

# FITOGEOGRAFIA Y COMPOSICION DE LA FLORA VASCULAR DE LOS PARAMOS DE LA CORDILLERA ORIENTAL COLOMBIANA (Estudio comparativo con otras altas montañas del trópico)

Por ANTOINE M. CLEEF

Instituut voor Systematische Plantkunde  
Heidelbergian 2, Utrech. Holanda

## INTRODUCCION

La flora de las altas montañas tropicales siempre ha sido atractiva, especialmente por la interesante mezcla de elementos de origen variado. Además, muestra una forma de vida única y llamativa, denominada "caulirrosula" (Cuatrecasas, 1958, 1979 y 1976), propia, sobre todo, de numerosas representantes de las *Espeletiinae* (*Heliantheae*, *Compositae*) de los páramos tropandinos (Foto 1.) y de plantas arrossetadas gigantes (Hedberg 1964), es decir, especies de *Dendrosenecio* (*Compositae*) de los volcanes altos de Africa ecuatorial (Foto 2). Otras rosetas grandes y conspicuas registradas en la flora "afroalpina" (Hedberg l.c.) son: *Lobelia* (*Campanul.*) y *Carduus Keniensis* (*Compositae*); en la flora paramuna tropandina son: rosetas grandes de ciertas especies de *Draba* sect. *Chamoegongyle* (*Cruciferae*), *Paepalanthus* (*Eriocaulaceae*), *Puya* (*Bromeliaceae*), *Plantago perreymondii* y *Rumex tolimensis* (Cleef 1978, Cuatrecasas & Cleef 1978). Es notable también la tendencia al megafitismo de ciertas especies de *Anaphalis* (*Compositae*) propias de las altas montañas de la República de Indonesia y *Argyroxiphium* (*Liliaceae*), endémica de los volcanes altos de Hawaii. Hasta la fecha, son escasos los datos sobre la composición de la flora y más aún, acerca de la fitogeografía de las montañas altas del trópico.

En lo que toca a Sudamérica, contamos con las publicaciones de Cabrera (1971) sobre la puna argentina, las de Vareschi (1970) sobre los páramos venezolanos, las de Steyermark (1966, 1979) sobre los Tepuis altos en el Escudo guayanés, las de Steyermark & Huber (1978) sobre la zona alta del Avila en la Cordillera de la Costa, Venezuela, y la

contribución de Cleef (1979) sobre los páramos de la Cordillera Oriental colombiana. Faría-Sánchez (1978) elaboró las distribuciones geográficas de las especies vasculares citadas en la primera Flora de los Páramos venezolanos de Vareschi (l.c.). En Africa ecuatorial Hedberg (1965) nos ha proporcionado datos importantes relacionados con la subdivisión fitogeográfica de todos los taxa vasculares afro-alpinos.

La flora vascular de las altas montañas de Indonesia ha sido estudiada por Van Steenis (1964-1972). Smith (1977) publicó una lista muy útil de las especies fanerogámicas de la región abierta, arriba del límite altitudinal del bosque en el Monte Wilhelm, Papúa-Nueva Guinea. Este estudio además, indica el área de distribución actual de cada género y especie mencionada.

Las publicaciones fitogeográficas mencionadas tratan de la flora vascular. Sobre las criptógamas parece que actualmente sólo existe una comunicación del Dr. Friffin, III (en prensa), donde se presenta una división geográfica preliminar de las especies de musgos de los páramos de Venezuela y Colombia. Dennis (1970), trató también las especies de macrohongos del páramo y añadió algunos comentarios fitogeográficos, en su Flora de hongos de Venezuela.

## FITOGEOGRAFIA

### Páramos tropandinos

En un estudio reciente del autor (Cleef, 1979) sobre los géneros vasculares de la flora vascular indígena del páramo de la Cordillera Oriental colom-



(Foto Cleef, octubre 1972).

Foto 1. Colombia (Sudamérica): Páramo tropandino en el valle alto de Lagunillas (3.950 m) en la Sierra Nevada del Cocuy, Cordillera Oriental. En los sitios pantanosos, al fondo, se observan comunidades vegetales herbáceas y caulirrósculas de *Espeletia lopezii* var. *lopezii*. La vegetación zonal, dominada por *Calamagrostis effusa* (Gramin.) con *Espeletopsis colombiana*, se extiende sobre las vertientes y morrenas secas hacia el límite inferior del superpáramo. El matorral de *Senecio vaccinioides* es característico de los niveles inferiores.



