

DE LA VEGETACION

SOBRE LAS ALTAS MONTAÑAS DE MÉXICO

POR EL SR. HENRY DE SAUSSURE.*

De la misma manera que bajo el punto de vista teórico el límite inferior de las nieves en los volcanes de México no puede compararse directamente á este mismo límite sobre los Alpes, así los límites de la vegetacion en la zona tórrida y en la templada no pueden ponerse en paralelo, como si dependiesen únicamente de la temperatura média que reina en cada una de estas latitudes. Para comparar el límite de las nieves en dos regiones tan diferentes, era preciso, por decirlo así, poderlas reducir á un mismo denominador, como dos fracciones entre las que se quiere establecer una relacion; en otros términos, era preciso que se sometiesen á una ley análoga en la distribucion de los meteoros y en la conformacion del suelo, haciendo una cosa idéntica respecto de la vegetacion para establecer la comparacion en dos regiones de nuestro globo.

Si esta condicion pudiera realizarse, se acabaria por no tener á la vista sino sólo las diferencias que resultarian para las plantas de la temperatura debida á la latitud, y seria fácil entónces estimar esta influencia con exactitud. Pero otros varios elementos de una accion muy complexa determinan la distribucion de los vegetales, y por lo mismo la comparacion entre las diversas regiones del globo es tanto más difícil.

La inspeccion de las montañas de México muestra que para la vegetacion, difieren en dos puntos principales de lo que vemos en los Alpes: el dominio de los bosques es mucho más grande y el de las praderas más limitado.

1.º BOSQUES. *El límite superior de los bosques es claramente marcado y se extiende muy arriba; sin embargo las causas que detienen la vegetacion parecen más bien estivales que invernales.*

Ascendiendo á los grandes volcanes de México, se camina desde una altitud

* Véanse las notas al fin.

de 7 á 8,000 piés hasta casi 11,500 en bosques de coníferas, y en ciertos puntos se ve á los pinos vegetar aun más arriba bajo formas más raquílicas.¹

Me ha llamado la atención el ver sobre casi todos los grandes volcanes, que el límite de los bosques dibuja una línea horizontal muy regular que cuadra bien con la uniformidad de configuración de la montaña, regularmente convexa: estos bosques acaban precisamente á la altura donde se detienen las nieves persistentes del invierno y las nieves esporádicas de las tempestades de la primavera.

Parece que esta caída diaria de la nieve, en los momentos en que la vegetación está en pleno vigor, se opone á la vida de las coníferas, de tal suerte que los bosques se detienen casi á la altitud donde la precipitación de la agua cesa de verificarse al estado de lluvia. En los Alpes el abeto que corona las aristas, cuya posición saliente favorece la rápida fusión de la nieve invernal, este abeto, repito, no sufre impedimento mecánico en su vegetación y su especie se extenderá hasta la altitud donde encuentre el límite de temperatura que su economía puede soportar. Me parece que en la Cordillera la suspensión de la vegetación arborescente depende de otras causas. En efecto, cosa notable, la zona de los bosques casi escapa á las nieves del invierno; éstas no se extienden sobre la cintura superior de los bosques sino por intervalos y permaneciendo apenas. No son, pues, los frios excesivos del invierno los que hacen perecer á las coníferas, y debe buscarse más bien la razón de su detención en causas estivales. ¿Se la encontrará en las caídas de nieve tardías y cotidianas de los meses de Mayo y Junio ó en las heladas de la noche durante el estío? Solo la observación podrá enseñarlo. Sobre todos estos volcanes me ha parecido que los bosques son rechazados por una causa especial, no extendiéndose hasta el límite de altitud que la temperatura media debería, al parecer, permitirles alcanzar.² Sobre ciertos volcanes elevados, pero no lo bastante, sin embargo, para que la cima conserve nieves perpetuas, se les ve prolongarse más lejos que sobre los picos coronados de nieve (Cofre de Perote y la Malinche); sin duda porque allí la nieve de cada día no permanece sobre las rocas desnudas de la cima y estorba menos la vegetación, atendiendo á que las montañas rocallosas están menos sujetas á las nieves que las praderas. Allí, los bosques de coníferas parecen llegar más cerca de su límite *natural*, porque comienzan á tomar formas raquílicas como en los Alpes: se ve en su forma que la vegetación viene á ser penosa á esta altura.

