

# REVISTA DE LA ACADEMIA COLOMBIANA de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

LA ACADEMIA ES ORGANO CONSULTIVO DEL GOBIERNO NACIONAL

VOLUMEN XV

FEBRERO DE 1983

NUMERO 58

PATRONO DE LA ACADEMIA:  
SEÑOR PRESIDENTE DE LA REPUBLICA

PRESIDENTE DE LA ACADEMIA:  
LUIS EDUARDO MORA-OSEJO

DIRECTOR DE LA REVISTA:  
JULIO CARRIZOSA UMAÑA

## SUMARIO

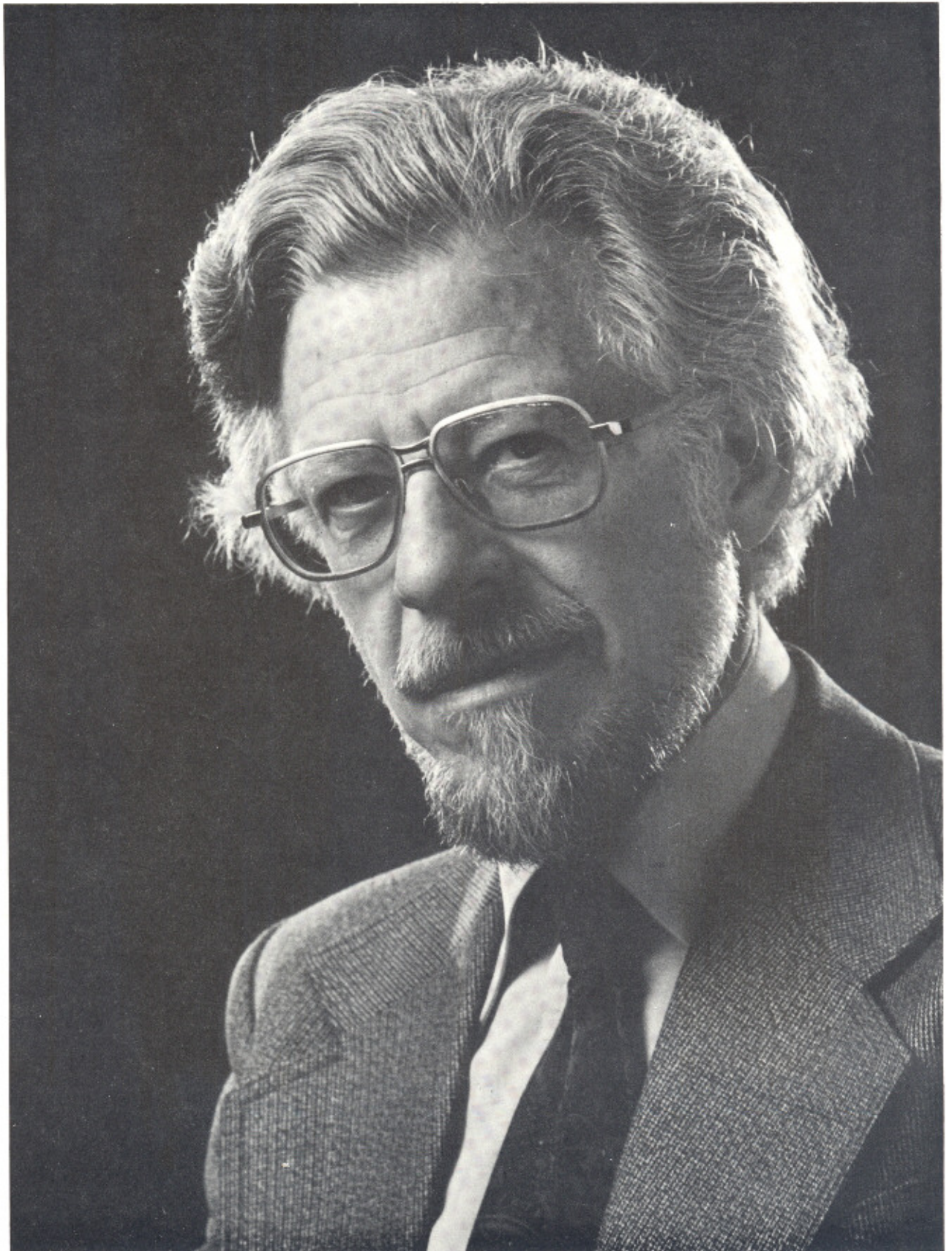
	Págs.
Homenaje al Dr. Thomas van der Hammen .....	7
Publicities T. van der Hammen .....	9
Una nueva <i>Cyperaceae</i> de la Sierra Nevada de Santa Marta, por <i>Luis Eduardo Mora-Osejo y Orlando Rangel Ch.</i> .....	13
Fitogeografía y composición de la flora vascular de los páramos, por <i>Antoine M. Cleef</i> .....	23
Description of some taxa of testacea of humid paramo, por <i>Renetta A. J. Grabandt</i> .....	31
Pollen morphology of the plantago species of the Colombian Andes, por <i>Henry Hooghiemstra</i> .....	41
Fluctuaciones del nivel del mar durante el depósito de los sedimentos basales, por <i>Hernando Dueñas J.</i> .....	67
Evidencia de cazadores especializados, por <i>Gonzalo Correal Urrego</i> .....	77
"R-mode cluster analysis" como aproximación a los grupos ecológicos, por <i>Héctor L. D' Antoni</i> .....	83
Record of 700.000 years vegetational histpry in eastern Macedonia, por <i>T. A. Wijmstra, M. C. Groenhart</i> .....	87
Se posesiona Nueva Junta Directiva de la Academia .....	99
Discurso de posesión del Sr. Presidente de la Academia, Dr. Luis Eduardo Mora-Osejo .....	101
Constitución de la Academia .....	105
Normas de los manuscritos para su publicación en la Revista de la Academia .....	109

(La responsabilidad de las ideas emitidas en la Revista corresponde a sus autores. La colaboración es solicitada. No se devuelve la colaboración espontánea ni se mantiene correspondencia sobre ella).



EMBLEMA DE LA ACADEMIA MATRIZ ESPAÑOLA

SEDE DE LA ACADEMIA: OBSERVATORIO ASTRONOMICO NACIONAL  
APARTADO AEREO 2584 - CALLE 8ª. CARRERA 8ª. - BOGOTA 1. D. E., COLOMBIA



Prof. Dr. Thomas van der Hammen

# Homenaje al Doctor Thomas van der Hammen

La Academia de Ciencias Exactas Físico-Químicas y Naturales ha querido rendir un homenaje al Dr. Thomas van der Hammen, miembro honorario de esta corporación, dedicándole este número de la revista, como justo reconocimiento a su meritoria labor e invaluable ejecutorias científicas en las áreas de la geología, la paleobotánica y la arqueología de Colombia.

La biografía y presentación de las obras de científicos de la excepcional categoría del Dr. Thomas van der Hammen, merecerían para ser descritas en toda su extensión muchísimas páginas; por ello, solamente esbozaremos algunos de los aspectos más destacados de su brillante trayectoria humana, académica y científica.

Nació el Dr. Thomas van der Hammen el 27 de Septiembre de 1924 en la ciudad de Schiedam, Holanda, destacándose desde sus años de mocedad, como estudiante de geología de la Universidad de Leiden, claustro de tradición secular, en el que presentó en 1948 su "Kandidaatsexamen" en geología, zoología, botánica y química.

Durante sus estudios para el "Doctoralexamen" se perfiló ya su capacidad investigativa en trabajos sobre el cuaternario para el Servicio Geológico de Dinamarca, en las apartadas regiones del Noreste de Jutland.

En este mismo período, estudió en el laboratorio del servicio geológico de Copenhagen, los métodos más modernos en el análisis palinológico; luego, su infatigable deseo de trabajar le llevó a Oostmarsum (Holanda) en donde ejecutó estudios geomorfológicos sobre el cuaternario. Es también en este período de su luminosa existencia, cuando llevado por sus inquietudes por la aplicación de la geología prehistórica, participó en las excavaciones sobre el paleolítico de Usselo; posteriormente, sus investigaciones palinológicas en sedimentos lacustres del tardiglacial de Holanda, auguraron sus elevadas proyecciones futuras en este campo de la investigación. Todas estas iniciales ejecutorias, ya le merecieron desde 1948 a 1951, la designación de asistente científico del Museo estatal de geología y mineralogía de Leiden.

En octubre de 1949, continuó su ascendente carrera universitaria con su tesis "Doctoral" en geología, paleontología y botánica, obteniendo en Julio de 1951, en la Universidad de Leiden, el grado más alto (P.H.D.) con sus tesis "Flora tardiglacial y fenómenos periglaciares en Holanda"

Corría el año de 1951, cuando Europa aún enlutada por la cruenta conflagración mundial y la crisis de la post-guerra, le vio partir, sobreponiéndose con la reciedumbre de su carácter a todas las vicisitudes que afrontó con estoicismo y hombría de bien. Colombia le recibió, con el mismo afecto, que su generosa personalidad proyectaba, y a poco tiempo

de su permanencia, su bagaje intelectual y trayectoria diáfana le merecieron la designación de Jefe de la Sección de Palinología del Servicio Geológico Nacional, donde ha dejado positiva huella como la seguirá dejando en todas las instituciones de Colombia a las que ha estado vinculado.

Desde entonces, se estableció ese nexa espiritual, grabado en lo más profundo de su capacidad de afecto por esta tierra donde formó en 1953, un hogar de acrisoladas virtudes; justísimo es mencionar en este momento, a Anita Malo de van der Hammen, su esposa ejemplar, de nobilísima estirpe Bogotana, participe infatigable del arduo trasegar de quienes nacen para ser generosamente grandes. Sea este también, el momento de expresar a ella que este sencillo homenaje de la Academia de Ciencias, también le está dirigido con reconocimiento, afecto y gratitud, extendiéndose a Clarita, Thomas y Cornelis, hijos de este cálido hogar.

Al hablar de la obra del Dr. van der Hammen, hemos de referirnos también a su dimensión pedagógica. Quienes hemos tenido el honor de contarnos entre sus discípulos, bien sabemos de su diáfana y desinteresada labor a través de sus cátedras pleróticas de erudición, ofrecidas con el sentido pedagógico de quienes no anteponen lo científico a lo esencialmente humano, categoría comprendida en la concepción TEIHARDIANA que siempre ha inspirado su existencia.

En esta dimensión de su ser, la Universidad Nacional de Colombia, la Universidad Distrital de Bogotá, la Universidad Pedagógica y el Instituto Colombiano de Antropología, han recibido el influjo de sus cátedras luminosas, que ha regentado con el mismo amor y consagración que ha caracterizado su permanente entrega a Colombia; en la misma forma, las Universidades de Leiden y la Universidad Libre de Holanda que con acierto le distinguió con el título de Profesor Extraordinario, han recibido todo lo que puede proyectar a través de su labor pedagógica.

Debemos subrayar, que las cátedras del Dr. van der Hammen siempre han estado ligadas a la investigación de campo: todos los países que le han escuchado con admiración, han presenciado también su acucioso peregrinar por los más apartados lugares, en su búsqueda de la verdad a través de la ciencia. Siempre se le ha visto con imperturbable firmeza, escalar las cumbres de las montañas, recorrer las sabanas, las frondosas selvas, los desérticos arenales, o descender a las profundidades subterráneas, acompañado de sus discípulos, transmitiendo todo lo que sabe y toda la sincera amistad de que es capaz; hay que destacar, que en el Dr. van der Hammen siempre se encuentra una amistad nobilísima, caballerosa y leal. Y qué decir de sus magistrales exposiciones que le han merecido puesto de honor en todos

los innumerables eventos científicos internacionales que le han escogido como participante especial, sin que por ello se haya alterado la modestia de su sabiduría. Colombia, Guayana Británica, Venezuela, Chile, Nueva Zelanda, Antillas Holandesas, Francia, Dinamarca, Bélgica, sin mencionar otros países han escuchado sus disertaciones a través de Congresos, Seminarios y Simposios. El primer Seminario del Cuaternario de Colombia, como justa valoración al alcance de su labor científica en nuestro país, consignó en sesión especial (1980), su homenaje de admiración y gratitud.