(Foto cortesía Dr. H. J. Jart, enero 1974)

Foto 2. Kenya (Africa): paisaje afro-alpino en el alto Valle Teleki en el Monte Kenya (4.100-4.200 m). La vegetación zonal está denominada por *Festuca pilgeri* (Gramin.) y caulirrósculas de *Dendrosenecio keniodendron*.

biana se han diferenciado ya elementos fitogeográficos, definidos de acuerdo con el área de distribución actual de cada género. En la tabla 1 y (figura 1) se indican los resultados de la subdivisión fitogeográfica de esta flora, según el autor del presente artículo.

Tabla 1

División fitogeográfica cualitativa y cuantitativa de los géneros vasculares de la flora paramuna de la Cordillera Oriental de Colombia.

Elementos fitogeográficos (según el área de distribución actual)	Número de géneros	% aproximado
1. elemento paramuno o endémico	19	7
2. otros elementos neotropicales	89	34
3. elemento austral-antártico	25	10
4. elemento holártico	28	11
5. elemento ampliamente templado	51	19
6. elemento ampliamente tropical	27	10
7. elemento cosmopolita y subcosmopolita	20	8
8. desconocido	2	1
TOTAL	261	100

Agradezco mucho el apoyo del Dr. José Cuatrecasas (Washington, D.C.), por sus comentarios, sugerencias y adiciones, para que el total de géneros registrados en la tabla 1 fuese mayor, pero aún así, el total no es definitivo. Hace falta intensificar las colecciones botánicas en los páramos de la Cordillera Oriental de Colombia, en donde ocurren numerosos géneros todavía pendientes de una revisión sistemática.

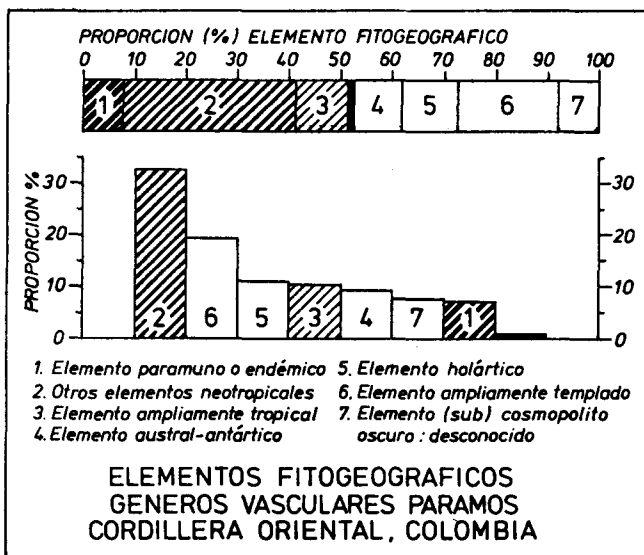


Fig. 1 División porcentual de los elementos fitogeográficos, representado por géneros de plantas vasculares nativas de los páramos de la Cordillera Oriental Colombiana.

Pero esta circunstancia no justifica esperar para emprender un análisis fitogeográfico a nivel de especie. Prefiero por el momento más bien efectuar este análisis a nivel de género, ya que considero que el total de los géneros vasculares no aumentará considerablemente, cuando terminen las exploraciones botánicas necesarias. Sin embargo, Faria-Sánchez (l.c.) ya ha presentado la división fitogeográfica de gran número de especies vasculares de los páramos venezolanos, seleccionadas por Vareschi (l.c.).

En cuanto a los datos anteriormente presentados por el autor (Cleef, 1979) se tiene ahora las siguientes adiciones y comentarios: *Colobanthus quitensis* (Caryophyllaceae) constituye una adición reciente y notoria de esta lista.

Hace poco se encontró este género austral-antártico en el Páramo del Almorzadero (Aguirre et al., 1982). *Phylloscirus andesinus* Clarke (Cyperaceae) encontrado una sola vez en una turbera de *Distichia* (Juncaceae) en la Sierra Nevada del Cocuy podría ser sinónimo de *Scirpus (Isolepis) acaulis* Philippi según Correa (1969). Por el momento en espera de estudios sistemáticos posteriores, se identifica *Phylloscirus*. *Aa* y *Myrosmodus* son géneros tropandinos de orquídeas también nativos de los páramos colombianos.

