenden un territorio con extremo variado. Así un pais que tiene bosques y rios, llanuras y montañas, lagos y extensas planicies, presenta con efecto estaciones periódicas perfectamente caracterizadas ¹.

No sucede así cuando el terreno siendo mas uniforme adquiere un carácter especial. La época de la vuelta periódica de las lluvias será mucho ménos regular cuando abundan los terrenos limpios y áridos, cuando las grandes labranzas se han sustituido en parte á los bosques, cuando los rios y los lagos son escasos ². Las lluvias en semejante pais serán ménos abundantes, y se sufrirán de tiempo en tiempo sequias de larga duracion.

Si, por el contrario, como en el Chocó y las selvas del Orinoco, bosques densos cubren casi totalmente el territorio, si hay muchos rios y que el cultivo de la tierra sea limitado, la irregularidad de las estaciones se verificará igualmente, pero en un sentido diferente. Dominarán las lluvias, y en ciertos años serán casi continuas.

El continente americano nos ofrece en una grande extension dos regiones colocadas bajo las mismas condiciones de temperatura, y en las cuales se encuentran sucesivamente las circunstancias mas favorables á la formacion de la lluvia, y las que les son mas diametralmente opuestas.

De Panama hácia el sur se encuentra la bahía de Cupica, las provincias del Chocó, Buenaventura, Barbacoas y Esmeraldas. En estos paises cubiertos de selvas densas regadas por una infinidad de rios, las lluvias son casi continuas. En el interior casi no hay dia que no llueva ³. Del otro lado del Tumbes há-

¹ Venezuela, los llanos y planicies de la Nueva Granada y de Quito, valle del Magdalena, provincias de Antioquia, de Guayaquil y de Cartagena. (*Nota del autor*).

² Provincias del Socorro, de Sogamoso, de Cumana, de Coro, de Cuenca hácia Piura.

³ Hé aquí como describe esta faja de tierra nuestro malogrado naturalista Cahas, en el semanario de la Nueva Granada. « La parte baja y marítima de

cia Paita, comienza un orden de cosas enteramente diferente: los bosques desaparecen, y tambien el cultivo de la tierra. Aquí no se sabe lo que es llover, y cuando estuve en Paita oí decir á los habitantes que hacia diez y siete años que no llovía. Esta falta de lluvia es general en todo el pais que toca en el desierto de Sechura y se extiende hasta Lima: en esta region la lluvia es tan escasa como los árboles.

Así, en el Chocó, cuyo terreno está cubierto de selvas, llueve siempre; sobre la costa del Perú, en donde el terreno es arenoso, privado de árboles y de verdura, no llueve nunca, y esto, como llevo indicado, bajo climas iguales, igual latitud, igual distancia á las montañas, altura uniforme sobre el nivel del mar.

Los hechos que he manifestado en esta memoria parece que prueban:

1º Que los grandes desmontes disminuyen la cantidad de aguas vivas que corren á la superficie de un pais.

2º Que es imposible decir si esta disminucion se debe á una cantidad anual menor de lluvia, ó á una evaporacion mayor, ó á estos dos efectos combinados.

3º Que la cantidad de aguas vivas no parece haber variado en los paises que no han experimentado mutaciones debidas á la agricultura.

4º Que independientemente de la conservacion de las aguas vivas, los bosques regularizan su curso.

5º Que el cultivo de la tierra en los paises áridos y desnudos de bosques, tambien absuerbe una parte de las aguas corrientes.

6º Que las talas parciales pueden agotar las fuentes, sin que por esto pueda sacarse la consecuencia de haberse disminuido la cantidad anual de lluvia.

estos paises la constituye una zona horizontal de 12 á 15 leguas de anchura, baja, anegadiza en gran parte, cruzada por mil rios caudalosos que ya se separan, ya se reunen y forman un archipiélago continuo en sus embocaduras, y que lentos y perezosos se dejan balancear de oriente á occidente por las fuerzas de la luna muchas leguas dentro del continente.

» Todo este pais está enteramente cubierto de selvas colosales en donde una vegetacion vigorosa no deja otros vacios que los que les disputan las ondas. Pocas poblaciones, algunos grupos de chozas pajizas sembradas á largas distancias y siempre á las orillas de los rios, es lo único habitado de esta inmensa region. (Nota del traductor.)

7º Que en virtud de los fundamentos que prestan los hechos meteorológicos observados en las regiones equinociales, debe presumirse que los grandes desmontes disminuyen la cantidad anual de lluvia que cae en una region ¹.

ADICION DEL TRADUCTOR.

La Francia tiene 52 millones de hectaras de superficie, y en ella hay 8,623,128 de bosques, ó la sexta parte, de los cuales

1 Aunque la opinion que M. Boussingault sostiene en esta memoria parece matemáticamente demostrada, no creo fuera de propósito citar algunos hechos que la confirman y que refiere en su *Viaje al Oriente* el mariscal Marmont, duque de Ragusa, y miembro de la Academia de ciencias, porque estos hechos de climas análogos á los nuestros y en otra parte del mundo, contribuirán, espero, á fortalecer el pensamiento de comenzar á crear entre nosotros una legislacion de bosques, por cuya falta podrian quejarse amargamente nuestros hijos y nietos, haciéndonos el cargo de que viviendo en una época ya adelantada de luces no podíamos alegar ignorancia por no haber atajado las inútiles y perjudiciales talas de árboles, y regularizado los cortes de madera, sobre todo en los lugares y provincias de climas frios en que la reproduccion es lenta ó casi imposible en ciertas situaciones.

Dice el mariscal que puede afirmar que desde el mes de noviembre de 1798 hasta fin de agosto de 1799, en que estuvo mandando en Alejandría de Egipto, no llovió sino una sola vez, durante media hora, mientras que hoy llueve cada año por treinta á cuarenta dias, y á veces en invierno la lluvia es incesante por cinco y seis dias. Que en el Cairo, en lugar de algunas gotas de lluvia que eran cosa rara, llueve anualmente por quince á veinte dias, y que se supone que esta modificacion en el clima es el resultado de plantíos inmensos de árboles que se han hecho por disposicion del Bajá. Cerca de veinte millones de árboles se han sembrado abajo del Cairo. Y lo que autoriza á creer fundada esta causa es el efecto inverso obtenido de un modo incontestable en el Egipto superior, en consecuencia de la destruccion de los árboles. Hace ochenta años llovía suficientemente en el Egipto superior; entonces las montañas de Libia y de Arabia que forman el valle del Nilo tenian yerba y árboles, y los Arabes mantenian en ellos sus ganados, pero habiendo destruido los árboles, cesaron las lluvias y se secaron los pastos. Despues de citar otros hechos relativos á Egipto, concluye el mariscal Marmont: « La conservacion de los árboles y de los bosques, y en su defecto el de las plantaciones, obran pues sobre el clima de un modo mas pronto, mas directo y mas eficaz, de lo que ordinariamente se cree, y son una de las bases de la agricultura. » Casi al mismo tiempo escribia M. Balbi: « La destruccion de los bosques puede algunas veces ser útil para un pais, porque le procura una circulacion de aire mas libre, pero llevada al exceso es un azote que devasta regiones enteras. Las islas de Cabo Verde nos ofrecen funestos ejemplos. » (Nota del traductor.)