En lo que atañe a la labor investigativa del Dr. Thomas van der Hammen, ésta también tiene proyecciones internacionales. Dada la magnitud de su obra, en razón de la brevedad, sólo podemos sintetizar lo más relievante de su labor investigativa. Desde el alborear de su carrera, como quedó señalado anteriormente, las páginas del Cuaternario se enriquecieron con sus altísimas contribuciones. Su paciente labor a lo largo y ancho de nuestro territorio durante más de 6 lustros, se traduce en prolífica bibliografía que incluyendo artículos y libros, alcanza un total de 125 publicaciones, que le merecen hoy el más alto lugar en los estudios del medio ambiente, clima y vegetación del Pleistoceno de Colombia. Es tal la magnitud de su obra, que por temor a omitir su alcance, hemos preferido incluir en esta revista, una bibliografía que enumera sus investigaciones publicadas sin mencionar las que se encuentran en preparación para imprenta y que contienen sus últimos aportes al Cuaternario.

En la actualidad, coordina el proyecto de estudios de los ecosistemas tropandinos (ECOANDES) con el apoyo financiero de la Fundación WOTRO en colaboración con el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Ciencias Naturales-Museo de Historia Natural, Departamento de Biología de la Universidad Nacional e INGEOMINAS.

Todo este conjunto de realizaciones científicas, le han merecido puesto destacado al Dr. van der Hammen en la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, en la Sociedad Antropológica de Colombia, en las comisiones internacionales sobre el cuaternario, ocupando también cargos como el de presidente del "Círculo Palinológico" de la Real Sociedad Neerlandesa de Geología y Minería (1968), Miembro de la Real Academia de Ciencias de los países bajos. Miembro de la Real Academia Danesa de Ciencias y Secretario de la comisión INQUA de Holanda. En el año 1970, el gobierno de Colombia, en atención a sus méritos, le otorgó la orden de San Carlos, y la Real Sociedad de Geología y Mineralogía de los países bajos le otorgó la medalla "Waterchoot - Van der Grachtpeeming" (1974).

Todos estos títulos, apenas enunciados y otros más a los que no nos hemos referido, nos permiten decir para terminar estas palabras, que el Dr. Thomas van der Hammen ocupa y seguirá ocupando merecido puesto de Honor en la Historia científica de Colombia.

Gonzalo Correal Urrego

PUBLICATIES T. VAN DER HAMMEN

- 1 Hammen, T. van der, 1949. De Allerod-oscillatie in Nederland. Pollenanalytisch onderzoek van een laatglaciale meerafzetting in Drente. I and II. Proc.Kon.Ned.Akad.Wet., LII (1,2): 69-176.
- 2 Nelson, H.W. & T. van der Hammen, 1950. Een kwartair-geologisch onderzoek van het SW-deel van Noord-Brabant. Geol. Mijnb., 12 (8,9): 241-251, 272-276.
- 3 Burck, H.D.M. & T. van der Hammen, 1950. De dekzanden en zandruigen van Twente (een voorlopige mededeling). Geol. Mijnb., 12 (10): 291-293.
- 4 Hammen, T. van der, 1951. De Allerod-oscillatie en de laatglaciale vegetatie-ontwikkeling in Nederland. Ned.Kruid. Arch., 58: 16-17.
- 5 Hammen, T. van der, 1951. Late-glacial flora and periglacial phenomena in the Netherlands. Diss. Leiden. Leidse Geol. Meded., XVII (1953): 71-183.
- 6 Hammen, T. van der, 1951. A contribution to the palaeobotany of the Tighian. Geol. Mijnb., 13(7): 242-250.
- 7 Hammen, T. van der, 1951. Vegetatie en stratigrafie van het Laat-glaciaal en het Pleni-glaciaal. Geol.Mijnb. 13(9): 308-310.
- 8 Hammen, T. van der & G.C. Maarleveld, 1952. Genesis and dating of the Periglacial deposits at the eastern fringe of the Veluwe. Geol.Mijnb., N.S., 14(2): 47-54.
- 9 Hammen, T. van der, 1952. Dating and correlation of Periglacial deposits in Middle and Western Europe. Geol.Mijnb., N.S., 14(9): 328-336.
- 10 Hammen, T. van der, 1953. Die spätglaziale Vegetationsentwicklung in den Niederlanden. Proc. 7th Int. Bot. Congr., Stockholm, 1950: 1 p.
- 11 Huertas G., G. & T. van der Hammen, 1953. Un posible banana (Musa) fósil del Cretaceo de Colombia. Rev.Acad.Colomb. Cienc. Exact.Fis.Nat., IX (33,34): 115-116.
- 12 Hammen, T. van der, 1953. Informe preliminar sobre los yacimientos de Carbón de Quinchía-Río Sucio. (Depto. de Caldas). Bolet.Geol., I (8,9,10): 1-12.
- 13 Hammen, T. van der, 1954. La geología y los recursos del río Apaporis entre Soratama y Cachivera La Playa (Amazonas-Vaupés). Territ. nac., IV(10,11,12): 3 p.
- 14 Hammen, T. van der, 1954. El desarrollo de la flora colombiana en los períodos geológicos. I: Maestrichtiano hasta Terciario más inferior. (Una investigación Palinológica de la formación de Guaduas y equivalentes). Bol.Geol., II(1): 49-106.
- 15 Hammen, T. van der, 1954. Principios para la nomenclatura palinológica sistemática. Bol.Geol., II(2): 21 p.
- 16 Hammen, T. van der & H.W. Nelson, 1955. The caves of Cunday (Colombia, South América). Leidse Geol.Meded., 20: 89-99.
- 17a Hammen, T. van der, 1956. Description of some genera and species of fossil pollen and spores. Bol.Geol., IV (2,3): 111-117.
- 17b Hammen, T. van der, 1956. Descripción de algunos géneros y especies de polen y esporas fósiles. Bol.Geol., IV (2,3): 103-109.
- 18a Hammen, T. van der, 1956. A palynological systematic nomenclature. Bol.Geol., IV(2,3): 63-101.
- 18b Hammen, T. van der, 1956. Nomenclatura palinológica sistemática. Bol.Geol., IV(2,3): 23-62.
- 19 Hammen T. van der, 1957. The stratigraphy of the Late-Glacial Geol.Mijnb., N.S., 19(7): 250-254.
- 20 Hammen, T. van der, 1957. The age of the Usselo culture. Geol.Mijnb., N.S., 19(10): 396-397.
- 21 Hammen, T. van der, 1957. A new interpretation of the Pleiglacial stratigraphical sequence in Middle and Western Europe. Geol.Mijnb., N.S., 19(12): 493-498.
- 22 Hammen, T. van der, 1957. Climatic periodicity and evolution of South American Maestrichtian and Tertiary floras. Bol. Geol., V(2): 49-91.
- 23 Hammen, T. van der, 1957. Estratigrafía palinológica de la Sabana de Bogotá. Bol.Geol., V(2): 187-203.
- 24 Hammen, T. van der, 1957. Las terrazas del río Magdalena y la posición estratigráfica de los hallazgos de Garzón. Rev. Colomb. Antropol., VI: 261-270.
- 25 Hammen, T. van der & A. Parada, 1958. Investigación de algunos importantes Yacimientos de Diatomita, Caolín y Arcillas de la Sabana de Bogotá. Bol. de Geol., (2): 5-25.
- 26 Maarleveld, G.C. & T. van der Hammen, 1959. The correlation between Upper Pleistocene pluvial and glacial stages. Geol. Mijnb., N.S., 21(2): 40-45.
- 27 Hammen, T. van der, 1959. Creación y evolución. Rev. Javeriana, LII (256): 21-29.
- 28 Kraus, E. & T. van der Hammen, 1960. Las expediciones de glaciología del A.G.I. a las sierras nevadas de Santa Marta y del Cocuy. Instituto Geográfico "Agustín Codazzi": 7 p.
- 29 Paba Silva, F. & T. van der Hammen, 1960. Sobre la geología de la parte sur de la Macarena. Bol.Geol., (1958), VI(1-3): 7-30.
- 30 Hammen, T. van der, 1960. Estratigrafía del Terciario y Maestrichtiano continentales y tectogénesis de los Andes Colombianos. Bol.Geol., (1958), VI(1-3): 67-128.
- 31 Hammen, T. van der & E. González, 1960. Upper Pleistocene and Holocene climate and vegetation of the "Sabana de Bogotá" (Colombia, South America). Leidse Geol.Meded., 25: 261-315.
- 32 Hammen, T. van der & E. González, 1960. Holocene and Late Glacial climate and vegetation of Páramo de Palacio (Eastern Cordillera, Colombia, South America). Geol.Mijnb., 39 (12): 737-746.
- 33 Hammen, T. van der, 1961. De Quartair-geologische geschiedenis van Oost-Twente. In: Geologie van Twente. Ned.Geol. Ver: 22p.
- 34 Hammen, T. van der, 1961. Late Cretaceous and Tertiary stratigraphy and tectogénesis of the Colombian Andes. Geol. Mijnb., 40(5): 181-188.
- 35 Hammen, T. van der, T.A. Wijnstra & P. Leidelmeyer, 1961. Paleocene sediments in British Guiana and Surinam. Geol. Mijnb., 40(6): 231-232.
- 36 Hammen, T. van der, 1961. First results of pollen analysis in British Guiana. Proc.Vth.Int. Guiana Geol.Conf., Georgetown, 1959. Publ. Georgetown Geol. Survey Dept.: 229-231.
- 37 Hammen, T. van der, 1961. Upper Cretaceous and Tertiary climatic periodicities and their causes. Ann.New York Acad. Sci., 95 (art.1): 440-448.
- 38 Hammen, T. van der, 1961. The Quaternary climatic changes of Northern South America. Ann.New York Acad. Sci., 95 (art. 1): 676-683.
- 39 Hammen, T. van der, 1961. Deposition reciente de polen atmosférico en la Sabana de Bogotá y alrededores. Bol.Geol. (1959), VII(1-3): 183-194.
- 40 Hammen, T. van der, 1962. Palinología de la región de "Laguna de los Bobos". Historia de su clima, vegetación y agricultura durante los últimos 5000 años. Rev.Acad.Colomb. Cienc.Exact.Fis.Nat., XI(44): 359-361.
- 41 Hammen, T. van der, 1963. A palynological study on the Quaternary of British Guiana. Leidse Geol. Meded., 29: 125-180.