#### Africa ecuatorial: región afro-alpina

Hedberg (1965) analizó fitogeográficamente los taxa vasculares de la faja "afro-alpina" de los altos volcanes, de Africa Ecuatorial. Calculó que el 81% de esos taxa allí presentes, es endémico. Este porcentaje elevado, claramente indica la posición aislada actual de dicha flora.

El autor arriba mencionado ha reconocido además, unos 9 elementos fitogeográficos, denominados según la región de origen del taxon en consideración.

Como la flora vascular afro-alpina de la zona estudiada ya era bastante bien conocida, Hedberg presentó porcentajes de los diferentes "Elementos

florísticos genéticos", basándose en la cantidad de taxa: especies, subespecies y variedades. Hedberg estudió unas 250 especies pertenecientes a 105 géneros vasculares. Durante los últimos años se encontraron únicamente 4 géneros nuevos para esta flora: *Bromus* (Gramineae), *Dendrosenecio* (Compositae), *Wurmbea* (Liliac.) y *Zaluzianskya* (Scrophulariaceae); los dos géneros últimos refuerzan el elemento surafricano o capense. Además parece que *Colpodium* incluye a *Keniochloa* (Gramineae) (Hedberg 1970 y comunicación personal). Por lo menos hay 4 géneros endémicos: *Dendrosenecio*, *Haplosciadium* (Umbeliferae), *Nannoseris* (Compositae; monotípico) y *Oreophyton* (Cruciferae), o sea aprox. el 4%.

Aunque los datos fitogeográficos presentados por Hedberg (1965) todavía no admiten la comparación minuciosa con aquellos del páramo colombiano, resulta interesante examinar las proporciones de los taxa de origen local, de las floras del hemisferio del norte y del sur, y del elemento pan-templado\*.

Tabla 2

División fitogeográfica cualitativa y cuantitativa de la flora vascular afro-alpina según Hedberg (1965).

Elementos fitogeográficos (Genéticos)	Número de taxa	%	Análisis: este autor; Grupos de elementos Fitogeográficos
1. elemento endémico afro-alpino	52	19	} 32 local
2. elemento afro-montano	35	13	
3. elemento surafricano	17	6	
4. elemento capense	10	4	} 14 elemento sur-Hemisférico
5. elemento templado sur-hemisférico	11	4	
6. elemento templado norte-hemisférico o elemento boreal	43	15	} 23 elemento norte hemisférico
7. elemento mediterráneo	18	6	
8. elemento himalaico	5	2	} 31 elemento pan-templado
9. elemento pan-templado	87	31	
TOTAL	278	100	100

Es evidente que en las faldas de los volcanes ecuatoriales de Africa la proporción del grupo local y del grupo pan-templado es más o menos igual, mientras que los taxa genéticamente vinculados al hemisferio norte superan a aquellos procedentes del sur.

A nivel genérico la representación del elemento austral-antártico (sensu Cleef, 1979) es bastante reducida y parece que únicamente 3 géneros (*Carpha*, *Cotula*, *Wahlenbergia*) pertenecen a esta categoría, o sea cerca del 3%.

#### Nueva Guinea: región tropalpina

El estudio fitogeográfico reciente del Dr. J.M.B. Smith (1977) de la flora fanerogámica tropalpina

\* Cálculos basados en los datos originales presentados por el autor. Adiciones recientes afectan poco la subdivisión porcentual original presentada por Hedberg (1965).

del Monte Wilhelm (450 m.), Papúa-Nueva Guinea, (Foto 3) permite la posibilidad de compararla con la flora del páramo tropandino. Además el Dr. Smith (comunicación personal) muy amablemente me facilitó los datos respecto a las especies de pteridofitos, que representan una adición de 16 géneros para la flora vascular de Monte Wilhelm. Actualmente ocurren aquí 123 géneros vasculares nativos con 212 especies, por lo menos.

La tabla 3 presenta algunos datos tomados del estudio de Smith (l.c.) Hay que tener en cuenta que la región tropalpina del Monte Wilhelm de unos 100 km<sup>2</sup>, es bastante pequeña en comparación con la región afro-alpina y más aún con respecto a los páramos tropandinos colombianos, considerados anteriormente.

Tabla 3

División Fitogeográfica cualitativa y cuantitativa de los géneros fanerogámicos de la flora tropalpina de Monte Wilhelm, según datos tomados de Smith (1977), por el autor del presente artículo.

