

REVISTA CIENTÍFICA.

FLORAS DE LAS REGIONES TEMPLADAS Y ALPINAS DE LOS GRANDES VOLCANES DE MÉXICO.

(Informe de la Comisión de Premios Michaux)

POR EL PROF. ANGELO HEILPRIN

(Leído ante la "Sociedad Filosófica Americana," Enero 15 de 1892).

En el volumen IV de su informe sobre la botánica de México y América Central, Hemsley enumera ciento treinta especies de plantas florecientes que pertenecen á las gramíneas y al espartano exclusivamente, que llegan y aun sobrepasan la altura de 10,000 pies en los flancos de los cuatro volcanes principales de la República: el Orizaba, el Popocatepetl, el Ixtaccihuatl y el Nevado de Toluca.¹ Esta enumeración se funda casi toda en datos tomados de las etiquetas de las diversas colecciones que se refieren á estas regiones: por tal motivo debe ser naturalmente incompleta; sin embargo, es un boceto admirable de los rasgos generales de la flora de estas montañas. En mi opinión se pueden agregar á la lista de Hemsley, con perfecta seguridad, las especies siguientes que menciona Liebmann,² como formando parte de la flora del Orizaba, aunque es muy probable que se necesite rectificar algunas de estas especies antes de catalogarlas y de dar su sinonimia.

Ranunculus Hookeri.....	10,000	Epilobium repens.....	10,000
Ranunculus llaveanus.....	10,000	Mentha sp?.....	10,000
Cerastium sp?.....	14,000	Gaura sp?.....	10,000
Arenaria decussata.....	10,000	Pimpinella sp?.....	10,000
Arenaria leptophylla?.....	12,000	Dauca montana.....	10,000
Oxalis latifolia.....	10,000	Hydrocotyle mexicana.....	10,000
Trifolium amabile.....	10,000	Eryngium sp?.....	14,000
Lupinus leptophyllus.....	10,000	Sesseli sp?.....	12,000
Fragaria mexicana.....	10,000	Enanthe sp?.....	12,000
Potentilla sp?.....	14,000	Viburnum sp?.....	10,000
Alchemilla venusta.....	10,000	Cornus sp?.....	10,000
Alchemilla vulcanica.....	10,000	Stevia arbutifolia.....	12,000
Alchemilla hirsuta.....	10,000	Erigeron scaposus (Aster rivularis).....	10,000
Echeveria mucronata.....	10,000	Bidens sp?.....	10,000
Sedum sp?.....	10,000	Dahlia variabilis.....	10,000

1 Un espécimen de la flora de las montañas del Sur de México y de América Central. Biología Centrali-Americana, "Botánica," IV, págs. 282 y 298. 1887.

2 "Vegetation des Pks von Orizaba." Botanische Zeitung, 1844. Traducido y compendiado en el informe de Hemsley, IV, págs. 144 y 150.

Chrysanthemum (?) sagetum.....	10,000	Castilleja scorzonerifolia.....	10,000
Cnicus Jorullensis.....	10,000	Castilleja sp?.....	14,000
Hieracium abscissum.....	10,000	Verbena pulchella.....	10,000
Tagetes clandestina.....	10,000	Plantago mexicana.....	10,000
Baccharis Jalapensis.....	10,000	Juniperus mexicana.....	14,000
Diodia sp?.....	10,000	Govenia speciosa.....	9,500
Gaultheria procumbens.....	10,000	Spiranthes sp?.....	10,000
Pernettya (Gaultheria) ciliata.....	14,000	Serapias sp?.....	10,000
Phacelia sp?.....	14,000	Tigridia pavonia.....	10,000
Solanum stoloniferum.....	10,000	Tillandsia sp?.....	10,000
Lamourouxia Jalapensis.....	9,500	Bomarea hirtella.....	10,000
Pinguicula sp?.....	10,000	Agave sp?.....	10,000
Castilleja integrifolia.....	10,000	Prunella vulgaris.....	10,000

Las alturas aproximadas, según Liebmann, se han medido en pies franceses. Estos datos no alteran la situación de las plantas de que hablamos. A la lista de Liebmann creo conveniente agregar la siguiente, que he formado con ayuda de mis compañeros de excursión en nuestro viaje á México en 1890.

Echeveria gibbiflora? (ó Echeveria secunda?); en el Ixtaccihuatl.....	14,200
Cenotera tetraptera; en el Ixtaccihuatl y Popocatepetl.....	11,000-11,500
Symphoricarpus microphyllus; en el Popocatepetl.....	10,500
Lonicera filosa; en el Popocatepetl.....	10,500
Erigeron maximus; en el Popocatepetl.....	11,200
Baccharis concava; en el Popocatepetl.....	11,000
Gnaphalium oxyphyllum; en el Orizaba.....	13,500
Senecio salignus; en el Ixtaccihuatl.....	13,200
Arbutus spinulosus; en el Popocatepetl.....	10,500
Alnus castanæfolia; en el Popocatepetl.....	10,500
Draba aretoides (?); en el Ixtaccihuatl.....	13,200

Otras muchas plantas como la *Habenaria prasina*, *Platanthera nubigena*, *P. longifolia*, *Malaxis gracilis* (entre las Orquídeas) se citan por Martens y Galeotti; de suerte que la lista arroja un total de doscientas especies. En la tabla que sigue he anotado las alturas respectivas á que florecen estas plantas, utilizando los datos que suministra Hemsley. La letra que precede al nombre de cada especie indica la localidad: O, Orizaba; P, Popocatepetl; I, Ixtaccihuatl; T, Nevado de Toluca. El autor aprovecha esta ocasión para dar las más expresivas gracias por su cooperación, á Messrs. Thomas Mehan, John H. Redfield, Isaac Burk y Witmer Stone, miembros de la Academia de Ciencias Naturales.