- 42 Hammen, T. van der & E. González, 1964. A pollen diagram from the Quaternary of the Sabana de Bogotá (Colombia) and its significance for the geology of the Northern Andes. *Geol. Mijnb.*, 43(3): 113-117.
- 43 Hammen, T. van der, 1963. Problems of Quaternary botany in the tropics (with special reference to South America). *Ber. geobot. inst. ETH., Stifg. Rübel, Zürich*, 34: 62.
- 44 Wijnstra, T.A. & T. van der Hammen, 1964. Palynological data on the age of the bauxite in British Guiana and Surinam. *Geol.Mijnb.*, 43(3): 143.
- 45 Hammen, T. van der, T.A. Wijnstra & W.H. van der Molen, 1965. Palynological study of a very thick peat section in Greece and the Würm-glacial vegetation in the Mediterranean region. *Geol. Mijnb.*, 44(1): 37-39.
- 46 Hammen, T. van der, 1964. Paläoklima, Stratigraphie und Evolution. *Geologische Rundschau*, 54: 428-441.
- 47 Hammen, T. van der, 1965. De Klokkenberg bij Denekamp (Een geologisch-palynologisch onderzoek van een Twentse es). *Tijds. Kon.Ned.Aardr.Gen.*, 82(2): 123-135.
- 48 Hammen, T. van der & T.A. Wijnstra, 1964. A palynological study on the Tertiary and Upper Cretaceous of British Guiana. *Leidse Geol.Meded.*, 30: 183-241.
- 49 Hammen, T. van der & E. González, 1963. Historia de clima y vegetación del Pleistoceno Superior y del Holoceno de la Sabana de Bogotá. *Bol.Geol.*, XI(1-3): 189-266.
- 50 Hammen, T. van der & C. García de Mutis, 1965. The Paleocene pollen flora of Colombia. *Leidse Geol.Meded.*, (1966), 35: 105-116.
- 51 González, E., T. van der Hammen & R.F. Flint, 1965. Late Quaternary glacial and vegetational sequence in Valle de Lagunillas, Sierra Nevada del Cocuy, Colombia. *Leidse Geol. Meded.*, 32: 157-182.
- 52 Boer, N.P. de, T. van der Hammen & T.A. Wijnstra, 1965. A palynological study on the age of some borehole samples from the Amazonas Delta area, NW Brasil. *Geol. Mijnb.*, 44(7): 254-258.
- 53 Hammen, T. van der & E. González, 1965. A pollen diagram from "Laguna de la Herrera" (Sabana de Bogotá). *Leidse Geol.Meded.*, 32: 183-191.
- 54 Hammen, T. van der & E. González, 1965. A Late-glacial and Holocene pollen diagram from Ciénaga del Visitador (Dept. Boyacá, Colombia). *Leidse Geol.Meded.*, 32: 193-201.
- 55 Hammen, T. van der, 1965. The age of the Mondoñedo formation and the Mastodon fauna of Mosquera (Sabana de Bogotá). *Geol.Mijnb.*, 44(11): 384-390.
- 56 Hammen, T. van der & J.C. Vogel, 1966. The Susacá-interstadial and the subdivision of the Late-Glacial. *Geol.Mijnb.*, 45(2): 33-35.
- 57 Hammen, T. van der, 1966. The Pliocene and Quaternary of the Sabana de Bogotá (The Tilatá- and Sabana Formations). *Geol.Mijnb.*, 45(4): 102-109.
- 58 Wijnstra, T.A. & T. van der Hammen, 1966. Palynological data on the history of tropical savannas in Northern South America. *Leidse Geol.Meded.*, 38: 71-90.
- 59 Hammen, T. van der, G.C. Maarleveld, J.C. Vogel & W.H. Zagwijn, 1967. Stratigraphy, climatic succession and radiocarbon dating of the Last Glacial in the Netherlands. *Geol. Mijnb.*, 46(3): 79-95.
- 60 Vogel, J.C. & T. van der Hammen, 1967. The Denekamp and Paudorf interstadials. *Geol.Mijnb.*, 46(5): 188-194.
- 61 Hammen, T. van der, 1966. De palynologie van het Guiana-Bekken. *Tijds.Kon.Ned.Aardr.Gen.*, 83(2): 128-138.
- 62 Hammen, T. van der & D. Burger 1966. Pollen flora and age of the Takutu Formation (Guyana). *Leidse Geol.Meded.*, 38: 173-180.
- 63 Hammen, T. van der, 1967. *Palinología Neotrópica; Proeve van een tijdruimtelijk beeld van vegetatie en milieu in Noord-westelijk Zuid-Amerika*. Openbare les. Leiden, Brill: 27 p.
- 64 Hammen, T. van der, 1965. In *Memorian Prof.Dr.F. Florschütz. Pollen et Spores*, VII (3): 405-408.
- 65 Comments by T. van der Hammen on Environment and Archeology by K.W. Butzer. *Current Anthropology*, (1966), 7(4): 504.
- 66 Gijzel, P. van, T. van der Hammen & T.A. Wijnstra, 1967. Long-distance correlation of Pleistocene deposits in South America, Spain and the Netherlands. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 3: 65-71.
- 67 Hammen, T. van der, 1968. Climatic and vegetational succession in the Equatorial Andes of Colombia. *Collog. Geogr.*, Bd. 9: 187-194.
- 68 Hammen, T. van der, 1969. Enige voorbeelden van palynologisch onderzoek. *Vakblad voor Biologen*, 49(6): 95-101.
- 69 Hammen, T. van der, 1969. Introduction and short outline of the history of the "younger" areas of the Guianes. *Verh. Kon.Ned.Geol.Mijnb.Gen.*, 27: 9-12.
- 70 Correal, G., T. van der Hammen & J.C. Lerman, 1966-1969. *Artefactos líticos de Abrigos Rocosos en El Abra, Colombia*. Informe preliminar. *Revista Colomb. Antropol.*, XIV: 12-46.
- 71 Hammen, T. van der & G.C. Maarleveld, 1970. De bodemgeschiedenis van Salland en Twente. In: *Geschiedenis van Overijssel*. Deventer, Kluwer, 11-29.
- 72 Hammen, T. van der, T.A. Wijnstra & W.H. Zagwijn, 1971. The floral record of the Late Cenozoic of Europe. In: K.K. Turekian (ed). *The Late Cenozoic Glacial Ages*. New Haven & London, Yale University Press: 391-424.
- 73 Hammen, T. van der, 1970. Quaternary history and early man in Colombia. *Netherlands Foundation for the Advancement of Tropical Research. Report for the year 1970*: 32-34.
- 74 Wijnstra, T.A., A. Smit, T. van der Hammen & B. van Geel, 1971. Vegetational succession, fungal spores and short-term cycles in pollen diagrams from the Wietmarscher Moor. *Acta Bot. Neerl.*, 20(4): 401-410.
- 75 Hammen, T. van der & T.A. Wijnstra (eds), 1971. *The Upper Quaternary of the Dinkel valley (Twente, Eastern, Overijssel, The Netherlands)*. *Meded.Rijks Geol.Dienst, N.S.22*: 55-214.
- 75 Hammen, T. van der, 1971. The Upper Quaternary stratigraphy of the Dinkel valley (with an annotated list of radiocarbon dates). *Meded. Rijks Geol.Dients, N.S. 22*: 59-72.
- 76 Hammen T. van der, 1971. The geological outline of the northern Dinkel valley. *Meded.Rijks Geol Dienst, N.S. 22*: 73-76.
- 77 Hammen, T. van der, 1971. The Early Glacial pollen diagrams and the Eemian. *Meded.Rijks Geol. Dienst, N.S. 22*: 77-79.
- 78 Hammen, T. van der, 1971. The Denekamp, Hengelo and Moershoofd Interstadials. *Meded.Rijks Geol.Dienst, N.S. 22*: 81-85.
- 79 Hammen, T. van der & J.A. Bakker, 1971. Former vegetation, landscape and man in the Dinkel valley. *Meded.Rijks Geol. Dienst, N.S. 22*: 147-158.
- 80 Wijnstra, T.A. & T. van der Hammen, 1971. Outlines of the Upper Quaternary history of the Dinkel valley (a summary of results and final conclusions). *Meded.Rijks Geol.Dienst, N.S. 22*: 201-205.
- 81 Hammen, T. van der & T.A. Wijnstra, 1971. Some remarks on conservation and management of nature in the Dinkel valley. *Meded. Rijks Geol.Dienst, N.S. 22*: 207-210.
- 82 Hurt, W.R., T. van der Hammen & G. Correal Urrego, 1972. Pre-ceramic sequences in the El Abra rock-shelters, Colombia. *Science*, 175(4026): 1106-1108.