Distribución geográfica actual	número de géneros	%
1. endémico Nueva Guinea	4	4
2. endémico Malesia	3	3
3. Malesia e islas oceánicas tropicales	3	3
4. Malesia y Australia/Nueva Zelandia	10	9
5. Malesia hacia Sudamérica	9	8
6. Malesia hacia el continente eurasiático (pocas veces Africa)	11	10
7. Malesia, Eurasia, Sudamérica y Australia	6	6
8. Principalmente Africa, Sudamérica y Australia	7	7
9. Area amplia	54	50
<b>TOTAL</b>	<b>107</b>	<b>100</b>

Si observamos la tabla 3, encontramos que hay 7 géneros endémicos de Nueva Guinea, es decir casi el 7 %. La exacta proporción porcentual austral de géneros con una distribución principalmente holártica y austral-antártica es en parte difícil de establecer con base en el estudio de Smith (l.c.). Usando los mismos criterios geográficos definidos en Cleef (1979) resulta más elevado en la flora tropalpina de Monte Wilhelm, si se lo compara con la flora vascular de los páramos tropandinos. Si se incluyen los 16 géneros de pteridofitos en la tabla 3, el porcentaje del grupo 9 (distribución amplia) ascenderá levemente, como también el del grupo 1.

(Endémico, Nueva Guinea). Sin embargo, la proporción porcentual de los 9 tipos de distribución geográfica de los géneros fanerogámicos tropalpinos, según Smith (l.c.) no cambiará fundamentalmente.

### COMPOSICION DE LAS FLORAS VASCULARES

Es muy interesante comparar la composición de las floras de las regiones abiertas y frías que coronan las altas montañas ecuatoriales de Colombia, Africa y Nueva Guinea, tomando en cuenta los respectivos aspectos cuantitativos y cualitativos.

De la figura 2 se puede fácilmente deducir que los páramos colombianos son ricos en familias y géneros vasculares.

Tanto la flora vascular de las altas montañas de Africa como la flora de las altas montañas de Nueva Guinea tienen más de la mitad de las familias



Foto 3. Papua (Nueva Guinea): paisaje trop-alpino con helechos arbóreos de *Cyathes atrox* en el alto valle Pindaunde en el Monte Wilhelm (3.300 m), cerca del límite del bosque.

(Diapositiva cortesía Dr. B. van Zanten, 1968)