Sobre los conos regulares, como el Popocatepetl, los bosques se terminan súbitamente á una cierta altitud, sin que los árboles de la zona superior tomen una apariencia mezquina y sin prolongarse irregularmente, dejando claros, como en ciertas regiones de los Alpes, en donde se observa sobre los confines de los pastos como una lucha entre la vegetación arborescente y las escarchas que la combaten.

Me parece que hay una ley casi inversa de la que regula la vegetación de nuestros Alpes. Entre nosotros, el calor del estío permitiría á las coníferas extenderse más arriba de lo que lo hacen, y la causa de su detención se encuentra más

bien en el rigor y larga duracion del invierno, que en la temperatura baja del estío. En México, donde la diferencia de temperatura entre el estío y el invierno es mucho ménos grande que bajo la zona templada, esta causa no existe. Que se agregue á dicha circunstancia la regularidad de formas arredondadas y convexas de los volcanes, y se comprenderá por qué el límite superior de los bosques dibuja sobre las montañas de este país una línea muy regular bastante distinta de la que se observa sobre nuestros Alpes, donde los extremos entre las dos estaciones engendran diferencias más pronunciadas entre las aristas y los valles, dando líneas isofitas locales más sinuosas.

Varias especies de coníferas de las montañas de México que he tratado de aclimatar en Europa, no se han logrado, en razon de las circunstancias meteorológicas totalmente distintas que encuentran en nuestro continente. Estas plantas soportan en su patria, durante el estío un abatimiento de temperatura desconocido en nuestra llanuras, pero en invierno no atraviesan frios rigurosos. En los lugares en que vegetan, las diferencias extremas no son entre el estío y el invierno, sino entre el dia y la noche en toda estacion, puesto que hiela aun en estío (Mayo y Junio) durante la noche, mientras que el dia es muy caliente aun en invierno. Pareceria, pues, que las coníferas de las altas regiones mexicanas fuesen capaces de soportar una alternativa rápida entre extremos de temperatura distantes, con tal de que sean muy cortos, que se sucedan rápidamente y que no pasen de algunos grados bajo de cero; miéntras que sucumben bajo frios aun moderados cuando éstos se prolongan, como entre nosotros, durante una parte del invierno.³

2.º PLANTAS HERBÁCEAS. *Su dominio es relativamente más limitado que en las montañas de Europa.*

Comparacion entre los límites de las plantas herbáceas en Europa y México.—En los Alpes los bosques de coníferas se elevan hasta 6,000 piés de altitud (cerca de 2,000 metros); pero las yerbas no pueden alcanzar casi su límite natural detenidas que son por las nieves perpetuas. Las montañas de México ofrecen, al contrario, este hecho interesante, que se puede seguir allí la vegetacion hasta su completa extincion, bajo la sola influencia de la altitud, sobre los picos que no llevan una cantidad de nieve suficiente para rechazar las plantas. El Nevado de Toluca, bajo este respecto, es la montaña más interesante, porque sobrepasa los límites de la vegetacion, sin ofrecer, sin embargo, más nieve que sobre algunos puntos aislados. En efecto, el Cofre de Perote no se eleva más allá del límite de las yerbas; en el Popocatepetl, el Citlaltepétl y el Ixtaccihuatl, por el contrario, la masa de las nieves es bastante poderosa para rechazar á la vegetacion, avanzándose sobre ciertos puntos, ó para influenciarla á distancia. Es, pues, sobre el Nevado de Toluca, y quizá tambien sobre las porciones libres del Ixtaccihuatl, que la cuestion puede estudiarse en su estado normal; pero muy particularmente sobre

el volcan de Toluca, atendido que éste no entra en la region de las nieves perpetuas sino por rocas y agujas que no retienen bien la nieve; de tal suerte, que ésta se acumula más abajo y solamente por pequeños campos aislados, miéntras que todo el vértice queda libre. Así las plantas, léjos de quedar sofocadas bajo la nieve en la porcion más elevada de la montaña, pueden desarrollarse en ella con más libertad.

Segun Galeotti, la vegetacion de las yerbas alcanza en México la altitud de 4,300 metros, ó aun la sobrepasa, y á la altitud de 4,100 se ven aún enebros. Los líquenes no sobrepasan á las yerbas sino 150 metros. Los bordes del cráter del Nevado de Toluca, á 4,600 metros, no ofrecen ningun vestigio.