- 83 Hammen, T. van der, 1970. Ensayo de un esquema en tiempo y espacio de la vegetación y el medio ambiente en el noroeste de Suramérica. *Rev. Acad. Colomb. Cienc. Exact. Fis. Nat.*, XIII (52): 473-479.
- 84 Hammen T. van der, 1972. Historia de la vegetación y el medio ambiente del norte Sudamericano. *Memorias de Simposio del I Congreso Latinoamericano y V Mexicano de Botánica. Soc. Bot. Mex.*: 119-134.
- 85 Hammen, T. van der, 1972. Changes in vegetation and climate in the Amazon basin and surrounding areas during the Pleistocene. *Geol. Mijnb.*, 51(6): 641-643.
- 86 Hammen, T. van der, 1973. The Quaternary of Colombia: introduction to a research project and a series of publications. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 14: 1-7. (The Quaternary of Colombia, vol. 1).
- 87 Geel, B. van & T. van der Hammen, 1973. Upper Quaternary vegetational and climatic sequence of the Fúquene área (Eastern Cordillera, Colombia). *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 14: 9-92. (The Quaternary of Colombia, vol. 1).
- 88 Hammen, T. van der, J.H. Werner & H. van Dommelen, 1973. Palynological record of the upheaval of the Northern Andes: a study of the Pliocene and Lower Quaternary of the Colombian Eastern Cordillera and the early evolution of its High-Andean biota. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 16: 1-122. (The Quaternary of Colombia, vol. 2).
- 89 Hammen, T. van der, 1974. The Pleistocene changes of vegetation and climate in tropical South America. *Journal of Biogeography*, 1: 3-26.
- 90 Hammen, T. van der, 1974. The interpretation and correlation of pollen diagrams from temperate Europe to tropical South America. *Colloques Internat. du C.N.R.S.*, (219): 79-83.
- 91 Hammen, T. van der, 1974. The last glacial sequence on both sides of the Atlantic. In: *Proc. Int. Conf. "Mapping the atmospheric and ocean-circulations and other climatic parameters of the time of the last glacial maximum about 17,000 years ago"*. Norwich, May 1973. *Clim. Res. Unit. Res. Publ.*, 2: 56-57.
- 92 Hammen, T. van der, 1974. In memoriam Prof. Dr. I.M. van der Vliet. *Geol. Mijnb.*, 53(6): 241-243.
- 93 Hammen, T. van der & T.A. Wijnstra, 1974. The last interglacial-glacial cycle: State of affairs of correlation between data obtained from the land and from the ocean. *Geol. Mijnb.*, 53 (6): 386-392.
- 94 Absy, M.L. & T. van der Hammen, 1976. Some palaeoecological data from Rondonia, southern part of the Amazon Basin. *Acta Amazónica*, 6(3): 293-299.
- 95 Hurt, W.R., T. van der Hammen & G. Correal Urrego, 1976. La ecología y tecnología de los abrigos rocosos en El Abra, Sabana de Bogotá, Colombia. *Bol. Soc. Geogr. Col.*, XXX (109): 1-21.
- 96 Hurt, W.R., T. van der Hammen & G. Correal Urrego, 1976. The El Abra rockshelters, Sabana de Bogotá, Colombia, South America. *Indiana University Museum, Occasional Papers and Monographs*, 2: 1-56. (The Quaternary of Colombia, special vol. II).
- 97 Correal Urrego, G. & T. van der Hammen, 1977. Investigaciones arqueológicas en los abrigos rocosos del Tequendama; 12.000 años de historia del hombre y su medio ambiente en la altiplanicie de Bogotá. *Archeological investigations in the Tequendama rock shelters; 12,000 years of history of man and his environment on the high plain of Bogotá. Biblioteca del Banco Popular, Premios de Arqueología*, 1: 194 p. (The Quaternary of Colombia, special vol. I).
- 98 Geel, B. van & T. van der Hammen, 1978. Zygnemataceae in Quaternary Colombian sediments. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 25: 377-392. (The Quaternary of Colombia, vol. 5).
- 99 Hammen, T. van der & A.M. Cleef, 1978. Pollen morphology of *Lysipomia* H.B.K. and *Rhizocephalum* Wedd. (Campanulaceae) an the revision of the pollen determination. "Valeriana Stenophylla" Killip. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 25: 367-376. (The Quaternary of Colombia, vol. 5).
- 100 Hammen, T. van der, 1978. Stratigraphy and environments of the Upper Quaternary of the El Abra corridor and rock shelters (Colombia). *Palaeogeogr. Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 25: 11-162. (The Quaternary of Colombia, vol. 6).
- 101 Hammen, T. van der & C. Correal Urrego, 1978. Prehistoric man on the Sabana de Bogotá: data for an ecological prehistory. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 25: 179-190. (The Quaternary of Colombia, vol. 6).
- 102 D.A. Livingstone & T. van der Hammen, 1979. Palaeogeography and palaeoclimatology. In: *Tropical forest ecosystems: a state-of-knowledge report prepared by Unesco/Unep: FaO. Paris, Unesco*: 61-90.
- 103 Peterson, G.M., T. Webb III, J.E. Kutzbach, T. van der Hammen, T.A. Wijnstra & F.A. Street, 1979. The continental record of environmental conditions at 18,000 yr B.P.: an initial evaluation. *Quaternary research*, 12: 47-82.
- 104 Hammen, T. van der, 1979. Changes in life conditions on earth during the past one million years. *A.J.C. Jacobsen Memorial Lecture. Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab Biologiske Skrifter*, 22(6): 1-32.
- 105 Hammen, T. van der, 1979. Historia y tolerancia de ecosistemas parameros. In: M.L. Salgado-Labouriau (ed). *El medio ambiente páramo. Actas del seminario de Mérida, Venezuela, 5 a 12 de Noviembre de 1978. Caracas, Ediciones Centro de Estudios Avanzados*, 55-66.
- 106 Hammen, T. van der, 1979. History of flora, vegetation and climate in the Colombian Cordillera Oriental during the last five million years. In: Kai Larsen & Lauritz B. Holm-Nielsen (eds). *Tropical botany. London, Academic Press*: 25-32. NO REPRINTS AVAILABLE.
- 107 Hammen, T. van der, 1978. Historia y tolerancia de ecosistemas paramunos. In: *Resúmenes de las ponencias presentadas durante el Seminario Internacional sobre Medio Ambiente Páramo, 5 a 12 de Noviembre de 1978, Mérida, Venezuela*: 7-8. NO REPRINTS AVAILABLE.
- 108 Hammen, T. van der, J. Barelds, H. de Jong & A.A. de Veer, 1980/1981. Glacial sequence and environmental history in the Sierra Nevada del Cocuy (Colombia). *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 32: 247-340. (The Quaternary of Colombia, vol. 8).
- 109 Hammen, T. van der, H. Dueñas & J.C. Shouret, 1980. Guía de excursión - Sabana de Bogotá. Primer seminario sobre el Cuaternario de Colombia. Bogotá: 49 pp. NO REPRINTS AVAILABLE.
- 110 Hammen, T. van der, 1980. Glaciales y glaciaciones en el Cuaternario de Colombia: paleoecología y estratigrafía. *Resúmenes Primer Seminario sobre El Cuaternario de Colombia. Bogotá*: 44-45. NO REPRINTS AVAILABLE.
- 111 Hammen, T. van der, 1979. Historia de la flora y la vegetación en la región montana alta de Colombia. *Actas del IV simposium internacional de ecología tropical, 1977, tomo 1*: 379-391. Panamá. NO REPRINTS AVAILABLE.
- 112 Hammen, T. van der, 1982; Palaeoecology of tropical South America In: G.T. Prance (ed). *Biological diversification in the tropics. Columbia Univ. Press*: 60-66. NO REPRINTS AVAILABLE.
- 113 Hammen, T. van der & J.C. Thouret, 1980. Una secuencia holocénica y tardiglaciara en la Cordillera Central de Colombia. *Resúmenes Primer Seminario sobre el Cuaternario de Colombia. Bogotá*: 8-10. NO REPRINTS AVAILABLE.
- 114 Hammen, T. van der, 1981. The Pleistocene changes of vegetation and climate in the Northern Andes. In: S. Hastenrath, The glaciation of the Ecuadorian Andes, Appendix IV. *Rotterdam, Balkema*: 125-145. (Rev. ed. of 89) NO REPRINTS AVAILABLE.

- 115 Hammen, T. van der, 1981. Environmental changes in the Northern Andes and the extinction of Mastodon. *Geologie en Mijnb.*, 60(3): 369-372.
- 116 Hammen, T. van der, 1981. El análisis de polen. Apéndice No. 2. In: Marianne Cardale de Schrimppff, Las Salinas de Zipaquirá, su explotación indígena. *Fund. Invest. Arqueol. Nación.*, Banco de la República, Bogotá: 253-255. NO REPRINTS AVAILABLE.
- 117 Hammen, T. van der, 1981. Glaciales y glaciaciones en el Cuaternario de Colombia: Paleocología y Estratigrafía. *Revista CIAF*, 6(1-3): 635-638. Bogotá, Colombia.
- 118 Thouret, J.C. & T. van der Hammen, 1981. Una secuencia holocénica y tardiglacial en la Cordillera Central de Colombia. Aspectos geomorfológicos, pedológicos, palinológicos y paleo-ecológicos en el área del Parque Nacional de los Nevados (Tolima, Risaralda). *Revista CIAF*, 6(1-3): 609-634. Bogotá, Colombia. NO REPRINTS AVAILABLE.
- 119 Hammen, T. van der, 1982. Datos para la historia de la flora andina (Data for the history of the andean flora). Programa y resúmenes Cuarta Reunion Nacional de Botánica, Santiago, 7-10 de Septiembre 1982, Antumapu. Universidad de Chile: 168. NO REPRINTS AVAILABLE.

# UNA NUEVA CYPERACEAE DE LA SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA (Colombia) Y CONSIDERACIONES FITOGEOGRAFICAS Y SINECOLOGICAS SOBRE CAREX L.

Por LUIS EDUARDO MORA-OSEJO\*

y

ORLANDO RANGEL CH.\*\*

Dentro del proyecto de investigación Ecología y Paleoecología de la Sierra Nevada de Santa Marta (1977), se realizaron dos trasectos altitudinales en el filo Buriticá, entre 500 y 3.300 m y en el filo Alto Río Frío, entre 3.300 y 4.100 m respectivamente. El procesamiento de la información recogida ha permitido caracterizar, de manera preliminar, los tipos de vegetación existentes y obtener una lista comentada del material herborizado. Algunas de las especies coleccionadas han resultado nuevas para la ciencia, mientras que el registro de otras constituye aporte significativo para el conocimiento de las interrelaciones fitogeográficas de las altas montañas neotropicales. Entre las nuevas especies coleccionadas, figura una interesante ciperacea que se describe en este artículo.

*Carex sanctae-marthae* Mora et Rangel sp. nov.,  
Fig. No. 1

Planta caespitosa. Culmis in anthesi 1,5-2 cm altis, in fructu 2,2 cm altis, subtrigonis, leviter sulcatis, erectis, 1-breacteatis, bractea 5 mm longa, evaginata, aristata, rudimento floris foemineis praedita. Foliis 2-4 cm longis 0.6 mm latis, rigidis, basi congestis, linearibus. Spica simplici, androgyna, interdum perfecte foeminea, apice mascula, ovata, 8-9 mm longa, 6 mm lata; glumis foemineis triangularis, longe attenuatis, inferioris apicem versus

longe attenuatis vel aristatis, infima 5 mm longa, ceterae 3-3,5 mm longis, 1-1,2 mm latis, persistentis; glumis masculis linear-triangularis, apicem versus longe attenuatis, 3-3,3 mm longis, 1 mm latis. Antheris linearis 0,5 mm longis. Stigmatibus 2, interdum 3. Perigyniis trigonis, ovatis vel oblongo-ellipticis, longe vel mediocre rostratis, cum rostro 3,2 mm, raro 3,5 mm longis, 1,5 mm latis, leviter bidentatis, breve stipitatis. Achaenio inmaturo oblongo-elliptico, maturo obovato, trigono, 2 mm longo, 1,26 mm lato, albido-aureo, laevigato.

TYPUS: Colombia. Depto. de Magdalena, Sierra Nevada de Santa Marta, "Alto Río Frío". Alt. 3650 m. Agosto 20 de 1977, Leg. Orlando Rangel y A. Cleef No. 1295 (Holotypus, COL 220879).

Esta nueva especie, pertenece al subgénero *Primocarex* Kükenthal, por presentar la inflorescencia reducida a una sola espiga andrógina, pero no es posible ubicarla en ninguna de las Secciones de este subgénero, admitidas como válidas por Kükenthal (1909, 68), en su monografía de las *Cariocoidae*. Con las especies de la Sección *Unciniaeformes* Kükenthal concuerda nuestra especie, por presentar espigas provistas de bracteas y por la tendencia a la variación en el número de ramificaciones del estigma (2-3). Difiere de las especies de esta Sección, entre otras, por las siguientes características: las glumas de *C. sanctae-marthae* son persistentes, las espículas de último orden carecen de rudimento de la raquilla, los utrículos permanecen erectos. Con las especies de la Sección *Circinatae* Meinshausen

\* Profesor Asociado. Departamento de Biología, Universidad Nacional. Apartado Aéreo 23227. Bogotá, D.E.

\*\* Instructor Asociado. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional. Apartado Aéreo 7495 Bogotá, D.E.

coincide en la presencia de glumas persistentes y espículas andróginas aunque con la tendencia a la unisexualidad en *C. santae-marthae*, y utrículos suberectos, a veces largamente rostrados de base atenuada. Por otro lado, difiere de las especies de esta Sección por la marcada predominancia, en cada espiga, de flores femeninas provistas de estigmas con dos ramificaciones. Con las especies de la Sección *Microcephalae* Th Holm coincide *C. santae-marthae*, en la presencia de glumas persistentes y espigas ovadas. Se diferencia por las inflorescencias unibracteadas, por el porte diminuto de las plantas, por la ausencia del rudimento de la raquilla de las espículas de último orden.

Desde luego, *Carex santae-marthae*, muestra afinidad con *Carex tachirensis* Steyermark, procedente del Páramo de Tamá (Venezuela), (3045-3470 m.) y del cual afirma Steyermark (1951, 69) que puede pertenecer, o a la Sección *Circinatae*, o a la Sección *Unciniaeformes*, según se establezca que las glumas sean tempranamente caducifolias o no. Steyermark (l. c) no pudo definir este dilema, aparentemente, por no disponer de material con espigas maduras, según se puede inferir de la descripción de *C. tachirensis*, en la cual no se mencionan aquenios maduros.

*Carex sanctae-marthae* difiere de *C. tachirensis* en las siguientes características: por el porte más reducido, la espiga terminal es ovada y no angostamente linear, los culmos son unibracteados y no bi-bracteados, las hojas son el doble de largo y no más cortas que los culmos, las glumas de las flores masculinas son linear-trianguulares, largamente atenuadas y no ovadas acuminadas, el utrículo es triángono y no 2-angulado, la mayoría de las flores femeninas llevan estigmas bifurcados.