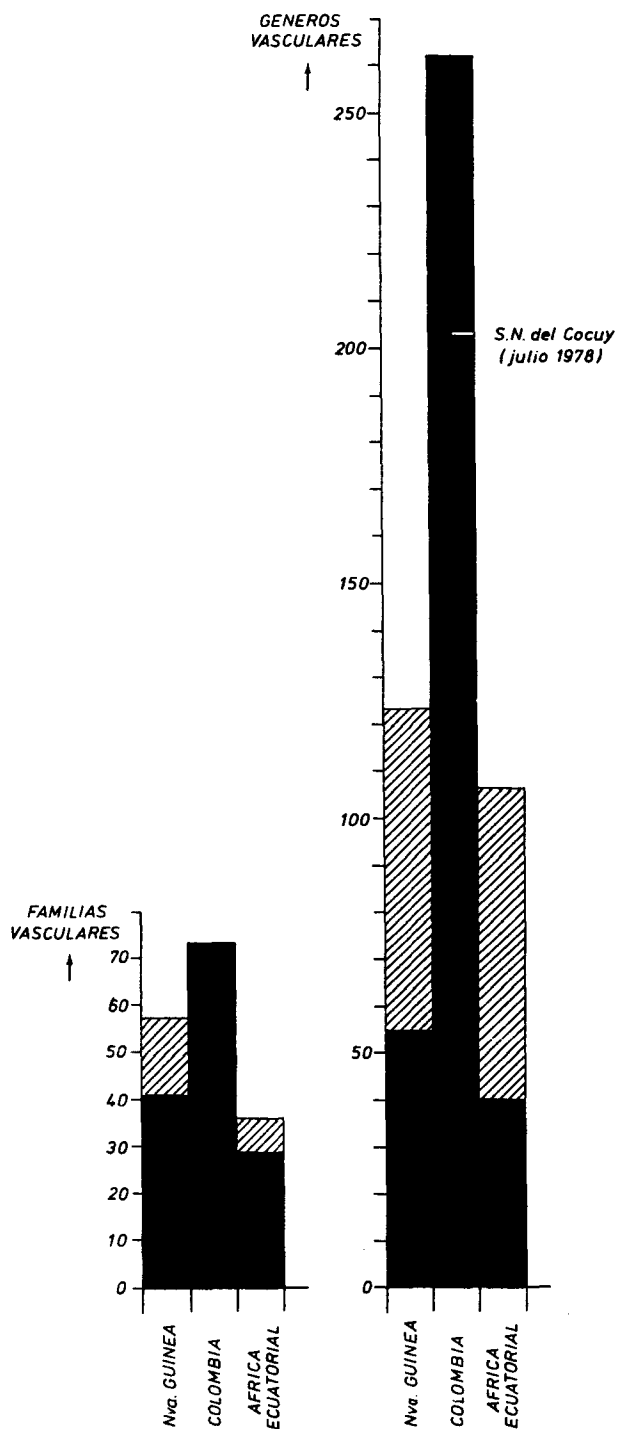


Fig. 2 Número de familias y géneros de plantas vasculares nativas de los páramos de la Cordillera Oriental Colombiana (Cleef, en prensa), de la región afro-alpina (Hedberg 1965) y de la faja tropical del Monte Wilhelm, Papua Nueva Guinea (Smith 1977). El color negro representa el número de los taxa compartidos por la flora considerada y la flora paramuna.

en común con los páramos de la Cordillera Oriental colombiana.

Sin embargo, a nivel genérico, las flores de África y de Nueva Guinea muestran entre sí mucho menos similitud. Pero cada una tiene; por lo menos, una tercera parte de los géneros en común con la flora indígena paramuna. Además, estas tres floras vasculares tienen 22 géneros en común, y por lo menos, una especie pan-templada: *Montia fontana* L.

En la flora vascular de la puna argentina estudiada por Cabrera (1954) aparece una división similar.

Esta flora tropandina es, aproximadamente, tan rica en familias y géneros vasculares como la del páramo colombiano.

En lo que respecta al dominio holártico, el Dr. William A. Weber (comunicación personal) me ha proporcionado, amablemente sus datos, todavía sin publicar, acerca de la flora vascular alpina de los Rocky Mountains, principalmente del Estado de Colorado, Estados Unidos. Aquí aparece la misma concordancia: la mayor parte de las familias de esta flora y más o menos una tercera parte de los géneros nativos concuerdan con los de la flora del páramo colombiano.

Mencionemos ahora algunos datos llamativos del dominio Antártico y Subantártico en el extremo austral del mundo. Es interesante observar que todas las 22 familias y 35 de los 44 géneros nativos (o sea casi 80%) recopilados para esta flora vascular (Greene & Walton 1975) están también representados en la flora del páramo colombiano estudiado. Estas dos floras tienen 7 especies en común: *Colobanthus quitensis*, *Cystopteris diaphana* (= *C. fragilis*), *Limosella australis* (Portulacaceae), *Montia fontana*, *Myriophyllum elatinoides* (Haloragaceae), *Ophioglossum crotalophoroides* (Ophioglossaceae) y *Uncinia meridensis* (Cyperaceae). Existe entonces una afinidad bastante grande entre las floras vasculares subantártica, antártica y la del páramo colombiano.

Entre otras características resulta interesante anotar (Fig. 3) que las compuestas y gramíneas son las familias representadas con mayor número de géneros, casi como ocurre en todas las floras vasculares de las regiones templadas del mundo. En los páramos del neotrópico, sin embargo, hay dos veces más géneros de compuestas y orquídeas en comparación con las floras mencionadas de África ecuatorial y Nueva Guinea.

La familia de las melastomátáceas, legítimamente pantropical, está presente con varios géneros (de los cuales algunos son endémicos) en los páramos neotropicales, donde alcanzan el límite inferior del superpáramo. Especies de esta familia, como también de algunas otras familias pantropicales bien representadas en la flora paramuna (por ejemplo *Loranthaceae*, *Piperaceae*, *Xyridaceae*) aparentemente no alcanzaron a adaptarse al medio ambiente "tropical" en África y Nueva Guinea, en donde sólo alcanzan niveles inferiores. El área de distribución de las bromeliáceas está limitada históricamente al trópico americano. También se da el caso de 5 familias afro-alpinas y 14 familias tropicalinas de Nueva Guinea ausentes en el páramo neotropical. Algunos géneros tropicalinos del Monte Wilhelm alcanzan el límite inferior del páramo neotropical. Por ejemplo, *Drimys* (Winteraceae), *Libertia* (Iridaceae), *Pilea* (Urticaceae), *Saurauia* (Saurauiaceae) y *Schefflera* (Araliaceae).

La región afro-alpina es más pobre en especies de plantas vasculares, aunque las crucíferas y crasuláceas están mayormente representadas. (Fig. 3).