O.—Ranunculus geoides.....	9-12,000	O.—Cerastium orithales.....	12,000
O.— „ peruvianus.....	12,500	O.— „ vulcanicum.....	10-12,000
O.— „ Hookeri.....	10,000	O.— „ sp?.....	14,000
O.— „ llaveanus.....	10,000	O.—Arenaria alsinoides.....	10-12,000
O.— „ sp?.....	14,000	O.— „ decussata.....	10,000
O.—Nasturtium impatiens.....	11-12,000	O.— „ bryoides.....	12,500
O.— „ orizabæ.....	12,000	T.— „ „.....	14-15,000
O.—Draba myosotidioides.....	12-13,000	P.— „ „.....	11,500
O.— „ popocatepetlensis.....	12,000	O.— „ leptophylla?.....	12,000
T.— „ toluensis.....	8-14,000	O.—Colobanthus quitensis.....	12,500
I.— „ aretoides? (también O.).....	13,000	O.—Oxalis latifolia.....	10,000
O.—Sisymbrium canescens.....	12,000	T.—Geranium potentillæfolium.....	9-10,000
O.— „ Galeottianum.....	8-11,000	O.—Trifolium amabile.....	10,000
T.—Erysimum macradenium.....	12-13,000	T.—Lupinus bimaculatus.....	12,000
O.—Viola ciliata.....	10,000	O.— „ elegans.....	9-10,000
O.— „ sp?.....	14,000	O.— „ glabellus.....	9-10,000
T.—Cerastium andinum.....	13,000	P.— „ mexicanus.....	10-11,000

T.— <i>Lupinus montanus</i>	9-10,000	O.— <i>Gnaphalium oxyphyllum</i>	14,000
O.— " <i>vaginatus</i>	12,000	O.— <i>Sabazia sarmentosa</i>	9-11,000
P.— " ".....	12,000	O.— <i>Achillea millefolium</i>	10,000
T.— " ".....	12,000	P.— <i>Baccharis concava</i>	11,000
I.— " ".....	12,000	O.— <i>Erigeron scaposus</i>	10,000
O.— " <i>leptophyllum</i>	10,000	O.— " <i>maximus</i>	1,200
O.— <i>Fragaria mexicana</i>	10,000	P.— <i>Senecio chrysactis</i>	12-13,000
O.— <i>Spiraea discolor</i>	10-12,000	I.— " ".....	13,200
O.— <i>Rubus trilobus</i>	10,000	O.— " <i>cirsioides</i>	14,000
O.— <i>Potentilla ranunculooides</i>	12,000	P.— " <i>Galeottii</i>	11,500
O.— " <i>Richardii</i>	12,500	O.— " ".....	12,000
O.— " <i>sp?</i>	14,000	O.— " <i>gerberaeifolius</i>	10-15,000
O.— <i>Alchemilla orbiculata</i>	12,000	O.— " <i>helodes</i>	11,500
O.— " <i>Sibbaldiæifolia</i>	9-12,000	O.— " <i>multidentatus</i>	9-12,500
O.— " <i>venusta</i>	10,000	O.— " <i>Orizabensis</i>	10-12,500
O.— " <i>tripartita</i>	10,000	O.— " <i>procumbens</i>	12-15,000
O.— " <i>vulcanica</i>	10,000	T.— " ".....	10-11,000
O.— " <i>hirsuta</i>	10,000	I.— " <i>salignus</i>	13,200
O.— <i>Acæna elongata</i>	14,000	O.— <i>Bidens sp?</i>	10,000
O.— <i>Heuchera orizabensis</i>	11-12,500	O.— <i>Dahlia variabilis</i>	10-11,000
P.— <i>Ribes jorullensis</i>	10-12,000	O.— <i>Chrysanthemum (?) sagetum</i>	10,000
T.— " ".....	10-12,000	T.— <i>Cnicus nivalis</i>	11,400
O.— " ".....	13,500	O.— " ".....	14,000
O.— <i>Echeveria mucronata</i>	10,000	O.— " <i>jorullensis</i>	10,000
I.— " <i>gibbiflora? (E. secunda?)</i>	14,200	P.— <i>Hieracium mexicanum</i>	10,000
O.— <i>Sedum sp?</i>	10,000	O.— " <i>abscissum</i>	10,000
P.— <i>Eriogonum tetrapterum</i>	11-12,000	O.— " <i>niveopappum</i>	13,000
I.— " ".....	11-12,000	O.— " <i>thyrsoidum</i>	12,000
O.— <i>Epilobium repens</i>	10,000	O.— <i>Tagetes clandestina</i>	10,000
O.— <i>Mentha sp?</i>	10,000	O.— <i>Lobelia nana</i>	11-12,500
P.— <i>Fuchsia microphylla</i>	10,000	O.— " <i>Orizabæ</i>	9-10,000
O.— " <i>mixta</i>	10,000	O.— <i>Diodia sp?</i>	11,000
O.— <i>Gaura sp?</i>	10,000	O.— <i>Gaultheria procumbens</i>	10,000
O.— <i>Lopezia hirsuta</i>	10,000	O.— <i>Arctostaphylos pungens</i>	12-12,500
O.— <i>Microsechium ruderales</i>	9-10,000	P.— <i>Arbutus spinulosus</i>	10,500
O.— <i>Pimpinella sp?</i>	10,000	O.— <i>Pernettyia pilosa</i>	9-12,000
O.— <i>Daucus montana</i>	10,000	O.— " <i>ciliata</i>	14,000
O.— <i>Hydrocotyle mexicana</i>	10,000	O.— <i>Pyrola Sartorii</i>	9-10,000
O.— <i>Eryngium eymosum</i>	8-10,000	O.— " <i>secunda</i>	8-10,000
O.— " <i>protæiflorum</i>	12,000	O.— <i>Chimaphila umbellata</i>	6-10,000
T.— <i>Tauschia Coulteri</i>	10,500	O.— <i>Buddleia lanceolata</i>	10,000
O.— <i>Sesseli sp?</i>	12,000	O.— <i>Halenia alata</i>	9-10,000
O.— <i>Enanthe sp?</i>	12,000	O.— " <i>nudicaulis</i>	9-12,000
O.— <i>Ottoa ænanthoides</i>	12,000	O.— " <i>nutans</i>	9-10,000
O.— <i>Peucedanum tolucense</i>	12,500	O.— " <i>paucifolia</i>	9-12,000
O.— <i>Viburnum sp?</i>	10,000	O.— <i>Polemonium grandiflora</i>	9-12,000
O.— <i>Cornus sp?</i>	10,000	O.— <i>Cobæa mimor</i>	10,000
O.— <i>Abelia floribunda</i>	10,000	P.— <i>Phacelia pimpinelloides</i>	10,000
P.— <i>Symphoricarpos microphyllus</i>	10,500	O.— " ".....	12,500
P.— <i>Lonicera filosa</i>	10,500	I.— " ".....	13,200
O.— <i>Galium gemmiflorum</i>	10,000	O.— <i>Echinospermum mexicanus</i>	10,000
O.— <i>Didymæa mexicana</i>	10,000	O.— <i>Lithospermum distichum</i>	11-12,000
O.— <i>Ageratum adscendens</i>	10-11,500	O.— <i>Solanum verrucosum</i>	10-12,000
O.— " <i>arbutifolium</i>	13,000	O.— " <i>stoloniferum?</i>	10,000
P.— " ".....	11,005	O.— <i>Saracha umbellata</i>	10,000
I.— " ".....	13,200	O.— <i>Lamourouxia jalapensis</i>	9,500
O.— <i>Stevia monardieifolia</i>	8-12,000	O.— <i>Pinguicula sp?</i>	10,000
O.— " <i>arbutifolia</i>	12,000	O.— <i>Calceolaria mexicana</i>	10,000
O.— <i>Eupatorium adenocheatum</i>	8-10,000	O.— <i>Pentstemon gentianoides</i>	9-12,000
O.— " <i>grandidentatum</i>	10,000	O.— <i>Mimulus glabratus</i>	12-12,500
O.— " <i>Orizabæ</i>	10-11,000	O.— " <i>Orizabæ</i>	10-12,000
O.— <i>Haplopappus stoloniferus</i>	8-12,000	O.— <i>Veronica serpyllifolia</i>	14,000
O.— <i>Chionolæna lavandulacea</i>	12,500-15,000	O.— <i>Castilleja lithospermoides</i>	12,000
I.— " ".....	13,200	O.— " <i>pectinata</i>	10-12,000