Si se coloca en México el límite de las nieves á 4,400 ó 4,500 metros, la vegetacion libre se detiene, pues, sensiblemente á la misma altura que las nieves perpetuas. ⁴ En los Alpes, por el contrario, la vegetacion de las yerbas sobrepasa en mucho el principio de la region nevada y no se le conoce realmente límite propiamente dicho. Casi en todas partes es rechazado por las nieves, de manera que en general no puede tomar toda la extension vertical de que seria susceptible: circunstancia que de hecho falta en México ó que no existe sino en un grado menor.

Corta extension relativa de la zona de las yerbas en México.—La consecuencia natural que pareceria deducirse de este estado de cosas, es, que en este país los pastos deberian tomar una extension mayor que en los Alpes. Pero me he sorprendido al observar precisamente lo contrario, y ver cuán poco extendido es comparativamente el dominio de las plantas herbáceas. Esta diferencia es quizá exagerada por el hecho de que en Europa la explotacion de los bosques ha sido llevada muy léjos, y que el provecho que se saca de los pastos ha conducido sin cesar á la destruccion de bosques elevados, que una vez destruidos, necesitan siglos para restablecerse. Sin embargo, haciendo abstraccion de esta circunstancia, la diferencia que bajo este respecto ofrecen las dos regiones me ha llamado aún la atencion. La simple inspeccion de los lugares muestra ya lo que confirman las cifras, á saber: que en la cordillera de México y en los Alpes, existe poco más ó ménos la misma distancia vertical entre el límite de los bosques y el de las nieves. Por consecuencia, si á la latitud de México las nieves están más retiradas que en los Alpes, es en provecho de los bosques, y de ninguna manera de las yerbas: los bosques sobrepasan á los de los Alpes en una cantidad al ménos igual á la que las nieves retroceden, como lo prueban las cifras que siguen:

Si se admite para el límite de las nieves sobre los picos de México un altitud de..	13,500 p.
Sobre las montañas de los Alpes ⁵ de.....	8,500 p.
La diferencia entre la nieve de las dos regiones es de.....	5,000 p.
Si, por otra parte, se admite para el límite de los bosques en la cordillera de México una altitud de.....	11,500 p. ⁶
En los Alpes de.....	6,500 p. ⁷
Los bosques habrán avanzado, de los Alpes á México,.....	5,000 p.

Los bosques avanzan, pues, en altura sobre las montañas de México una cantidad igual á la que retrocede la nieve, comparada á la de nuestros Alpes. La cantidad de espacio vertical libre, ganada por la menor extension de las nieves á esta latitud es, pues, del todo en provecho de los bosques y sin beneficio alguno para el dominio de las yerbas. ⁸ El límite donde comienza la zona de las yerbas se encuentra así rechazada verticalmente de cerca de 4 á 5,000 piés. Véamos si su límite superior asciende una cantidad igual.

A la verdad, casi no es posible resolver esta cuestion, atendiendo á que el límite superior de las plantas herbáceas no está bien definido.

Se puede, sin embargo, estimar que en México se encuentra á una altura de casi . . .	13,300 p.
Miéntas que en los Alpes excede de	9,300 p. ⁹
Diferencia	4,000 p.

La extension vertical ganada por las yerbas es, pues, inferior á la extension que éstas ceden á los bosques (4,500 ó 5,000 piés). De lo que resulta que éstos últimos ganan mucho en extension en México, miéntas que la zona de las yerbas (aunque se eleven más alto que en los Alpes) no añade nada á la extension de su dominio, sino al contrario, pierde alguna cosa. Llego á la misma conclusion por la comparacion siguiente. Si el espacio que separa los bosques de las nieves perpetuas es casi el mismo en los Alpes que en México (quizá algo menor en México), era preciso para que el dominio de las yerbas fuese igual en este país á lo que es en los Alpes, que excediese notablemente el límite de las nieves perpetuas (puesto que lo excede en los Alpes). Ahora bien; hemos visto que las yerbas se detienen más adelante ó en el límite de las nieves de la Cordillera. Investigando la causa de esta detencion de las plantas herbáceas, creo encontrarla, como para los bosques, en los meteoros del estío más bien que en los del invierno.