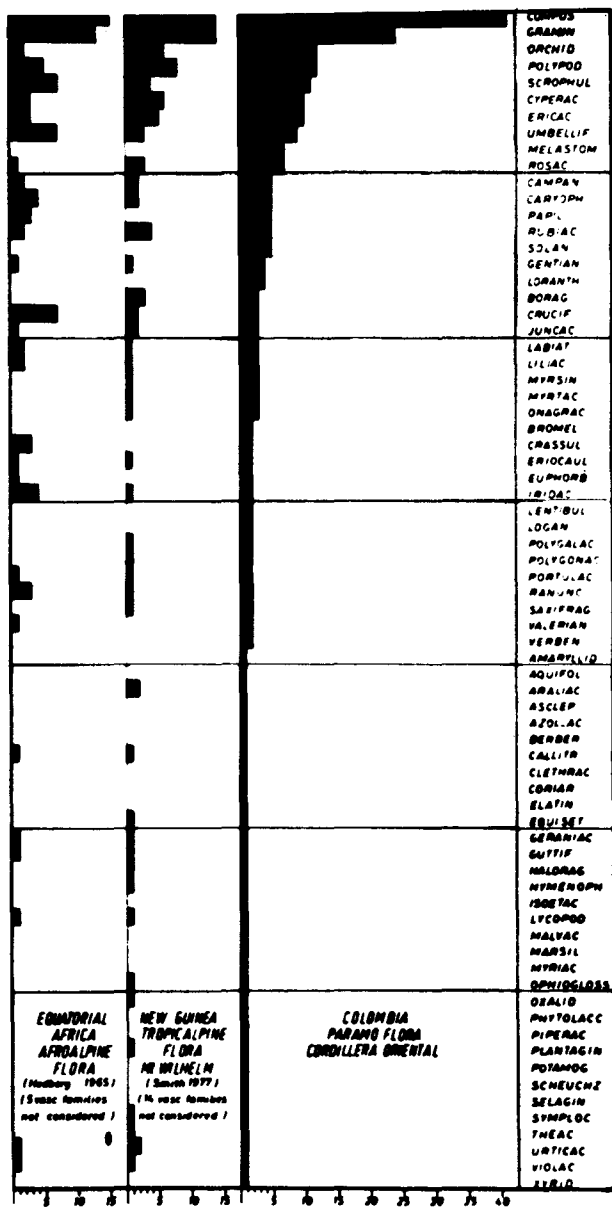


Fig. 3 Composición cualitativa y cuantitativa de las floras de plantas vasculares del páramo de la Cordillera Oriental Colombiana (Cleef, en prensa), de la región afro-alpina (Hedberg 1965) y de la faja tropalpina del Monte Wilhelm (Smith 1977).

Si se compara esta flora con la flora vascular del páramo neotropical estudiado, resulta que 41 familias están ausentes; mientras en la faja tropalpina de Monte Wilhelm faltan 29 familias. La continuación de la exploración botánica de las montañas altas de Nueva Guinea, sin duda, reducirá este número.

## DISCUSION Y CONCLUSIONES

Resulta difícil comparar flores diferentes, especialmente cuando están analizadas y estudiadas por diferentes autores y se utilizan diferentes criterios. Para el caso que nos ocupa, otro problema deriva de la localización del límite inferior de las fajas altitudinales estudiadas en los tres continentes.

Probablemente Hedberg (1965) aplicó un criterio diferente, lo cual, tal vez, explique en parte por qué la flora vascular afro-alpina es tan pobre en especies. Aparentemente Hedberg no considera dentro de ella la flora de su "Ericaceous belt". En este

análisis se incluye la flora vascular de los matorrales del subpáramo (Subpáramo bajo) (Cleef, 1979).

También es muy diferente la superficie del área cubierta por cada flora en los tres continentes. El área ocupada por la vegetación tropalpina del Monte Wilhelm es la más pequeña y tiene más o menos la misma superficie de la del páramo de la Sierra Nevada del Cocuy, Cordillera Oriental de Colombia. Sin embargo, se han encontrado en este páramo colombiano algo más de 200 géneros de plantas vasculares (Fig. 2). Este hecho claramente corrobora la conclusión, según la cual, la flora del páramo neotropical (como también la de la puna) es la más rica en taxa de plantas vasculares, entre las floras tropicales, de los tres continentes. Es probable, que la flora paramuna sea también la más rica entre todas las floras de las regiones alpinas y frías del mundo.