O.—Castilleja toluensis.....	13,200	O.—Salix cana.....	11-12,000
T.— „ „	14,200	O.— „ latifolia.....	12,000
O.— „ integrifolia.....	10,000	P.— „ paradoxa?.....	10,500
O.— „ scorzoniferifolia.....	10,000	O.—Juniperus tetragona.....	12-14,000
O.—Pedicularis Orizabæ.....	12,000	O.— „ mexicana.....	14,000
O.—Verbena teucriifolia.....	10,500	O.— „ „	11,500
O.— „ pulchella.....	10,000	O.—Pinus Ayacahuite.....	11-12,000
O.—Salvia biserrata.....	9-10,500	O.— „ „	13,500
O.—Scutellaria cœrulea.....	9-10,000	P.— „ Hartwegii.....	13-14,000
O.—Stachys repens.....	9-11,000	O.— „ Montezumæ (también P. & I.)...	10-14,000
O.—Prunella vulgaris.....	10,000	O.— „ patula.....	10-12,000
O.—Plantago mexicana.....	10,000	O.—Abies religiosa (también P. & I.).....	12,000
O.—Peperomia lindeniana.....	10,000	O.—Govenia speciosa.....	9,500
O.—Persea Orizabæ.....	7-10,500	O.—Habenaria vulcanica.....	10-12,000
O.—Arcenthobium campylopodum.....	10-11,000	O.— „ prasina.....	12,800
O.— „ criptopodum.....	10-11,000	O.—Platanthera nubigena.....	12,500
O.— „ oxycedri.....	12,000	O.— „ longifolia.....	12,500
O.—Euphorbia Orizabæ.....	8-10,000	O.—Malaxis gracilis.....	12,500
O.—Urtica chamaedryoides.....	10,000	O.—Spiranthes ochracea.....	12,500
O.— „ spiralis.....	10,000	O.—Serapias sp?.....	10,000
O.—Pilea vulcanica.....	10,000	O.—Tigridia pavonia.....	10,000
O.—Parietaria pensylvanica.....	10,000	O.—Tillandsia sp?.....	10,000
O.—Alnus acuminata.....	7-10,000	O.—Sisyrinchium scabrum.....	10,000
O.— „ jorullensis.....	12,000	O.—Bomarea acutifolia.....	7-10,000
P.— „ castanifolia.....	10,500	O.— „ hirtella.....	10,000
O.—Quercus floccosa.....	8-10,000	O.—Agave sp?.....	10,000
O.— „ glabrescens.....	8-10,000	O.—Echeandra terniflora.....	11,000
O.— „ Orizabæ.....	8-10,000	O.—Allium glandulosum.....	9-12,000
O.— „ reticulata.....	8-10,000	O.—Stenanthium frigidum.....	9-12,500

Por los datos anteriores se ve que, entre gramíneas y esparganios, hay aproximadamente:

5 especies que sobrepasan de.....	14,000 pies.
28 „ „ „ „	13,000 „
46 „ „ „ „	12,000 „
97 „ „ „ „	11,000 „
115 „ „ „ „	10,000 „
199 „ „ „ casi llegan ó pasan de.....	10,000 „

La mayor parte de las especies contenidas en la lista anterior se han observado en el Citlaltepec, que por las condiciones favorables que lo rodean ha llamado la atención de los botánicos, más que cualquiera otra montaña de México. Sobre su base, sepultada entre las selvas exuberantes de *tierra caliente*, se levanta una barrera de espesa vegetación, que escala la montaña hasta el límite de las nieves perpetuas, 15,000 pies sobre el nivel del mar, y hace contrastar admirablemente las diversas zonas vegetales demarcadas por los climas. Probablemente no hay en el mundo otra montaña que pueda compararse al Orizaba en sus caracteres tan importantes para el estudio de las floras de las montañas. La exuberancia de la vida vegetal en su base, la inmensa altura á que se eleva la zona forestal y el aislamiento del pico debido á su formación volcánica, son los rasgos distintivos de esta montaña.