Pequeña extension de los pastos.—Se deduce de estas consideraciones que los pastos propiamente dichos deben ser bastante restringidos sobre los picos de la Cordillera. En efecto, lo serian ya en superficie por el solo hecho de la sencillez de la forma de los volcanes que no desarrollan estos valles altos y estas especies de mesas ó terrados tan frecuentes en los Alpes, en donde vegetan los más hermosos pastos. Pero lo son, además, en extension vertical, más de lo que se podia suponer: bien pronto se pierden en las rocas ó en los escombros, donde no crecen sino yerbas raquílicas y aisladas. Este estado de cosas me parece explicarse por el hecho de que los bosques, elevándose muy alto, la mayor extension de las yerbas se encuentra rechazada á las regiones pedregosas ó rocallosas, y ya bastante elevadas para que su vegetacion sea suficientemente vigorosa para tapizar el suelo y formar lo que se llama pastos. ¹⁰

Arriba de los bosques del Popocatepetl no hay pastos del lado norte; mas esto depende únicamente de las prolongadas pendientes de arena movediza que siguen á los bosques, porque se ve crecer yerbas en estas arenas; y además sobre el Ix-

taccihuatl, sobre el pico de Orizaba, se encuentran, aunque en corta extension, especialmente en el alto valle abrigado que separa los dos conos de esta montaña.

Líquenes.—En fin, la comparacion de la vida de los líquenes daría lugar á una singular observacion.

En México estas plantas, segun Galeotti, no se elevan sino hasta 14,000 piés: ahora bien, en Suiza los líquenes no tienen límite, puesto que se les encuentra hasta la cima del Monte Blanco, á 14,800 piés de altitud.¹¹ Aunque Galeotti no haya encontrado ninguna de estas plantas en la cima del pico de Toluca, me sorprenderia que se detuviesen á un nivel tan bajo, porque no es admisible casi que los líquenes alcancen en los Alpes la misma altitud que en la cordillera de México.¹²

CONCLUSIONES. Resumiendo lo que antecede se ve que:

1.º Los bosques se elevan en México, en notable cantidad, más alto que en los Alpes (casi 5,000 piés), de manera que en los dos continentes reina una distancia bastante igual entre el límite de las nieves y la de los bosques, sea 2,500 piés, pero más bien menor en México, vista la invasion de los bosques.

2.º Las yerbas de México no avanzan en altitud de una cantidad tan grande sobre la de los Alpes; no los exceden probablemente sino de 3,500 ó 4,000 piés y se detienen en el límite de las nieves.

3.º Los líquenes no parecen alcanzar una altura mayor en México que en los Alpes.

Si este último hecho llega á comprobarse, demostraria que miéntras que los extremos de temperatura baja que en nuestra latitud reinan sobre las más altas montañas, no bastan para destruir la vegetacion,¹³ una temperatura poco variable, pero siempre medianamente baja, como sobre los picos de la Cordillera, se opone á la vida de las plantas.

Condiciones diferentes que reglan la vegetacion en México y en los Alpes.

—La manera notable de conservarse las plantas de los Alpes á través de las nieves y de las escarchas de una estacion, me confirman en la opinion de que las causas que en México determinan el que la vegetacion herbácea y criptogámica se suspenda á una altitud tan poco considerable para la latitud, son causas estivales; porque las criptógamas y las yerbas soportan perfectamente el invierno sobre las montañas de México, en donde hace ménos frio que en los Alpes.

La igualdad que reina entre las estaciones bajo el trópico hace que aun en elevadas altitudes una temperatura média, casi uniforme, sea la que presida á la vida de los vegetales, y no como entre nosotros el fuerte calor que ocasiona el estío. El calor del estío se aleja mucho ménos de la temperatura média que en nuestra latitud; es el que permanece relativamente más bajo y el que debe limitar la extension de las plantas, en vez de que entre nosotros son los frios del invierno. Sin estas causas estivales las yerbas deberian continuarse á través de las nieves del Popocatepetl.¹⁴

Se pueden generalizar de la manera siguiente estos principios teóricos, comparando las dos contrarias que ofrece la vegetacion sobre las montañas de los trópicos y sobre la de la zona templada y ártica.