De todas maneras, de la comparación de las floras de las altas montañas del trópico estudiadas, se desprenden conclusiones fitogeográficas interesantes. La mayor parte de las especies nativas son endémicas, aunque a nivel genérico del endemismo es relativamente escaso. Estos datos confirman también el punto de vista, según el cual, son geológicamente bastante jóvenes. La flora vascular afro-alpina muestra la mayor afinidad con la de la región holártica.

El elemento templado del hemisferio sur (sensu Hedberg, 1965) o austral-antártico (sensu Cleef, 1979) es bastante débil aquí; seguramente debido al aislamiento geográfico entre estas dos regiones.

Sin duda, los elementos holárticos tuvieron aquí acceso más fácil. El elemento austral-antártico representa casi el 10% de los géneros vasculares del páramo colombiano estudiado. Pero éste tiene todavía mayor representación, a nivel genérico, en la flora tropalpina del Monte Wilhelm.

La afinidad genérica entre la flora vascular de las partes más elevadas de la Guayana venezolana y la de los altos Andes es muy limitada y ese término cuantitativo sólo alcanza aproximadamente el 10%, según Steyermark (1979). Los altos Tepuyes venezolanos son geológicamente más antiguos y por consiguiente el aporte florístico, desde estas montañas aisladas, entre el Orinoco y el Amazonas a la de los páramos tropandinos ha sido escaso. Por consiguiente, también la concordancia entre las dos floras es bastante reducida.

En resumen, es interesante destacar la coincidencia de las diferentes floras de las altas montañas del trópico, en cuanto muestran los mismos elementos locales, holárticos y austral-antárticos, como también la presencia de un grupo de taxa con una distribución amplia (tropical y templada). La ubicación especial de estas floras en las alturas frías y heladas de las montañas ecuatoriales, de aproximadamente la misma edad geológica, produjo esta similitud llamativa de elementos fitogeográficos. Las diferencias proporcionales locales dependen más que todo de la riqueza de la flora de las tierras ca-

lientes aladañas, de la historia plio-pleistocénica de la región considerada, del acceso geográfico y de la extensión de la zona.

Aparentemente, en el páramo tropandino estos factores eran acentuadamente favorables; por eso llegó a existir aquí la flora vascular más rica entre las demás floras consideradas de otras altas montañas tropicales. Por lo demás, parece que entre los páramos neotropicales y los de Nueva Guinea, existe la más estrecha afinidad fitogeográfica.

Finalmente, conviene anotar que esta comparación transcontinental de las floras vasculares de las altas montañas ecuatoriales, solamente proporcionan una primera impresión de la similitud fitogeográfica.

Con la colaboración del Dr. Hedberg y del Dr. Smith espero poder presentar en el futuro, un concepto más elaborado, fundamentado en un análisis fitogeográfico elaborado con criterios comunes y de tal manera que permita la comparación más adecuada de las floras vasculares de las regiones altas de las montañas tropicales.

Sería interesante considerar, una vez se termine el inventario, también las proporciones biogeográficas de otros organismos vegetales y animales, por ejemplo, las criptógamas.

### ABSTRACT

The vascular flora of the páramos of the Colombian Eastern Cordillera is compared with other equatorial supraforest high mountain floras in Africa and New Guinea (Monte Wilhelm), especially regarding phytogeography and composition. Similar phytogeographic elements may be distinguished, but with different proportions at generic level. The African high mountain flora exhibits a strong holarctic affinity, while the New Guinea flora

probably has the strongest austral-antarctic affinity at genus level. The proportional representation of the local endemic element is more or less equal. Greatest floristic similarity seems to exist between the upper vegetation belt in New Guinea and the andean páramos.

The neotropical vascular páramo flora appears to be the richest one in genera and species. The floristic richness may be due to two principal favourable conditions: 1) the presence of a very rich warm tropical source flora, richer in taxa than in any other tropical continent, and 2) its Plio-Pleistocene history, which saw a great evolutionary diversification in a number of taxa, a considerable extension of the páramo belt and an easy immigration of plant taxa from northern as well as from southern latitudes.

### AGRADECIMIENTOS

Agradezco mucho al Prof. Dr. Thomas van der Hammen y al Biólogo Jaime Aguirre C. por la revisión crítica del manuscrito y la corrección del castellano; al Dr. J. Cuatrecasas (Washington, D.C.), al Prof. Dr. O. Hedberg (Uppsala), al Dr. J.M.B. Smith (Armidale) y al Dr. W.A. Weber (Boulder) por su colaboración muy amable y efectiva para completar los datos florísticos y geográficos.