Por lo que toca á las floras templada y alpina de las otras montañas que hemos mencionado, es indudable que presentan la mayor semejanza con las similares del Citlaltepetl, como debía esperarse. De este hecho me he convencido yo mismo por el examen de la flora *in situ*; desgraciadamente el penoso ascenso de estas montañas sólo nos permitió formar muestrarios, pero ellos dan á conocer los caracteres generales de la vegetación. Las cuatro cimas se elevan hasta la zona de los pinos. En el flanco occidental del Orizaba, del lado de San An-

drés Chalchicomula, encontramos el *Pinus Montezumæ* (var. *macrophylla*), *Pinus teocote* y *Pinus pseudostrobus*; marcando una zona distinta á la altura de unos 9,000 pies y poblando también á esa altura las faldas occidentales del Popocatepetl y del Nevado de Toluca. En el Ixtaccihuatl el límite inferior de esta zona se halla 500 pies más abajo. Casi me atrevo á afirmar que el límite inferior en estos casos no depende tanto de las condiciones climatéricas como de ciertas peculiaridades físicas de los alrededores, y de los medios artificiales á que se ha recurrido para destruir la vegetación primitiva. La gran acumulación de cenizas y arena que cubren la llanura en que descansa la montaña, especie de sedimentación formada por el viento ó por el deslavamiento de la cima, favorece poco la vegetación; grandes superficies se ven estériles, al paso que en otras sólo crecen algunas yerbas diseminadas: lejos de estas regiones crecen los árboles. La falda oriental de la montaña, así como la llanura subyacente, muestra que este límite de 9,000 pies no es la frontera natural de la zona pinífera. En las colinas vecinas á la ciudad de Orizaba, á la altura de 4,800 pies, hemos visto el *Pinus pseudostrobus* (muy parecido al *Pinus Montezumæ*), que forma espesuras; y en la vertiente escarpada del Sur que se dirige al Jorullo, caminamos entre *Pinus Montezumæ* ó *Pinus Occidentalis*, hasta la altura de 4,000 pies, ó más abajo, mucho más abajo del límite superior á que llegan las palmas en algunas partes de México.¹

Es muy notable la amplitud de la distribución vertical de la zona pinífera, así como la brusca limitación de este género al Sur. Si es perfecta la identificación de la forma que se observa comunmente en Honduras británicas y en Cuba (*Pinus cubensis*), con el *Pinus Occidentalis*, lo que parece muy dudoso, é igualmente la identificación de este último con las especies (ó algunas de ellas) que crecen en la alta zona vegetal del Orizaba, etc., entonces el campo de una sola especie invade el de todo el género: á la verdad esta coincidencia de regiones botánicas sólo se extiende á la familia ó tribu en el hemisferio occidental. Probablemente no se conoce otro ejemplo de una vegetación perenne que ocupe una faja de 14,000 pies de altura ó cosa de 2½ millas.² Humboldt fija el límite inferior del *Pinus Montezumæ*, en México, á 4,092 pies (casi la misma altura á que lo observé abajo de Buena-Vista, en el camino que conduce de Ario de Rosales á la hacienda de La Playa, en la falda del Jorullo); su límite superior á 12,936 pies, determinado en el Cofre de Perote.³ Liebmann fija el límite superior, en el flanco Noroeste del Orizaba, á 14,000 pies.⁴ No estoy seguro si observamos en el Orizaba, Popocatepetl ó Ixtaccihuatl, el pino mexicano de "largas hojas" tan común. Esta especie y el *Pinus Teocote* y *Pinus pseudostrobus*, forman los bosques más bajos de pinos de las montañas mencionadas, comprendidos entre 9,000 y 11,000 pies. Á mayor altura, la primera especie es reemplazada por la de "hojas cortas" (*Pinus Ayacahuite* y *Pinus Hartwegii*).

1 En nuestra excursión observamos una *Brahea* (?), especie de palma pequeña que abunda en las montañas calizas, al Noroeste de Yautepac, á una altura de 6,500 pies; las mismas especies se encuentran á mayor altura, 7,000 y 7,500 pies, en el suelo calizo del Norte de Tehuacán. En ambas localidades la palma, la biznaga, (*Biznaga mammillaris*), y los cactus llamados órganos, son característicos; el tallo se eleva á 30 ó 35 pies. Liebmann asegura que la *Coripha* y *Chamareps* se hallan en las tierras altas de México como á 8,000 pies. Es probable que Hemsley tenga razón al referir una de estas formas á la *Brahea*, la otra tal vez sea una *Chamadorea*, pero me inclino más bien á creer que sea un verdadero *Sabal*. Parece que Drude no confía en las observaciones de Liebmann, porque no menciona palmas mexicanas más allá de 5,000 pies. "Die Geographische Verbreitung der Palmen," in "Petermans Mittheilungen," 1878. "Handbuch der Pflanzengeographie," 1890).

2 El pino del Oregón ó sabino de Douglas (*Pseudotsuga Douglasii*), se extiende desde la costa del Pacífico hasta el Colorado, á 10,000 pies.

3 "Vistas de la Naturaleza," edición Bohn, pág. 315.

4 En pies franceses, es decir, cerca de 15,000 pies.

Es un hecho que todas estas formas han sido á menudo confundidas por los botánicos y viajeros, y sería aventurado, en la incertidumbre actual que reina sobre las especies de pinos de México, afirmar que todas ellas son realmente distintas.