Sin embargo, en razón de las coincidencias que muestran las dos especies del norte de Sudamérica en la posesión de caracteres significativos, se propone su agrupación en una nueva Sección de *Carex* L., Subg. *Primocarex* Kükenthal, la cual se describe a continuación:

*Parvulae* Mora et Rangel Sect. nov.

Plantas caespitosae parvulae. Folia linearia rígida. Culmi bracteati. Glumae foemineae persistentes. Stigmata 2-3. Utriculi longe rostrati. Rachilla secundaria nulla. Species típica: *Carex sanctae-marthae* Mora et Rangel.

#### CONSIDERACIONES FITOGEOGRAFICAS Y SINECOLOGICAS

Engler (1882: 255) reconoció que la flora de los páramos está conformada por especies en su mayoría endémicas, las cuales ocupan áreas restringidas. Con estas especies están asociadas otras, pertenecientes a géneros característicos de las regiones tropicales bajas y de las zonas templadas frías de ambos hemisferios. Esta circunstancia fue también reconocida por Engler (l.c) y ha sido confirmada

por autores más recientes, en particular, por Troll (1956: 22), quien ha hecho énfasis en la asimetría de la diferenciación de la vegetación del hemisferio Norte y del hemisferio Sur, respectivamente, tanto en sentido vertical como horizontal.

Dentro de este marco general de referencia, el género *Carex* L., merece mención especial, por tratarse de un elemento florístico templado en sentido amplio ("wide temperate element"), como ha sido definido por Cleef (1979: 179). Además, existen especies de *Carex* con áreas de dispersión bipolar, pertenecientes a distintos subgéneros, tales como las mencionadas por Raymond (1951: 7): *C. capitata* L., *C. microglochis* Wahl. (Subg. *Primocarex* Kükenthal), *C. lagopina* Wahl., *C. macloviana* D'Urv. (subg. *Vignea* Kükenthal), *C. magellanica* Lam., *C. marítima* Gunner (Subg. *Eucarex* Kükenthal).

El hallazgo de especies estrechamente relacionados del subgénero *Primocarex* Kükenthal, el más antiguo filogenéticamente de los subgéneros de *Carex* L., según lo establecido por Kükenthal (1909: 11), en los páramos de Colombia (*C. microglochis* y *C. sanctae-marthae*) y de Venezuela (*C. tachirensis*), permite establecer la continuidad del área de dispersión geográfica del subgénero *Primocarex* en el Continente Americano y muestra, de otra parte, la posibilidad de que hayan sido especies pertenecientes a este subgénero, procedentes del hemisferio Norte y del hemisferio Sur, las primeras del género en ocupar las áreas disponibles en los pisos altos de las cordilleras andinas en proceso de formación.

El hallazgo relativamente reciente de *C. microglochis* en la Cordillera Central de Colombia y en el Páramo del Angel en Ecuador, resulta particularmente interesante en la medida que atenúa la marcada disyunción entre la subárea holártica y las subáreas antártica y subantártica de distribución de esta especie, y por otra parte, confirma la posibilidad de la dispersión de elementos florísticos procedentes de las regiones holárticas hacia el hemisferio Sur y, viceversa, desde las regiones antárticas y subantárticas hacia el hemisferio Norte, a través de la Cordillera andina. Desde luego, la presencia de *C. microglochis* en localidades aisladas, Páramos de Colombia y Ecuador, confirma también la modalidad insular del área de distribución geográfica de esta especie, que bien puede considerarse como una de las menos evolucionadas del género, no solamente en razón de la ya señalada modalidad de su área de dispersión, sino también dadas las características morfológicas de las espículas femeninas de último orden, en particular, la presencia de la raquilla excerta, y de ápice ligeramente encorvado, a manera de lo que ocurre en *Uncinia* Pers., como ha sido analizado, entre otros, por Mora (1966: 277).

La ausencia de raquilla en cada una de las espículas femeninas de último orden en *C. sanctae-marthae* y en *C. tachirensis*, a diferencia de lo que ocurre en otras especies de *Primocarex*, unida a otras caracte-

rísticas morfológicas ya señaladas, y a su posición geográfica, justifica, en concepto de los autores, considerar a la Sección *Parvulae*, como una de las evolutivamente más avanzadas del subg. *Primocarex* en Sudamérica. La progresión reductiva, en sentido de Buxbaum (1951: 42), que afecta la raquilla de las espículas de último orden y produce su rudimentación paulatina, encontraría en las especies de la Sección *Parvulae* su máxima expresión. Si, por otra parte, nos atenemos, al principio biogenético fundamental, según el cual ningún órgano aparece como rudimento, sino siempre con capacidad de funcionar y solamente como resultado de transformaciones ulteriores puede obliterar, tendremos que admitir que *C. sanctae-marthae* y *C. tachirensis* son especies evolutivamente avanzadas y, por consiguiente, más recientes que especies tales como *C. microglochin* y otras especies del subgénero *Primocarex*, propias de las regiones holárticas, antárticas y subantárticas, cuyas espículas femeninas de último orden presentan raquilla, así sea en forma rudimentaria.

*Carex sanctae-marthae* forma parte de asociaciones características de dos tipos de vegetación zonal (comunidades) de las fajas "Páramo Alto" y "Páramo Propiamente Dicho", propuestas por Rangel, Cleef et. al (1981) en el esquema de caracterización preliminar de las Zonas de Vida en la Sierra Nevada de Santa Marta. Sin embargo, los mayores valores registrados en abundancia y cobertura indican que *C. sanctae-marthae*, muestra preferencia por las comunidades pertenecientes a la segunda faja, es decir, al Páramo Propiamente Dicho. Tales comunidades son:

(A1) Pajonal de *Calamagrostis effusa* y *Lachemilla polylepis* (= *Lachemilla polylepis*-*Calamagrostietum* Prov.) con área de distribución entre 3.900 y 4.100 m. y,

(A2) Pajonal con *Calamagrostis effusa*-*Lupinus* sp. y *Agrostis toluensis* (= *Agrostis toluensis*-*Calamagrostietum effusa*), con área de distribución entre 3.500 y 3.800 m.

Las dos comunidades se establecen en laderas muy inclinadas y fisionómicamente predominan las macollas de gramíneas (70-80% de cobertura), acompañadas principalmente por arbustillos en la parte superior y por briófitos en la parte inferior.

Los suelos son marcadamente superficiales (entisoles) con gran cantidad de bloques graníticos en derredor, sobre los cuales se asientan comunidades epilíticas con *Racomitrium crispulum*, *Umbilicaria calvescens*, *Andreaea rupestris* y *Stereocaulon ramulosum* (véase Fig. 2). La composición florística con el valor de cobertura (%) para cada una de las especies características y acompañantes de las comunidades en donde se encuentra *Carex sanctae-marthae* se detalla en la Tabla 1.

En la Zona de Vida Paramuna (fajas de Superpáramo, Páramo Alto, Páramo Propiamente Dicho y Páramo Bajo) en Colombia, hasta ahora se han registrado especies de *Carex* asociadas con tipos de vegetación definidos especialmente para la Cordillera Oriental, (Cleef 1981; Vargas & Zuluaga, 1981). Las especies registradas son las siguientes: (los sintaxa marcados con una \* han sido recientemente descritos por Cleef, A.M.).

Taxon	Asociación o Comunidad	Alianza
<i>Carex acutata</i> Boot	<i>Carex acutata</i>	GALIO TRIANAE-GRATIOLON PERUVIANAE *
<i>Carex conferto-spicata</i> Boeckeler	Senecionetum nitidi * Cortaderio sericanthae-Arcytophyllum caracasani*  Senecionetum nitidi  Geranio confertae-Calamagrostietum ligulatae *	_____ _____  _____  CALAMAGROSTION LIGULATAE*
<i>Carex bonplandii</i> Kunth	<i>Sphagnum sancto-josephense</i> <i>Blechnum loxense</i> <i>Swalenochoa weberbaueri</i> <i>Blechnum loxense</i> <i>Hypericum goyanesii</i> - <i>Vaccinium floribundum</i>	_____ _____ _____ _____
<i>Carex fecunda</i> Steudel	Caricetum pichinchensis*  <i>Carex jamesonii</i>	GALIO TRIANAE-GRATIOLON PERUVIANAE. GALIO TRIANAE-GRATIOLON PERUVIANAE

Taxon	Asociación o Comunidad	Alianza
<i>Carex jamesonii</i> Boott	<i>Hypericum goyanesii</i> — <i>Vaccinium floribundum</i> Caricetum pichinchensis	GALIO TRIANAE— GRATIOLON PERUVIANAE
<i>Carex pichinchensis</i> HBK	Senecionetun andicola* Epilobio denticulatae-Typhetum latifoliae Rangel & Aguirre.	POLYONO PUNCTATAE SCIRPION CALIFORNICI Rangel & Aguirre
<i>Carex peucophila</i> Holm	Carici-peucophilae-Wernerietum crassae*  Calamagrostio-Espeletietum grandiflorae Vargas & Zuluaga. Prov.	WERNERION CRASSAE— PYGMAEAE*  ARCYTOPHYLLION NITIDI Vargas & Zuluaga Cleef
<i>Carex pygmaea</i> Boeckeler	Loricarietum complanatae*  Hyperico lanciodes— Plantagnetum rigidae*	GENTIANO ORITROPHION *
<i>Carex tristicha</i> Spruce ex Boott	Senecionetum vernicosi	_____

Para *Carex microglochin* Wahlenb. y *Carex tama-  
na* Steyermark, no se conocen con precisión las com-  
unidades típicas a las cuales pertenecen. En la Fi-  
gura 3, se detalla la distribución geográfica, con base  
en la información consignada en los exsicados de-  
positados en COL y en la literatura consultada.

Desde luego, el hallazgo de *Carex sanctae-mar-  
thae* refuerza la tesis sobre el marcado endemismo  
en la flora vascular de la Sierra Nevada de Santa

Marta (Wurdack, 1976), así como el de las regiones  
altas de Colombia, especialmente de las llamadas  
“islas” del Superpáramo (Cuatrecasas & Cleef,  
1978; Hammen van der, 1974).

Entre el material herborizado en el Alto Buriticá  
y en el Alto Río Frío en 1977 y 1978, figuran tam-  
bién como endémicas las siguientes especies, propias  
del Superpáramo, del Páramo Alto y del Páramo  
propriadamente dicho:

*Chaptalia anisobasis* Blake  
*Diplostephium anactinotum* Wedd.  
*Diplostephium saxatile* Cuatr.  
*Diplostephium weddelli* Blake.

*Aragoa kogiorum* Romero  
*Oligandra chrysocoma* Wedd.  
*Symplocos nivalis* Linden ex  
Brand  
*Senecio carrikeri* Cuatr.

*Satureja caerulescens* (Benth.)  
Epling.

*Chaptalia incana* Cuatr.  
*Lasiocephalus doroyphyllus* Cuatr.  
*Diplostephium inesianum* Cuatr.  
*Senecio subarachniodes* Sch. Bip.  
ex Wedd.