Trópico.—Bajo el ecuador, la diferencia entre el invierno y el estío siendo nula, las nieves tienen, teóricamente hablando, un límite invariable en toda estación, que se encuentra colocado en donde la atmósfera alcanza una temperatura média, vecina de 0°. Es evidente que vista esta temperatura del estío, no podrán vegetar allí más, y que si este estado se encontrase en toda su regularidad, el límite de la vegetacion debería casi coincidir con el de las nieves.

Zona templada y ártica.—Aquí los grandes extremos de temperatura hacen que el dominio de las nieves perpetuas y el de las plantas herbáceas se cruce y se penetre; las escarchas del invierno llevan muy abajo las nieves y el calor del estío eleva á las plantas aun muy arriba. Miétras más se avanza hácia el ecuador, más debe, por consecuencia, abatirse el límite de la vegetacion con relacion al de las nieves perpetuas (es decir, tiende á aproximarse á ellas), hasta el momento donde estos dos límites se confunden. A la latitud de los volcanes de México no deberian confundirse aún; pero hemos indicado que el límite de las nieves excepcionalmente es alto en las montañas de este país, y quizá es la razon por la cual los dos límites coinciden de hecho, aunque á esta latitud las plantas debiesen aun salvar el límite de las nieves, si causas especiales no llevaran una modificacion en el orden teóricamente normal. Se deduce tambien de lo que precede, que miétras más se avanza hácia el ecuador, más tambien la temperatura del estío contribuye á determinar los límites de la vegetacion. En efecto; esta temperatura se aproxima más y más á la temperatura média de los lugares y acaba por coincidir con ella en el ecuador, y aquí precisamente es esta temperatura que suspende la vegetacion á la altitud en donde se aproxima de 0°.

Imposibilidad de líneas isofitas entre las montañas de México y los Alpes.—De todo lo que precede se puede concluir tambien, que si entre nosotros las altas regiones del globo tienden á reproducir el carácter de las regiones árticas, no es lo mismo bajo los trópicos, en donde los meteoros tienen una distribucion muy diferente y conservan un carácter tropical aun sobre las altas montañas.¹⁵

Es, pues, casi imposible trazar una línea isofita entre las altitudes de dos lugares tan distantes, puesto que bajo estas latitudes separadas, las plantas son influenciadas de una manera especial por líneas isoteras é isoquímenas que están en relaciones muy distintas. Esta línea no seria sino una línea de hecho compuesta de segmentos que no se adaptarian unos á otros y creo que es preciso limitarse á decir que *los límites de la vegetacion en México no pueden compararse á los límites que se observan en las regiones templadas, porque las causas que los determinan son sensiblemente distintas.* En efecto, la comparacion de los límites de tal ó cual vegetacion en dos hemisferios y bajo latitudes separadas, no tienen ningun sentido bajo una forma absoluta.

Para establecer de una manera virtual esta línea isofita, era preciso, como lo digo más arriba, poder identificar, bajo las dos latitudes, la distribución de los meteoros, lo que en México equivaldría á descargar el estío de una gran parte de sus lluvias para cargar con ellas el invierno bajo forma de nieve. En estas condiciones ciertas especies de coníferas podrían, sin duda, resistir aun el invierno, y con un estío más caliente, podrían sobrepasar el límite de altitud actual. Pero por otro lado, hemos visto en un caso semejante, extenderse más abajo las nieves perpetuas de manera que probablemente la vegetación arbórea alcanzaría muy de cerca su límite con detrimento casi absoluto de las praderas.¹⁰ Este fenómeno sería aun más marcado si los volcanes nevados de México, en lugar de ser cimas *aisladas*, formaran una cadena de montañas agrupadas, en donde las nieves descienden más abajo que sobre los picos aislados.

Mas como en las armonías de la naturaleza está que cada planta, conforme su economía á las estaciones donde vegeta, bien se puede, bajo cierto punto de vista, considerar como normales, toda causa que sirve de barrera á sus facultades. Se puede, pues, si se quiere, decir que su límite normal de vegetación, se encuentra en el lugar donde se le ve sucumbir, *cualquiera que sea la causa*, sea el frío de las noches de estío, ? como en México (y sin duda tambien otras causas) ó la temperatura média (ó especial á una estación), como sobre los Alpes, siempre que no se olvide recordar las causas especiales y contrarias que en cada zona terrestre forman la detención que la diseña. Se definirá, quizá, mejor de una manera general la diferencia entre el aspecto más aparente de los Alpes y de las Cordilleras, diciendo que la temperatura más uniforme entre el estío y el invierno que reina en México, favorece más que en los Alpes la extensión de los bosques con detrimento de las praderas.