El límite superior de los pinos del Orizaba está á 14,000 pies, pero en la Sierra Negra, que ve al Sur del Pico de Orizaba, esta vegetación se eleva 200 ó 300 pies más arriba. Como lo hace observar Liebmann, los árboles son menos desarrollados, pero no degeneran en arbustos. A la altura de 13,200 pies en que todavía forman bosque, llegan á crecer hasta 30 ó 40 pies. Hemsley y Roezl (citado por De Candolle) dan, en mi concepto, una altitud exagerada á los pinos del Popocatepetl y del Ixtaccihuatl: 13 á 14,000 pies; el primer número se acerca á la verdad. Felix y Lenk limitan la zona del Popocatepetl á 210 pies arriba del rancho de Tlamacas, es decir, unos 13,000 pies. Por observaciones propias he fijado este límite á 13,160 pies,¹ es decir, 100 pies más abajo del punto en que encontramos los últimos pinos del Ixtaccihuatl.

En ninguna otra parte del globo llegan los pinos á la misma altura que en los volcanes de México; en efecto, si exceptuamos el *Juniperus fededissima* que halló Thomson en el Spiti Valley, Himalaya, á 15,000 pies de altura, todo el grupo de las Coníferas se extingue mucho más abajo de esta línea. Haciendo á un lado los casos excepcionales, los árboles que crecen á mayor altura en el Himalaya son las Coníferas, lo que generalmente sucede en los climas templados del hemisferio Norte, pero esta vegetación se extingue á unos 12,000 pies;² sin embargo, las plantas florecientes crecen 7,000 pies más arriba. En el Ararat, según Drude, la vegetación más elevada está compuesta de abedules, álamos y sauces, y nada de Coníferas.³ En el flanco Noroeste de la montaña la vegetación arborescente está 8,400 pies más abajo. En la cima del volcán de San Francisco (Arizona, lat. 35° 20'), á 12,714 pies de altura. Hart Merriam encontró la zona de bosques á 11,500 pies, caracterizada por la desaparición del pino "cola de zorro" (*Pinus aristata*), y del sabino de Engelmann (*Picea Engelmanni*). El *Abies subalpina* del Colorado se eleva probablemente hasta 12,000 pies.⁴

El hecho que más llama la atención en los pinos de México, junto con su distribución, es la distinción de formas entre los que crecen en la región Norte de la República. Con una sola excepción,⁵ todas las especies que ocurren en los grandes volcanes, son endémicas en la región mexicana y Centro América, y de consiguiente, no se encuentran en la zona de pinos de las Montañas Rocallosas. Esta circunstancia es algo notable en vista de la dirección general de estas montañas y el hecho de continuarse en una meseta de 6,000 á 8,000 pies, en el núcleo mismo de la zona volcánica: la explicación se debe buscar quizá en las mismas condiciones que han determinado el carácter endémico de la flora alpina en general de las montañas de México y América del Sur. Sin embargo, cuando se trata de plantas perennes tan robustas como los pinos, es más difícil darse cuenta de las anomalías, que cuando sólo se consideran las plantas herbáceas, al parecer tan flexibles, que pobablemente se adaptan mejor á las alteraciones físicas del medio.

¹ Es oportuno hacer notar que Von Gerolt, que ascendió al Popocatepetl en 1833, fija el límite de la vegetación en esta montaña á 12,614 pies ingleses, sin excluir una especie de musgo, *Arenaria bryoides*, que á veces se encuentra á algunos centenares de pies más alto. Egloffstein, "Geology and Physical Geography of México."

² Schlangintweit ha observado los últimos grupos de estos árboles á 11,800 pies, aunque algunas especies cultivadas del *Populus Euphratica*, que crecen en los jardines del monasterio de Mangnang, están casi á una altura de 2,000 pies más arriba, diremos mejor, á 13,460 pies. ("Sitzungsber, Münch. Akad." 1865). Este explorador fija el límite de las Fanerógamas á 19,237 pies en el Pico Gunshaukar (lat. 31° 23', long. 80° 18').

³ "Handbuch der Pflanzgeographie," p. 402.

⁴ C. S. Sargent, "The Woods of the United States," p. 132, 1885.

⁵ El *Pinus Cembroides* de las montañas de Santa Catalina (Arizona, á 3,400 pies).

El origen comparativamente reciente de los volcanes de México, prueba que sus floras deben datar de la misma época: es, pues, un corolario indiscutible, que si los elementos componentes de estas floras son derivaciones de floras preexistentes que aun persisten, las modificaciones que éstas han sufrido en su estructura tienen que haber sido muy rápidas, más aún de lo que generalmente se cree en modificaciones de este orden. ¿Es permitido suponer que las condiciones especiales y características de los altos volcanes pueden originar cambios tan rápidos? Es verdad que no todos los volcanes de México tienen la misma edad; aun se puede afirmar que algunos de ellos son anteriores con mucho á los otros (aunque todos pertenecan al mismo período geológico); así la cima desmoronada del Ixtaccihuatl indudablemente atestigua una fecha más remota que la de formación de los conos perfectos del Popocatepetl y del Orizaba. La cresta del Ajusco y sus ramales nos llevan á conclusiones semejantes. Es muy posible que la flora actual se haya desarrollado primero en las antiguas pendientes, y que más tarde haya descendido á la posición que ahora ocupa.

Sin embargo, debemos confesar que nuestros conocimientos actuales no bastan á resolver este problema, así como tampoco al que en seguida enunciamos. ¿Por qué está limitada la región de los pinos en el hemisferio Norte, ó más bien, por qué los pinos de América del Norte no existen en Nicaragua? ¿Cuáles son las condiciones especiales que les impiden propagarse más al Sur, y por qué la zona de los altos Andes está desprovista de esta vegetación? Ciertamente, el carácter endémico de las Coníferas de México y la falta de sus representantes en América del Sur, podría sugerirnos la idea de un origen enteramente independiente del verdadero núcleo norte-americano, la idea de una primitiva Atlántida. La presencia de los pinos en algunas de las islas de las Indias Occidentales, Cuba, Jamaica, Santo Domingo, y también en las Canarias,¹ podría, sobre todo, tomarse como prueba de una comunicación trasatlántica, existente en un período relativamente moderno. En efecto: desde hace tiempo los botánicos han señalado la relación que existe entre la flora conífera moderna de la América del Norte, y la flora Miocena equivalente de Europa, parentesco que podría muy bien tomarse por equivalencia perfecta, y han indicado la derivación posible entre ambas.²