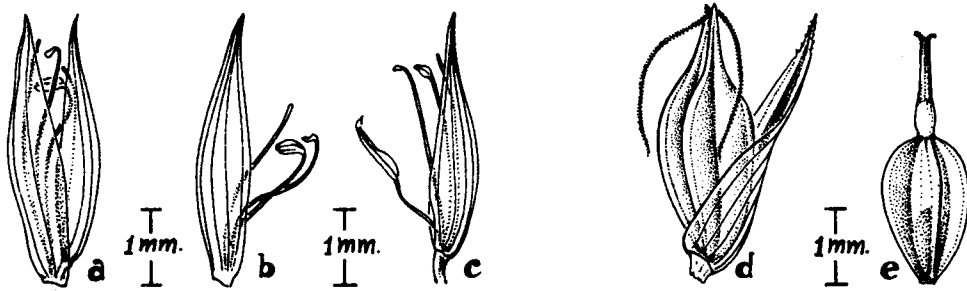
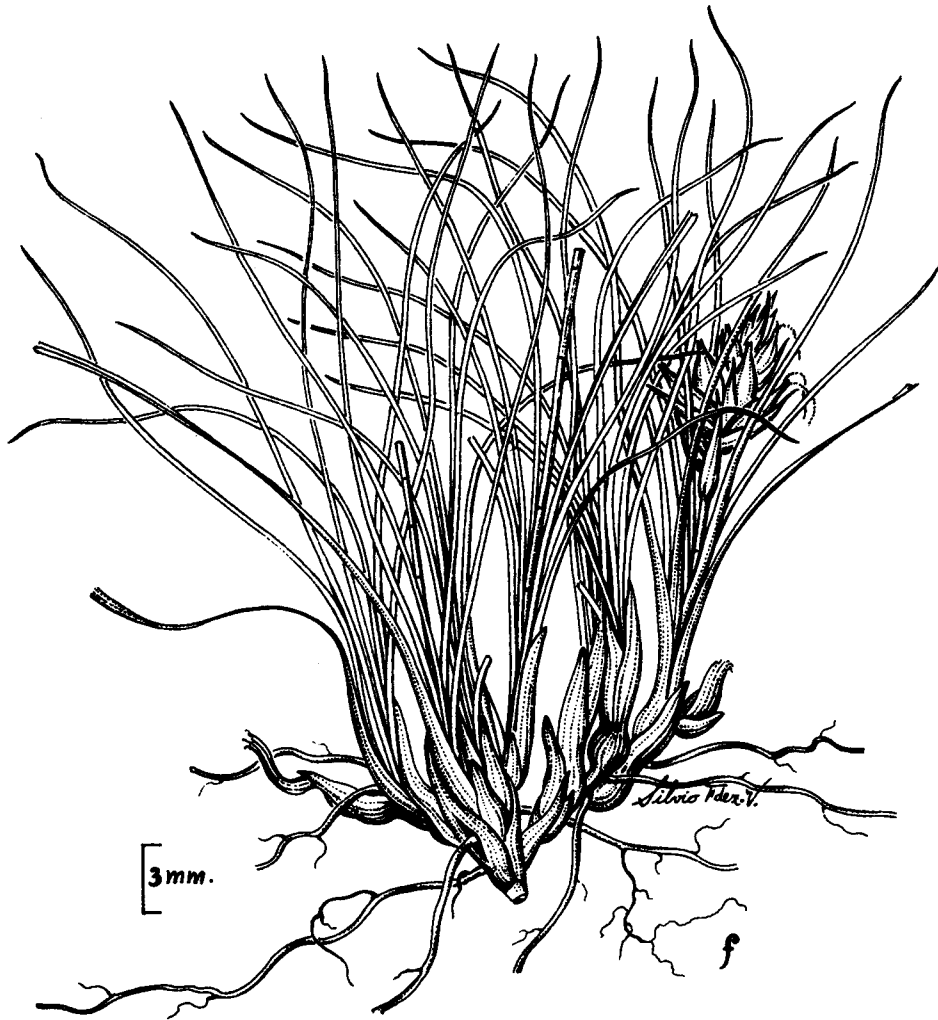
*Draba cheiranthoides* Hook f.  
*Draba sanctae marthae* O.E. Schulz

*Perissocoelum crinoideum* (Math.  
& Const.) Math. & Const.

*Hinterhubera nevadensis* Cuatr.

#### AGRADECIMIENTOS

Se expresan agradecimientos al Dr. Antoine M. Cleef (U), con quien el segundo autor, adelantó el trabajo de campo en 1977. A la señora Eugenia Rico de Brieva, quien elaboró dos de las ilustraciones y a Don Silvio Fernández Valencia, autor de las ilustraciones del nuevo taxon que se describe en este artículo.

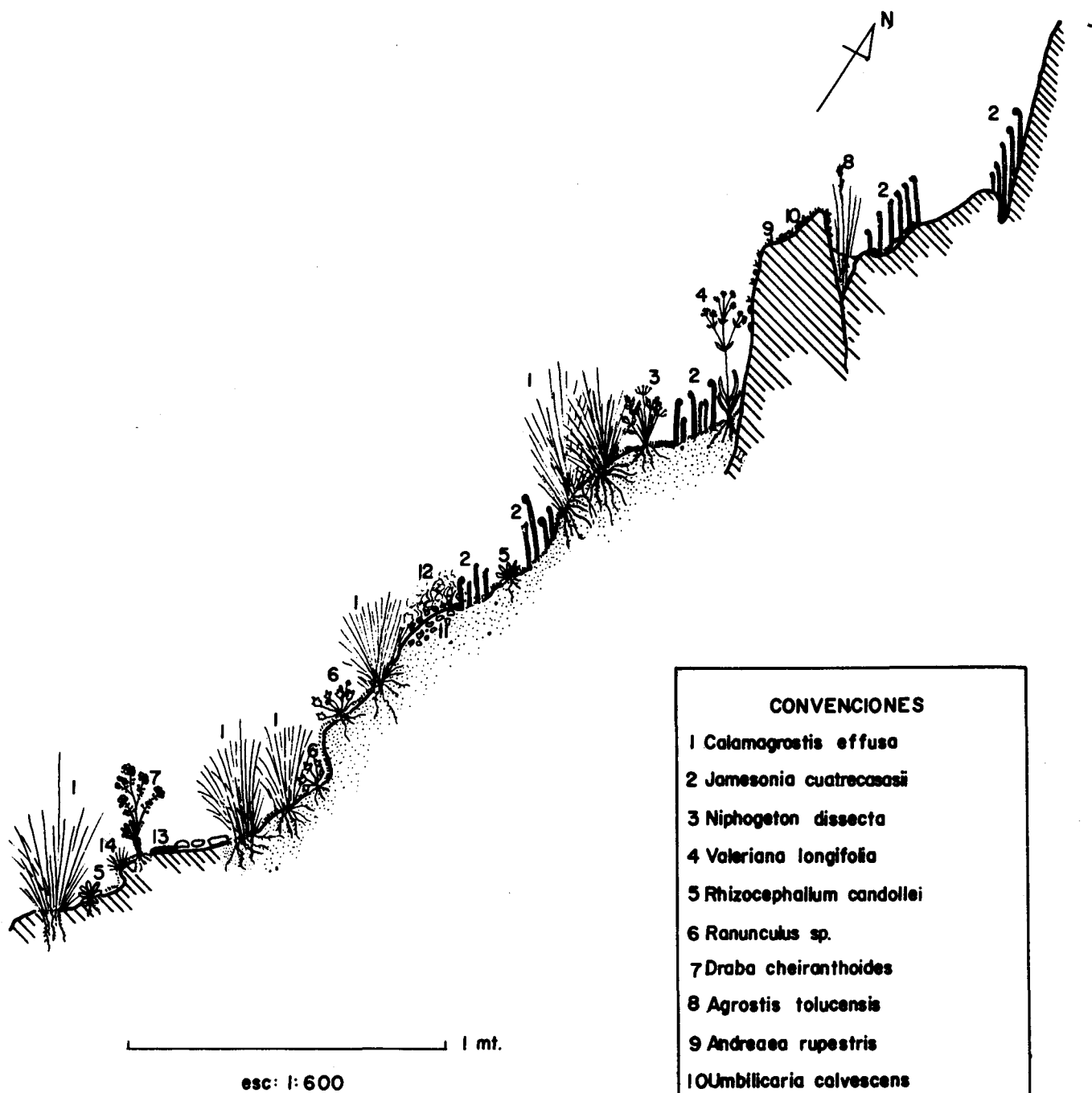


a, Región apical de la espiga; b y c, detalles de una flor masculina y su gluma respectiva; d, flor femenina, utrículo y gluma respectiva; e, aquenio; f, hábito de la planta.

Fig.2

PERFIL FISIONÓMICO DE UN TÍPICO PASTIZAL CON CALAMAGROSTIS EFFUSA

PARAMO ALTO A 3900 mts



CONVENCIONES

- 1 Calamagrostis effusa
- 2 Jamesonia cuatrecasasii
- 3 Niphogeton dissecta
- 4 Valeriana longifolia
- 5 Rhizocephalum candollei
- 6 Ranunculus sp.
- 7 Draba cheiranthoides
- 8 Agrostis toluensis
- 9 Andreaea rupestris
- 10 Umblicaria calvescens
- 11 Briofitos y Líquenes: (Pogonatum neglectum, Stephaniella sp, Melichoferia sp, Cladonia sp.
- 12 Hojarasca de Calamagrostis effusa
- 13 Racomitrium crispulum
- 14 Carex sanctae-marthae

Fig. 3

DISTRIBUCION DEL GENERO CAREX EN LAS FRANJAS: PARAMO ALTO Y PARAMO PROP. DICHO EN COLOMBIA

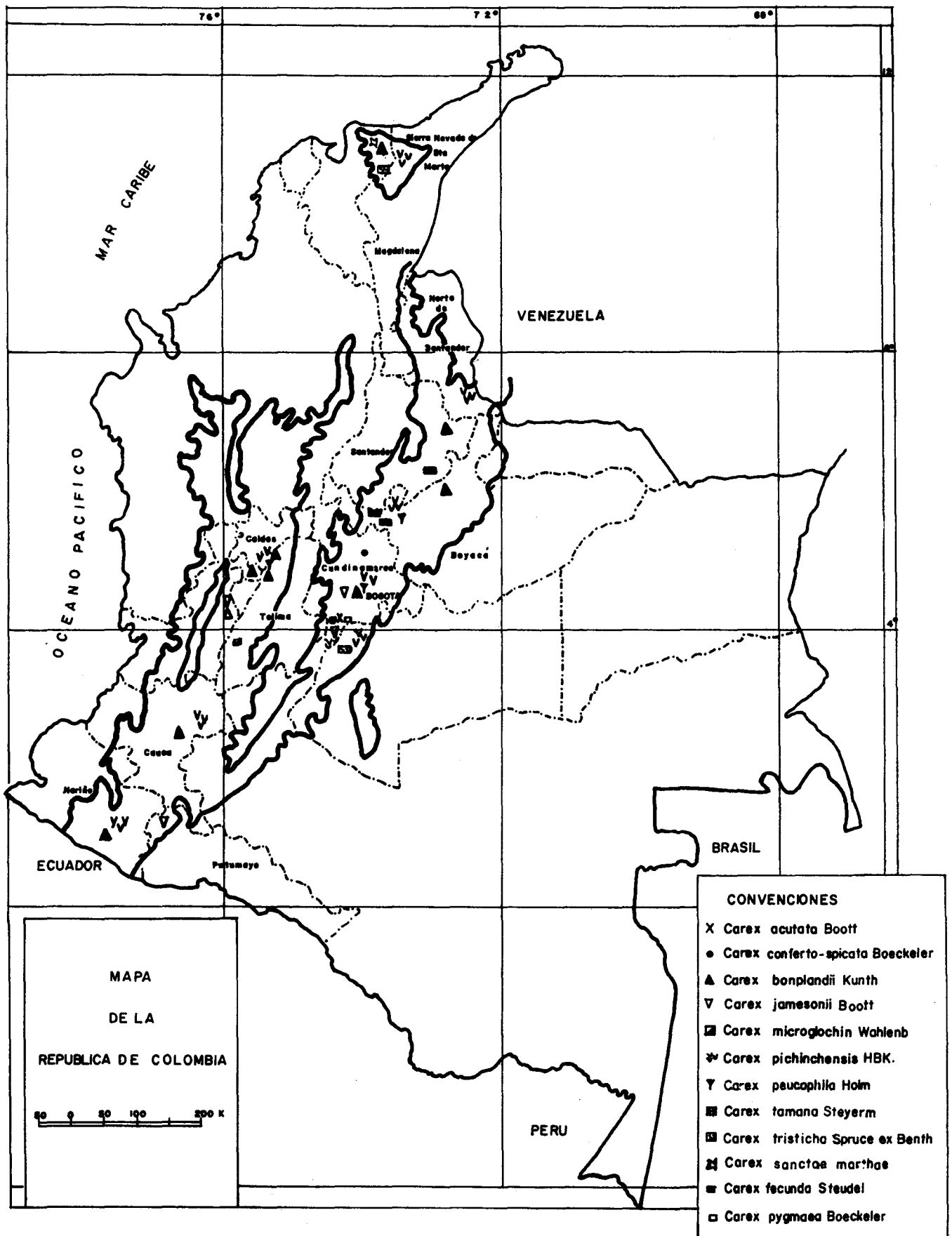


TABLA N° 1

Composición florística de las comunidades en las cuales se encuentra *Carex sanctae-marthae*.