La Fundación Neerlandesa para el Fomento de Investigaciones Tropicales (Notro) pagó gran parte de los costos de las labores de campo en los Andes colombianos los cuales fueron realizados contando siempre con la colaboración del Instituto de Ciencias Naturales —Museo de Historia Natural—, especialmente el Herbario Nacional Colombiano (COL) e INDERENA, Bogotá, Colombia.

### BIBLIOGRAFIA

- AGUIRRE C.J., O. RANGEL, A.M. CLEEF & H. HOOGHIEMSTRA (1982): *Colobanthus quitensis* HBK (*Caryophyllaceae*) en los Andes colombianos. *Caldasia* 13(63): 367-377.
- CABRERA, A.L. (1957): La vegetación de la Puna Argentina. *Rev. Invest. Agr.* 11:317-412.
- CLEEF, A.M. (1978): Characteristics of neotropical páramo vegetation and its subantarctic relations. In: *Geocological relations between the southern temperate zone and the tropical mountains* (C. Troll & W. Lauer ed.). *Erdwiss. Forsch.* 11:365-390. Wiesbaden.
- CLEEF, A.M. (1979): The phytogeographical position of the neotropical vascular páramo flora — with special reference to the Colombian Cordillera Oriental. In: *Tropical Botany* (K. Larsen & L. Holm-Nielsen ed.): 175-184. Academic Press. London New York.
- CORREA, M.N. (1969): *Flora Patagónica* 2. INTA. Buenos Aires.
- CUATRECASAS, J. (1958): Aspectos de la vegetación natural de Colombia. *Rev. Ac. Co. Cienc. Ex. Fís. & Nat.* 10: 40.
- CUATRECASAS, J. (1976): A new subtribe in the Heliantheae (Compositae): Espeletiinae. *Phytologia* 25 (1): 43-61.
- CUATRECASAS, J. (1979): Growth forms of the Espeletiinae and their correlation to vegetation types of the tropical Andes. In: *Tropical Botany* (K. Larsen & L. Holm-Nielsen ed.): 397-410. Academic Press. London New York.
- CUATRECASAS, J. & A.M. Cleef (1978): Una nueva Crucifera de la Sierra Nevada del Cocuy (Colombia). *Caldasia* 12 (57): 145-158.
- DENNIS, R.W.G. (1970): Fungus flora of Venezuela and adjacent countries, *Kew Bull. Add. Ser.* 3.
- FARIA-SANCHEZ, N.B. (1978): Afinidades fitogeográficas de la Flora vascular de los páramos venezolanos. *Rev. Fac. Agron.* 4(2): 96-137.
- GREENE, S.W. & D.W.H. Walton (1975): An annotated check list of the subantarctic and antarctic vascular flora. *Polar Record* 17 (110): 473-484.
- GRIFFIN, D. (en prensa): Briófitos y líquenes de los páramos. *Proc. Sem. Medio Amb. Páramo. Mérida, Venezuela*
- HEDBERG, O. (1964): Features of Afroalpine Plant Ecology. *Acta Phytogeogr. Suec.* 49: 144 págs.
- HEDBERG, O. (1965): Afroalpine Flora Elements. *Webbia* 19(2): 519-529.
- HEDBERG, O. (1970): The genus *Zahuzianskya* F.W. Schmidt (*Scrophulariaceae*) found in Tropical East Africa. *Bot. Not.* 123: 512-518.
- SMITH, J.M.B. (1977): Origins and ecology of the tropicalpine flora of Mt. Wilhelm, New Guinea. *Biol. J. Linn. Soc.* 9: 87-131.
- STEYERMARK, J.A. (1979): Flora of the Guayana Highland: endemicity of the generic flora of the summits of the Venezuela tepuis. *Taxon* 28 (1,2/3): 45-54.
- STEYERMARK, J.A. & O. Huber (1978): *Flora del Avila*. 971 págs. Caracas.
- VAN STEENIS, C.G.G.J. (1964): Plant geography of the mountain flora of Mt. Kinabalu. *Proc. Roy. Soc. London B*161: 7-38.
- VAN STEENIS, C.G.G.J. (1972): *The Mountain Flora of Java*. Leiden.
- VARESCHI, V. (1970): *Flora de los Páramos de Venezuela*. 429 págs. Mérida, Venezuela.