La distribución singular de los pinos deja entender que ni la amplitud horizontal y la vertical de la zona se determinan por condiciones puramente térmicas, tal vez ni en su origen. Humboldt afirma este hecho: "La ausencia en el hemisferio Sur de verdaderos *Abietineæ*, *Juniperineæ*, *Cupressineæ* y de todos los *Taxodineæ*, así como del *Torreya*, *Salisburia adiantifolia* y el *Cephalotaxus* entre las *Taxineæ*, nos traen un vivo recuerdo de las condiciones enigmáticas que determinaron la distribución primitiva de las formas vegetales. Esta distribución no se puede explicar satisfactoriamente por analogías ó diferencias del suelo, relaciones termales, ni por condiciones meteorológicas.³ Mr. Thomas Meehan ha insistido repetidas veces en que la zona boscosa de las montañas no se determina esencialmente por el clima, sino que más bien depende de la topografía de los alrededores, naturaleza del suelo, cantidad de tierra vegetal, exposición á las tormentas, etc. Esta afirmación es legítima, al menos en gran parte, como lo demuestra el estudio comparativo de las zonas vegetales diversas.

La terminación brusca de la selva en algunas de nuestras montañas, por ejemplo en las Montañas Rocallosas ó en el Katahdin, y el crecimiento de árboles majestuosos precisamen-

¹ *Pinus canadensis*, es el último pino de tres hojas, de la región Oeste del antiguo mundo.

² Hildebrand. "Die Verbeitung der Coniferen." "Verhandl. d. natur. Vereines der preuss. Rheinlande and Westphalens," XVIII.

³ "Physiognomy of Plants," en "Views of Nature," p. 321, 1850.

te en la línea de demarcación apoyan este aserto, el cual también es confirmado por la reaparición en muchos lugares de los mismos vegetales en estaciones más altas. La variable altura á que alcanza el "Waldregión" en los Alpes y otras montañas de la región meridional media de Europa puede, ciertamente, atribuirse tanto al clima como á las condiciones topográficas. Así, en los Alpes centrales (46°-47° N. lat.) el límite de los árboles se halla á 6,400 pies aproximadamente; en los Alpes meridionales del Delfinado (45° N.) á 8,200 (en algunas partes á 5,550); en los Alpes Ilirios, de Karst, Austria (46° N.) á 5,000, y en los Alpes de Bosnia (44° N.) á 5,300. En el Jura (47° lat.), este límite llega á 4,900 pies, mientras que en el Altai (50° lat.) está á 6,400 pies.¹

La altura límite de las plantas herbáceas presenta circunstancias análogas. En este caso generalmente se admite que el límite de las nieves perpetuas es la causa determinante de la altura máxima, pero esto no es enteramente cierto. Es bien sabido que en los Alpes de Suiza las plantas fanerógamas crecen á 2,700 pies más arriba del límite de las nieves; el hermoso clavel de la montaña (*Silene acaulis*), se encuentra á 11,382 piés,² y la *Androsace glacialis*, planta primulacea, á 11,406 en el Piz Linard (Grisones). Heer ha determinado nada menos que 100 especies de plantas fanerógamas, representantes de 23 familias, que crecen en los Alpes de Rhætia á 9,060 pies más allá del límite de las nieves, y Martius enumera 24 especies en los "Grands Mulets" y Monte Blanco, á 10,540-11,300 pies de altura.³

Por lo que toca á las montañas de México, creo que se puede asegurar, sin temor de equivocarse, que la zona de los árboles no tiene un límite absoluto; en otros términos, no está limitado por las condiciones naturales del crecimiento de la misma planta; más bien depende de causas enteramente locales. Apenas se concibe, por ejemplo, que en Orizaba, en donde los árboles tienen 30 y 40 pies de altura á una altitud de 13,200, unos 500 ó 600 pies más, puedan alterar sensiblemente las condiciones climatéricas favorables, hasta el grado de exterminar este género de vegetación: en efecto, podemos asegurar que este cambio es mucho más rápido, pues en el mismo límite de la zona pinífera los árboles llegan á 20 y 30 pies de altura. Esta circunstancia se observa también en el Popocatepetl y el Ixtaccihuatl, probablemente más marcada en este último: puedo afirmar que algunos de los pinos que crecen allí, á la mayor altitud, tienen 40-50 pies de alto, y aun más. En el Popocatepetl la zona boscosa termina un poco más allá de 13,100 pies, y los árboles son de un tamaño extraordinario. En una altura equivalente, sobre un espolón de la Sierra de Tlamacas,⁴ los pinos son, sin embargo, grandes habitantes de los bosques, y en la Sierra misma de Tlamacas, á alguna distancia en dirección del Ixtaccihuatl, se extienden algunos centenares de pies más arriba. Estoy casi seguro que los límites actuales en las montañas mencionadas han sido determinadas principalmente por condiciones fisiográficas, como lo escarpado de los flancos, deslaves del suelo, exposición á las aguas heladas del deshielo, tempestades, etc. No podría decir á qué altura llegaría el límite en condiciones más favorables; pero es interesante observar que aun tal como existe actualmente es el más elevado en todo el mundo.⁵

1 Grisebach, "Vegetation der Erde," I, pág. 180 y siguientes. 1884.

2 Humboldt, "Views of Nature." Encontré esta planta (en el verano de 1891) en varios puntos de Groenlandia, entre los paralelos 60° y 77°, 40', á 1,500 y 2,000 pies de altura.