COMUNIDAD (Símbolo)	A1	A2
Altitud	3.900 m.	3.700 m.
Area muestreada (m <sup>2</sup> )	72	60
Inclinación	25 °	25 °
Altura de la Vegetación (cm)	50	25

Especies características del pajonal COBERTURA (%)  
con *Calamagrostis effusa-Lachemilla polylepis*. (A1)

<i>Lachemilla polylepis</i>	5
<i>Jamescni</i> cuatrecasii	5
<i>Luzula gigantea</i>	< 1+
<i>Bartsia</i> sp.	< 1
<i>Halenia</i> cf. <i>asclepiadae</i>	2
<i>Oligandra chrysocoma</i>	5
<i>Marsupella trollii</i>	20
<i>Mielichoferia</i> sp.	5
<i>Senecio carrikerii</i>	2

Especies características del pajonal con *Calamagrostis effusa-Lupinus* sp  
y *Agrostis toluensis* (A2)

<i>Lupinus</i> sp.	2
<i>Gnaphalium antennariodes</i>	1
<i>Azorella crenata</i>	< 1
<i>Altensteinia</i> sp.	< 1
<i>Lachemilla moritziana</i>	< 1
<i>Oritrophium peruvianum</i>	< 1
<i>Sysirynchium</i> sp.	1
<i>Agrostis</i> cf. <i>hankeana</i>	5
<i>Breutelia karsteniana</i>	10
<i>Gongylanthus liebmannianus</i>	10

Especies características diferenciales y acompañantes de Orden, Clase.

<i>Calamagrostis effusa</i>	40	45
<i>Niphogeton dissecta</i>	1+	1
<i>Draba cheiranthoides</i>	1	1
<i>Rhizocephallum candollei</i>	1	1
<i>Luzula racemosa</i>	< 1+	< 1
<i>Hypochoeris sessiliflora</i>	< 1	1+
<i>Valeriana plantaginea</i>	< 1	< 1
<i>Castilleja fissifolia</i>	1	2
<i>Carex sanctae-marthae</i>	1	3
<i>Ranunculus</i> sp.	1	1
<i>Stephaniella</i> sp.	10	35
<i>Aongstroemia julacea</i>	5	1
<i>Pogonatum neglectum</i>	5	2
<i>Campylopus chrismarii</i>	3	3

## BIBLIOGRAFIA

- BUXBAUM, F., 1951. Grundlagen und Methoden einer Erneuerung der Systematik der höheren Pflanzen. Springer Verlag. Wien.
- CLEEF, A.M., 1979. The Phytogeographical position of the Neotropical vascular paramo flora with special reference to the Colombian Cordillera Oriental. *Tropical Botany*: 175-189. Academic Press. London.
1981. The vegetation of the paramos of the Colombian Cordillera Oriental. *Diss. Bot.* 61. Vaduz.
- CUATRECASAS J. & A.M. CLEEF, 1978. Nueva Cruciferae (*Draba*) del Cocuy, Colombia. *Caldasia* XII (57): 145-158.
- ENGLER, A., 1982. Versuch einer Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt. II Teil: Die Extratropischen Gebiete der Südlichen Hemisphäre und die tropische Gebiete. Verlag von Wilhelm Engelmann. Leipzig.
- HAMEN VAN DER Th., 1974. The pleistocene changes of vegetation and climate in Tropical South America. *Journ Biogeogr.* 3:3-26.
- KÜKENTHAL, G., 1909. *Cyperaceae-Caricoideae*. Das Pflanzenreich, IV, 38. Leipzig.
- MORA-OSEJO, L.E. 1966. Las inflorescencias parciales de último orden de *Uncinia* Pers. y la agrupación sistemática de las *Caricoideae* Kükén. *Caldasia* 9: 277-293.
- RANGEL, O., A.M. CLEEF, et al. 1981. Tipos de vegetación en el transecto Buriticá. Sierra Nevada de Santa Marta (en prensa).
- RAYMOND, M., 1951. Sedges as material for phytogeographical Studies. *Mémoires du Jardin Botanique de Montreal*, 20: 1-23.
- STEYERMARK, J.A., 1951. Botanical Exploration on Venezuela-I. Contributions to the Flora of Venezuela, *Fieldiana Botany*. 28 (1): 1-242.
- TROLL, C., 1956. Der Klima-und Vegetations-aufbau der Erde im Lichte neuerer Forschungen. *Jahrbuch Akad. Wiss. u. Lit. Mainz* 1956: 216-229.
- VARGAS, O & S. ZULUAGA, 1980. Estudio fitoecológico de la región de Monserrate. Tesis de Grado (inédita). Depto. de Biología. Universidad Nacional. Mimeografiado.
- WURDACK, J.J. 1976. Endemic *Melastomataceae* of the Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Brittonia*, 28 (1): 138-143.

# 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 *Espeletiopsis 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.

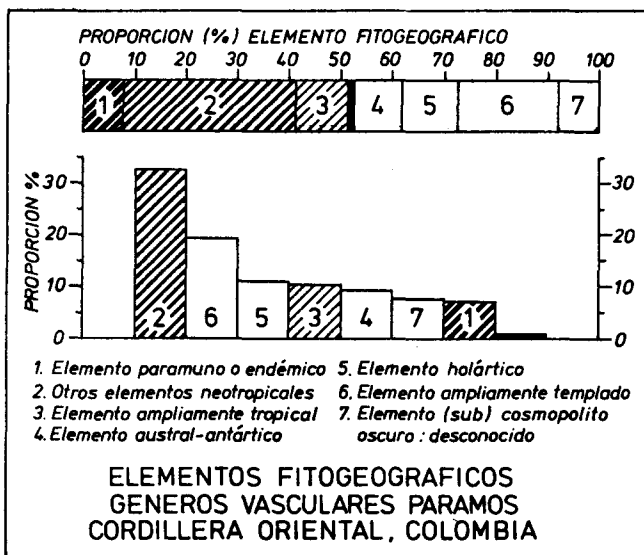


Fig. 1 División porcentual de los elementos fitogeográficos, representado por géneros de plantas vasculares nativas de los páramos de la Cordillera Oriental Colombiana.

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)

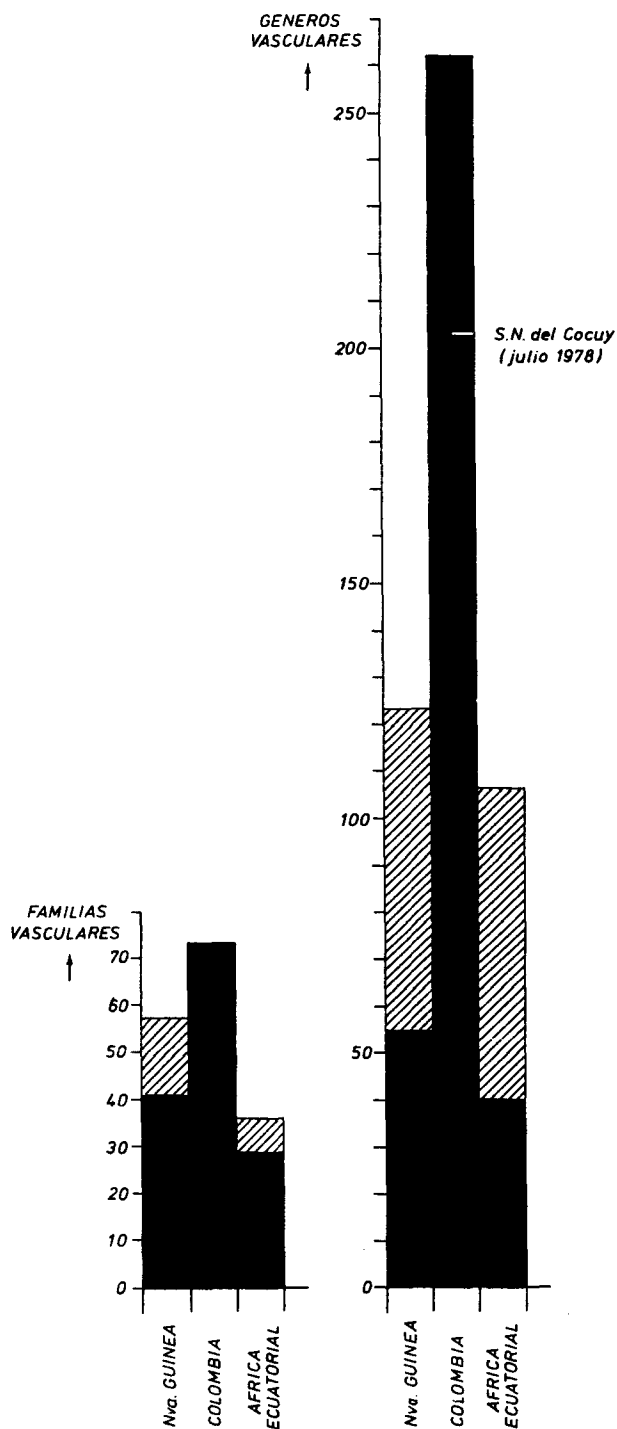


Fig. 2 Número de familias y géneros de plantas vasculares nativas de los páramos de la Cordillera Oriental Colombiana (Cleef, en prensa), de la región afro-alpina (Hedberg 1965) y de la faja tropical del Monte Wilhelm, Papua Nueva Guinea (Smith 1977). El color negro representa el número de los taxa compartidos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

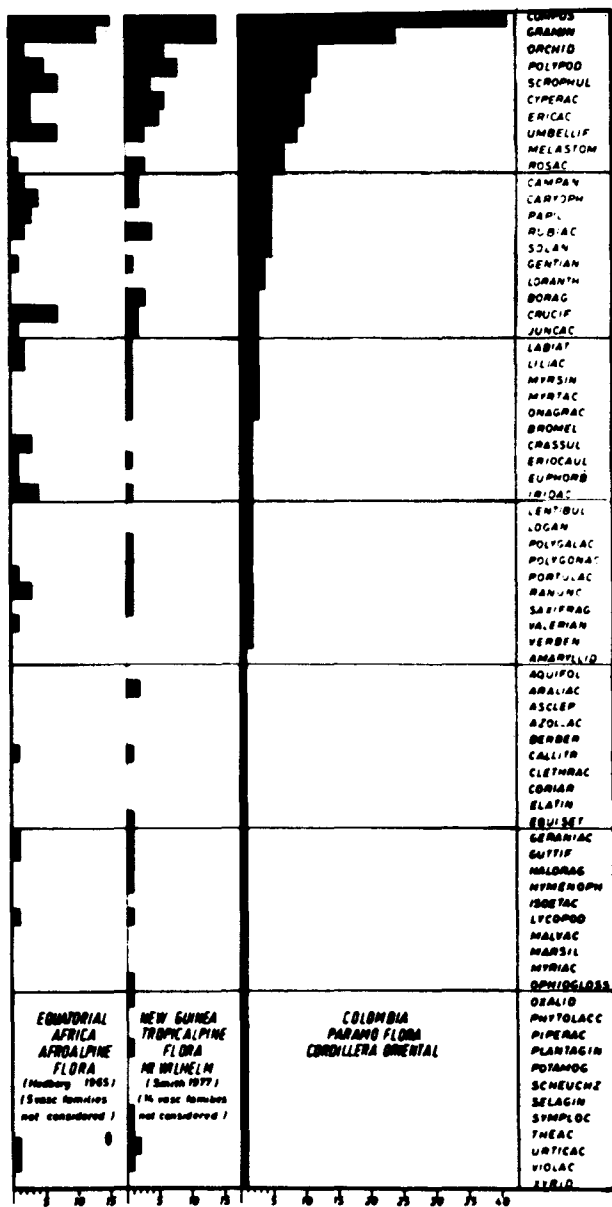


Fig. 3 Composición cualitativa y cuantitativa de las floras de plantas vasculares del páramo de la Cordillera Oriental Colombiana (Cleef, en prensa), de la región afro-alpina (Hedberg 1965) y de la faja tropalpina del Monte Wilhelm (Smith 1977).