NOTAS.

1 Habia creído notar que esta zona de los bosques se divide en tres pisos botánicos: el primero ocupado por *Pinus* ó pinos (Ocotos), bajo los cuales crece una yerba larga y abundante; el segundo por *Abies* ó abetos (Oyamel), debajo de los cuales el suelo está tapizado de musgo; el tercero por *Pinus* bajo los cuales se encuentra la yerba. Ignoro si los pinos de las dos zonas extremas pertenecen á la misma especie; posible es que no sea así, atendiendo que la flora de México es infinitamente rica en coníferas. (Últimamente, M. Roetzl, botanista horticultor establecido en México, ha descrito más de 70 especies de *Pinus* de este país, y aunque este número es, sin disputa, exagerado, indica, sin embargo, una extremada riqueza en coníferas.) Pero algunas personas que han recorrido México, me han afirmado el no haber observado estas tres zonas regulares y dudan que los abetos estén siempre intercalados como lo he indicado. Dejo la cuestión indecisa, pues es posible que tan sólo haya yo atravesado extensiones accidentalmente pobladas de abetos en medio de bosques de pinos. Sin embargo, jamás he visto á los abetos alcanzar los últimos límites de la vegetación arbórea; por el contrario, en esa zona he visto siempre pinos, de manera que los abetos me parece corresponden más especialmente á la cintura intermedia, mientras que los pinos vegetan á todas alturas, desde el nivel de la mesa hasta una altitud de cerca de 12,000 piés.

2 El hecho que la vegetacion de una planta no es solamente una funcion de la latitud, de la temperatura média, y por consecuencia de la altitud, está suficientemente probado por las singulares excepciones que se observan bajo este respecto. Al N. E. de Irlanda el mirto crece en plena tierra, como en Portugal, y sin embargo, las manzanas maduran con dificultad. Sobre las costas de Devonshire se ha visto el Agave americano florecer en plena tierra, y los naranjos en espaldera llevar frutos, etc. (Humboldt, Cosmos.) Las costas del mar de Cortés, aunque de hecho extra-tropicales, tienen una flora tropical. Por otra parte, ciertos frutos que buscan el calor, llegan ménos bien á la madurez bajo los trópicos que en las regiones templadas, vista la igualdad de temperatura del estío y del invierno. Nuestros frutos europeos no adquieren en México el mismo sabor que tienen en Europa.

3 Me parece que esto viene en apoyo de la opinion de Quetelet, que las rápidas variaciones de temperatura favorecen la vegetacion. Pero como nuestros pinos de México se logran en un invernadero de temperatura fija, es probable que las grandes variaciones de temperatura no le sean necesarias, lo que confirma, por el contrario, la opinion de A. De Candolle, de que las temperaturas útiles son las únicas que obran en la vegetacion, y que las variaciones termométricas no producen el mismo efecto, sino porque atraviesan temperaturas útiles.

4 En efecto, la observacion del Nevado de Toluca muestra que la vegetacion libre de México, es decir, aquella que se manifiesta sobre las rocas situadas completamente *fuera de la influencia de las nieves*, se detiene á una altura sensiblemente igual á aquella que, sobre los grandes picos, sirve de limite normal á las nieves perpetuas. Esta coincidencia es tanto más notable, cuanto que es puramente accidental en México.

La vida animal se prolonga mucho más alto que la de las plantas. En el vértice del Popocatepetl, á 5,300 metros de altitud, sobre el borde sudeste del cráter que está privado de nieve, he visto un coleóptero de la familia de los Blaps introducirse entre las piedras. Tal parece que la tierra recalentada por los vapores subterráneos, forma allí, en medio de las nieves, un oasis propio á la conservacion de la vida en donde los animales pueden encontrar un abrigo. Este pesado coleóptero no ha podido ser trasportado accidentalmente por los vientos á esta gran altura, como la mariposa que mi abuelo vió en la cima del Monte Blanco, como los que Zumstein ha encontrado en el vértice de la pirámide Vincent (una de las cimas del Monte Rosa, 13,000 piés de altura.) Es preciso que haya subido los flancos de la montaña por las pendientes de arena y las aristas desnudas que podían ofrecerle momentáneamente una ruta desprovista de nieve.