3 Grisebuch. *Op. cit.* I, pág. 167.

4 Que se cruza antes de alcanzar el rancho de Tlamacas.

5 Esta aserción tal vez deba modificarse. Pöppig asegura, fundado en datos manuscritos, que el Ingeniero Benjamín Scott le afirmó ("Reise in Chile Peru and auf dem Amazonenstrome" 11 p. 80), que en los Andes Peruanos, cerca de Huaylillas de Potosi y Uchusuma crecen arbolillos del *Polylepis racemosa* (?) á 15,883 pies y á 15,915 pies, ó sea 150 más arriba del *Saxifraga Boussingaultii* de las pendientes del Chimborazo, que en opinión de Humboldt eran las

En las regiones templadas del Norte, el límite de la zona de árboles, marcado por la completa desaparición de las Coníferas, parece caracterizar la zona de los pinos ó abetos; probablemente, en la mayoría de los casos, estos últimos árboles son los que crecen á mayor altura. En las montañas del Harz, el Riesengebirge, el Böhmerwald, los montes Jura, y en muchos puntos de los Alpes, Carpathos y Pirineos, en el Altai y en numerosas eminencias del litoral del Mediterráneo, los pinos (particularmente el *Pinus cembra*) llegan á la misma altura que los abetos, si bien es cierto que no forman bosque como éstos. En América del Norte, los abetos forman la zona más alta de Coníferas, zona perfectamente definida en el sistema de los Appalaches. Los pinos y abetos de los Montes Rocallosos llegan hasta el límite de la zona boscosa, pero los últimos siempre predominan: en efecto, en muchas de las cimas más elevadas los pinos apenas se mezclan con los abetos. Es digno de observarse que en las montañas de México sucede lo contrario. La zona de los abetos (*Abies religiosa*), como tuve ocasión de observar en Orizaba, Popocatepetl, Ixtaccihuatl y en el Nevado de Toluca, termina realmente á 11,500 ó 12,000 pies,¹ ó 2,000 pies más abajo de la línea de los pinos, y más abajo todavía de los últimos enebros (*Juniperus*).²

Observamos los últimos *Juniperus tetragona* en las desnudas rocas del Orizaba, á poca distancia del límite actual. No siempre es fácil determinar con exactitud las causas que intervienen en el establecimiento y regularización de zonas vegetales especiales en las montañas, así como tampoco en el estado actual de nuestros conocimientos, explicar las anomalías de sucesión en la llanura horizontal que se extiende hacia el polo. La ley del paralelismo en sucesión horizontal y vertical, formulada la primera vez por Humboldt, que se verifica si sólo se tiene en cuenta la influencia de los climas, no basta para explicar los detalles; tampoco podemos atribuir las modificaciones de esta ley á variaciones de intensidad solar, como lo han pretendido Wahlenberg, Grisebach y otros. La ocupación primitiva de un grupo particular de plantas es uno de los datos del problema de suma importancia en el éxito de la lucha por la existencia.

Las encinas de los volcanes de México ocupan la región más baja de los pinos, situada á 10,000 pies. En Orizaba observamos tres especies de encinas: *Quercus reticulata*, *Quercus Orizabæ*, y otra forma que no hemos podido identificar. Á alturas mayores de 8,000 pies son

fanerógamas más altas del mundo. El mismo Humboldt observó algunas especies arborescentes de *Verbesina* en el Pichincha, á la altura de 14,400 pies (Kleinere Schriften, p. 27). Parece que en ambos casos las alturas son exageradas. Como quiera que sea, las más recientes medidas hipsométricas de las cimas de los Andes casi siempre tienden á reducir los datos que hasta ahora se tenían por verdaderos. Raunouly refiere el *Sambucus peruviana* y el *Polytepis racemosa* á la altura de 14,300 pies en los Andes peruanos. Weddell observó el *Polytepis tomentella* á 14,710, y Jameson encontró en el Chimborazo el *Polytepis lanuginosa* á 13,965 pies. La mayor parte de estos árboles son enanos. Humboldt ha hecho la interesante observación de que cerca de Quito es muy raro ver árboles de 45 á 60 pies de altura más allá de unos 8,800 pies de elevación. En Chicla, Andes Peruanos, (lat. 13° S.) á 12,200 pies, Bull observó un solo árbol: *Sambucus peruviana*. Las condiciones de la vegetación forestal en Kilima Njaro (3° lat. S.) contrastan notablemente con los casos que hemos mencionado. Según el Dr. Hans Meyer, el límite medio de la zona forestal es 9,500 pies, y el límite impuesto por las condiciones climatéricas se halla 600 á 700 pies más arriba ("Across East African Glaciers"): sin embargo, se encuentran plantas fanerógamas á 15,420 pies en las mismas montañas. En las islas de la Sonda (Java, Sumatra y Borneo), situadas casi en el Ecuador, el límite de la zona de árboles desciende á 10,000 pies, aunque hay cimas que se elevan 2,000 y 3,500 pies más arriba.

1 En el Ixtaccihuatl encontramos los últimos pruches á 11,500 pies, y los más bajos á 9,200, es decir, cosa de 1,000 pies más abajo que en el Orizaba. No dudo que la especie en cuestión está á una altura mucho menor; en efecto, parece que Humboldt y Bonpland la encontraron cerca de Chilpancingo, al Sur de México, á unos 4,000 pies.

2 Schiede dice que este árbol se eleva al límite del bosque en el Pico de Orizaba, pero no creo que sea un hecho. Las observaciones de Galeotti, que están de acuerdo casi todas con las mías, fijan este límite á 12,200 pies. Por otra parte, Hemsley reduce esta altura á 10,500 pies.

relativamente raras, pero abundan formando calles y espesuras en los terrenos polvosos que se extienden abajo de la zona de los pinos. Lo mismo se observa en el Popocatepetl y el Ixtaccihuatl. Al lado del encino crecen una ó más especies de alisos, *Alnus jorullensis*, *Alnus castanifolia*; los primeros tienen 15 ó 20 pies de altura y se propagan hasta 12,000 pies de altitud. Se cree que la segunda especie es una variedad solamente del *Alnus jorullensis*; se encuentra en el Popocatepetl á 11,000 pies y forma parte de la flora de los Andes peruanos; esta es una de las pocas plantas que son comunes á ambas regiones.