5 Sea sobre montañas perfectamente aisladas, como lo son las de México.

6 Segun Glennie, de 11,760 piés. Este viajero fija el límite de la vegetacion en el Popocatepetl á una altitud inferior á 12,000; pero es evidente que se equivoca, y que ha creído encontrar este límite donde comienzan los derrumbes de arena movediza accidentalmente desprovistos de vegetacion.

7 Altitud un poco grande, pero probablemente la normal, porque la destruccion reciente de los bosques elevados ha bajado su límite. Además, excepcionalmente se ha visto vegetar el *Pinus cembra* hasta una altura de 8,000 piés.

8 Estas apreciaciones no pueden ser sino estimativas; pero aun cuando no se admitan las cifras que sirven de base á este cálculo, no quedará ménos claramente establecido que los bosques invaden á esta latitud un espacio igual al que es cedido por las nieves.

9 En efecto, Zumstein ha encontrado plantas vivas y en flor á 11,000 piés de altitud, casi en *Nase*, cima que domina una cresta que desciende de Lys Kamm y divide en dos brazos el ventisquero de Lys.

Los Sres. Shlagintweit, en su ascension al Monte Rosa, han encontrado plantas fanerogamas que florecen á 11,462 piés de altitud sobre la isla de roca del ventisquero de Gernerhoon, llamado *Auf der Platte*.

10 Sea á causa del enrarecimiento del aire, sea por otras causas que detienen la vegetacion en el límite de las nieves, y que no existen en los Alpes al mismo grado. Los pastos de México, estando situados á una altura absoluta más grande que los de los Alpes, no están colocados exactamente en las mismas condiciones físicas. Las lombrices desempeñan un papel muy importante en la formacion de los pastos, arrojando á la superficie del suelo las pequeñas cantidades de tierra que sacan de cierta pro-

fundidad. Las piedras se cubren poco á poco por este trabajo continuo, hundiéndose gradualmente en el suelo hasta algunas pulgadas de profundidad, cediendo su lugar á una capa de césped. (Véase Bowditch, «Journ. de la Soc. Roy. d'agricult. d'Anglet., 1858.») Es posible que en las elevadas altitudes de México falten estos animales, ó que su trabajo sea ménos considerable que en los Alpes.

11 La *Umbilicaria virginis*, se ha encontrado 10 metros abajo de la cima del Jungfrau y se ha visto la *Lecanora polytropa* y *Lecidera confluenta* en la cima del Monte Blanco. Se han encontrado tambien musgos á grandes alturas, como la *Andrea rupestris* vegetando en el Monte Rosa á 11,770 piés de altitud sobre la pirámide Vincent.

12 Creo recordar haber visto líquenes en el borde del cráter del Popocatepetl. M. Craveri creyó haberlos visto tambien sobre las paredes del cráter. Preocupado con otros asuntos, no he dado á este hecho suficiente atencion. En todo caso, no me he impresionado en la cima de este volcan como en la del Cofre de Perote, por la abundancia de líquenes que forman placas de color vivo sobre las rocas de esta montaña.

13 El mismo hecho explica la gran prolongacion de la vida de las yerbas arriba del nivel de las nieves perpetuas; las plantas, resistiendo al invierno y al estio, pueden seguir vegetando.

14 Ignoro si el enrarecimiento del aire puede ser causa de que la vegetacion se detenga. Podria suponerse esto al ver los líquenes detenerse en México y en los Alpes á la misma altitud, pero dudo mucho que esta circunstancia sea la causa real.

15 Las altas regiones representan tanto mejor la zona circumpolar, cuanto que están situadas más al norte, y tanto ménos á medida que se aproximan al ecuador.

16 Creo, en efecto, que en este caso las nieves perpetuas llegan bastante cerca del verdadero límite de los bosques ó aun les servirian de barrera; porque en estos limites haria aun calor en estio y durante el invierno reinaria un frio soportable para ciertas especies de coníferas. Pero las altas regiones estarian necesariamente pobladas de otras especies de las que vegetan ahora.

(Traducido de la obra del autor citado en el título, cual es "Comp d'œil sur l'hydrologie du Mexique," etc. Ginebra, 1862).