Respecto de los otros vegetales de las montañas de México, las listas que acompañan este informe darán una idea; sin embargo, no debemos omitir algunas de nuestras observaciones personales. Sobre el Popocatepetl encontramos la flora más variada, *i. e.*, más allá de los 8,000 pies: allí es donde la vegetación se desarrolla más exuberante.¹ En cuanto á la fisiografía general de las cuatro montañas, podemos decir que las plantas más notables son una ó dos especies de *Senecio* y una *Lupinus vaginatus*. Las flores amarillas de la primera y las azules de la segunda resaltaban entre 10, 12 y 13,000 pies de altitud. El *Senecio chrysactis*, graciosa planta de 3 á 4 pies, llega al límite de los pinos en las cuatro montañas, y tal vez se remonte á mayor altura que el *Senecio Galeotti*.

Estas plantas de flores amarillas y azules, forman espesas enramadas; la vegetación en estos sitios es verdaderamente exuberante, y la mirada queda deslumbrada por la brillantez del colorido. Más arriba de 13,000 pies se halla el mayor número de las especies en flor del Ixtaccihuatl: á esta altura aproximadamente nos encontramos en medio de un inmenso jardín. El suelo se veía tapizado de flores rojas de *Castilleja toluensis*, del carmín de la *Echeverría gibbiflora* (*E. secunda?*) y del *Ageratum arbutifolium*, al paso que de las grietas de las rocas colgaban cortinajes de *Asplenium trichomanes* (*var. majus*), el único helecho que pudimos aprovechar para nuestras colecciones. También se veían semi-ocultas la *Chionolobus lavandula*, *Phacelia pimpinelloides*, etc. La humedad que proviene del deshielo y la exposición á los rayos solares favorecen altamente la vegetación. Al pie de la masa redondeada que forma el último escalón del Nevado de Toluca, es decir, á unos 14,200 pies, hallamos el suelo igualmente cubierto de flores, destacándose en grupos la *Castilleja toluensis*; pero á esta altura el aspecto general de la región que describimos es menos encantador que en el Ixtaccihuatl. El musgo era muy escaso y las Castillejas y Echeverrías sólo ocupaban sitios arenosos entre fragmentos de roca amontonados y cubiertos de líquenes. Las últimas flores que vimos desaparecer sobre el Orizaba, son las Castillejas que hemos mencionado, y una *Draba* (*Draba aretoides* ó *Draba Popocatepetlensis*), á 15,000 pies ó tal vez más arriba. La última planta se halla también en el Popocatepetl y en el Ixtaccihuatl, entre 13,000 y 13,200 pies de altura.

Entre los rasgos característicos de la vegetación próxima á la falda de los volcanes, deben citarse las espesuras de *Arbutus spinulosa* y el *Symphoricarpus microphyllus*, que limitan á largos trechos el camino estrecho y pedregoso. Las plantas ericáceas abundan en el Popocatepetl; á éstas se asocia la madre selva (*Lonicera filosa*), planta erguida que crece 4 ó 6 pies y que es el más bello ornato de esa región. Después de esta zona sigue una faja de Compuestas en donde resaltan el *Baccharis concava* y el *Erigeron maximus*. No hay para qué decir que los límites de las zonas son vagos, ni que las plantas no siempre ocupan la misma posición relativa en las diversas montañas.

¹ No dudo que el flanco oriental del Orizaba, donde practicaron sus ascensiones Liebmann y Galeotti, sea más feaz que el que ve á San Andrés Chalchicomula, por donde nosotros escalamos la montaña.

Una de las más bellas plantas que crecen á orillas del camino, y probablemente la que más abunda entre 11,000 y 12,000 pies, es una *Onagraria* de un rojo encendido (*Ænothera tetraptera?*), con flores un poco más chicas que las del rosal; la planta se podría llamar, en efecto, “rosal alpino” de las montañas de México, pues su aspecto general es el del rosal silvestre, aunque sólo tiene cuatro pétalos. La misma planta crece con profusión en los prados inmediatos á Pátzcuaro, á cosa de 7,000 pies de elevación, al lado de la *Jussiaea repens*, *Cuphea procumbens*, *Sisyrinchium micranthum?*, *Baccharis conferta*, etc.

El elemento dominante de la flora de las montañas de México está constituido por formas que representan perfectamente la región templada y la zona polar, y no por modificaciones de las floras más bajas de la misma región. Esta circunstancia caracteriza las floras de las montañas de las regiones tropicales en general, conforme á las razones expuestas por Engler.¹ La mayor parte de las plantas que crecen á 10,000 pies de elevación, aunque congéneres por muchos títulos de las plantas de la región templada de la América del Norte, específicamente son casi distintas. En efecto, su parentesco con las plantas de las cimas más distantes de los Andes parece mucho más íntimo que con la vegetación del Norte. La razón de este hecho me es enteramente desconocida.

Las siguientes especies crecen en la cadena de los Andes, desde Nueva Granada hasta Perú ó Bolivia:

Ranunculus peruvianus.	Ottoa enanthoides.
Sisymbrium canescens.	Tauschia nudicaulis.
Cerastium andinum.	Lobelia nana.
Arenaria alsinoides.	Halenia elata.
Colobanthus quitensis.	Saracha umbellata.
Trifolium amabile.	Mimulus glabratus.
Alchemilla orbiculata.	Veronica serpyllifolia.
„ Sibbaldieifolia.	Alnus acuminata.
„ tripartita.	„ jorullensis.
„ hirsuta.	Sisyrinchium scabrum.
Acæna elongata.	

Es decir, un diez por ciento de la flora total. Pero si tenemos en cuenta la distancia que separa las dos regiones (de 900 á 2,400 millas), el número no parecerá pequeño; en efecto, cómo explicarnos que tantas formas alpinas hayan podido atravesar, en la región de los trópicos, la depresión del Istmo de Panamá?

¹ “Versuch einer Entwick lungsgeschichte der Pflanzenwelt, 1882.”

(Traducido del periódico intitulado “Proceedings of the American Philosophical Society.” Vol. XXX, pág. 4. Washington, 1892).