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.

# DESCRIPTION OF SOME TAXA OF TESTACEA OF HUMID PARAMO VEGETATION TYPES OF THE COLOMBIAN CORDILLERA ORIENTAL

Por RENETTA A. J. GRABANDT

Hugo de Vries-Laboratory,  
Department of Palynology and Palaeoecology,  
University of Amsterdam (The Netherlands)

## ABSTRACT

This paper reports on the occurrence of some taxa of Testacea in plant communities of the paramos of the Colombian Cordillera Oriental.

## RESUMEN

En esta contribución se reportan los resultados de un estudio sobre la presencia de algunas especies de Testacea en diferentes tipos de la vegetación húmeda en los páramos de la Cordillera Oriental de Colombia.

## INTRODUCTION

During pollen analytical research of recent moss samples of the humid vegetation of the paramos of the Colombian Cordillera Oriental we often find remnants of uni-cellular organisms which are rather difficult to identify. Sometimes it is doubtful whether they represent aberrant and unknown pollen, diatoms, spores or protozoans.

Finally we succeeded to recognize one group of animals at least: the shells of the Testacea (a group of the Protozoa). The aim of this study is to recognize these "shells" in the pollen analyses and to examine the distribution of the different "shells" in the vegetation types of the páramos.

## A SHORT SURVEY OF THE TESTACEA

The ordo Testacea includes protozoans and are classified as Sarcodina. Characteristic is the shell which envelopes the uni-cellular animal. An aperture or mouth in every shell allows the animal to extend their pseudopodia to capture food.

Thought the shells are extremely variable, these as well as the apertures (pseudostomata) exhibit a number of useful morphological characteristics. Sometimes more than one aperture or a number of very small apertures may be present. The material of the shell consists of pseudochitin secreted by the animal. It resembles keratin. Some testacean shells consist of pseudochitin of only one layer, whereas other species have shells of two layers because the animal itself adds building-elements (idiosomes) or foreign particles (xenosomes) to the construction of the shell.

The xenosomes are small sand grains, empty diatomeen scales, detritus, pollen and other material. The idiosomes consist of silicic acid which forms small plates cemented together forming the shell. It is assumed that these plates consist of pseudo-quartz. Pseudochitin is entirely hyaline. Ferro-salts may cause its brownish and manganese-salts its violet colour, which can be clearly observed during pollen analyses. The resistance of the shell is great so that we can find them in peat and lake deposits. In peat testacean shells fossilize very well.

## IDENTIFICATION

Up to the present time there is hardly any report on Testacea from Colombia. Because the Testacea from the páramo area appeared to be cosmopolitan or at least wide temperate in distribution, the identification is based on European literature (Deflandre 1928, 1929; Grospietsch 1972; Hoogenraad & De Groot 1940, 1951, 1952; Schönborn 1962/1963, 1966; Wulfert 1969).

## MATERIAL

In 1972/1973 A.M. Cleef studied the vegetation in the páramos of the Colombian Cordillera Oriental (Cleef, 1981). Together with the relevés of the vegetation Antoine and Mieke Cleef collected bryophyte samples for analysis of the recent pollen deposition. These samples provided so many testacean shells that our curiosity was roused and it was tried to identify these shells as much as possible. The shells were especially found in different types of humid vegetation, some of which with *Sphagnum*.

The moss samples have been prepared according to the usual acetolysé method for pollen research purposes. As we did not apply a special method to prepare Testacea, it is possible that some transformation have occurred. In addition, it is not ruled out that also some specimens representing other species might have disappeared.

## DESCRIPTION OF THE PRINCIPAL GROUPS

The names of the páramo plant communities are cited according to Cleef (1981).

*Amphitema* Archer 1869. (subfamily: Amphitreminae; genus: *Amphitema*).

Form of the shell: cylinder-or tonshaped, sideways compressed, at the ends nearly cut straight.

Pseudostoma: two ends opposite each other.

Substance: chitinoys.

Structure: with or without xenosomes.

Identification: according to Hoogenraad & De Groot, 1940.

*Amphitrema flavum* (Archer 1877). (Plate 1: fig. 1).

The shell is hyaline without xenosomes, yellow to darkbrown.

Found in rel. 316; Páramo de Cocuy: *Carici peucophilae-Wernerietum crassae Wernerietosum (ritrophio-Wernerietalia, Wernerietea)*.

*Amphitrema wrightianum* Archer 1869. (Plate 1: fig. 2).

The shell is hyaline with xenosomes, yellow to brownish. found in rel. 194; Páramo de San Cayetano: Community of *Eleocharis acicularis*.

*Amphizonella* Greeff 1866 (family: Difflogiidae; genus: *Amphizonella*).

Form of the shell: broad elliptic.

Pseudostoma: near the aperture a pleated membrane.

Substance: plastic mass with a plegmatic membrane.

Structure: not clear, membrane striped finely, radial.

Identification: according to Hoogenraad & De Groot, 1940.

*Amphizonella violacea* Greeff 1866. (Plate 1: fig. 3).

Violet-colourid on account of grains and vacuoles.

Found in rel. 93; Páramo de Palacio: *Xyris-Sphagnum* bog.

*Arcella* Ehrenberg 1830. (family: Difflogiidae; genus: *Arcella*).

Form of the shell: circumference round or broad elliptic.

Pseudostoma: usually round, sometimes elliptic.

Substance: chitinous.

Structure: finely or grossly faceted with as a rule hexagonal facets, grained or dotted.

Identification: according to Deflandre, 1928.

*Arcella arenaria* Greeff 1866. (Plate 1: fig. 4).

The aperture is round, surrounded by a wreath of very fine pores, yellowish.

Found in rel. 248; Páramo de la Rusia: *Isoetum cleefii (Ditricho submersi-Isoetion)*.

*Arcella catinus* Pénard 1890. (Plate 1: fig. 5).

The aperture is round or broad elliptic, subrounded by a varied number of rather large pores, sometimes dark-brown

Found in rel. 9; Páramo de Sumapaz: *Geranio confertae-Calamagrostietum ligulatae (Calamagrostion ligulatae, Marchantio-Epilobietalia)*.

*Arcella discoides* Ehrenberg 1871/1872. (Plate 1: fig. 6).

The aperture is round, sometimes surrounded by a wreath of little pores, yellowish.

Found in rel. 9; Páramo de Sumapaz: *Geranio confertae-Calamagrostietum ligulatae (Calamagrostion ligulatae Marchantio-Epilobietalia)*.

*Arcella mitrata* Leidy 1879. (Plate 1: fig. 7).

The aperture is round with a crenated edge, light yellowish.

Found in rel. 199; Páramo de San Cayetano: *Xyris-Sphagnum* bog.

*Assulina* Ehrenberg 1872. (family: Trinemidae; subfamily: Trineminae; genus: *Assulina*).

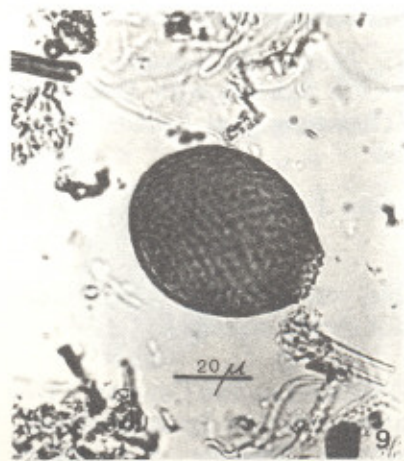
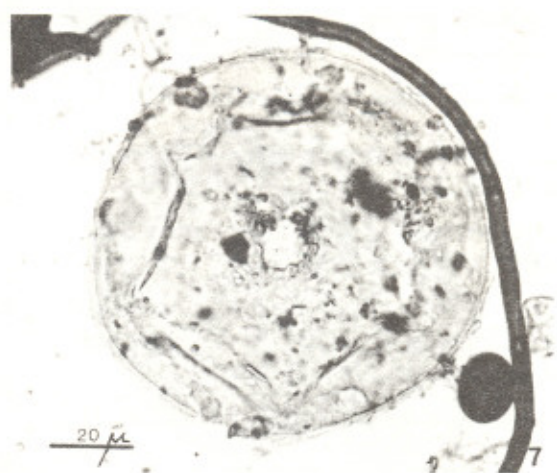
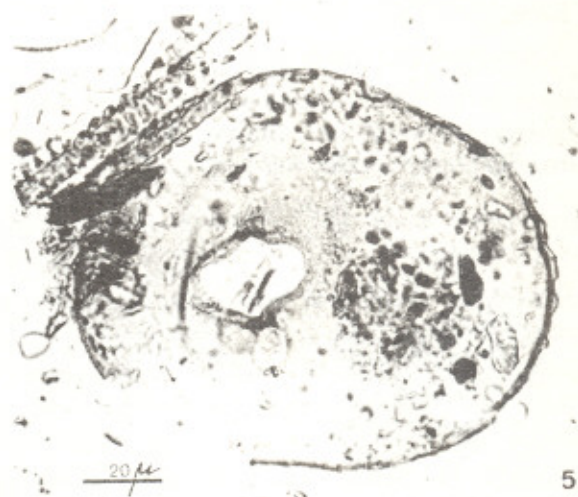
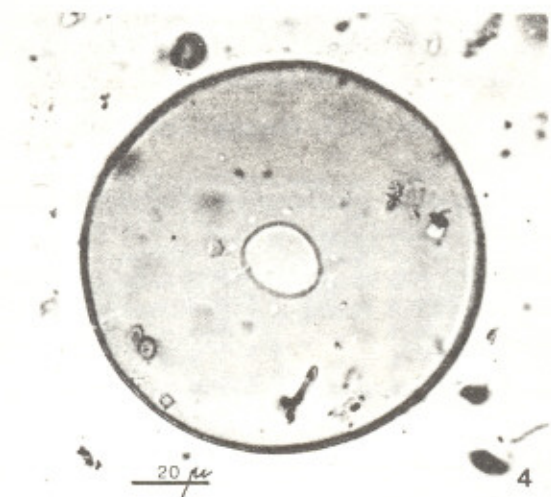
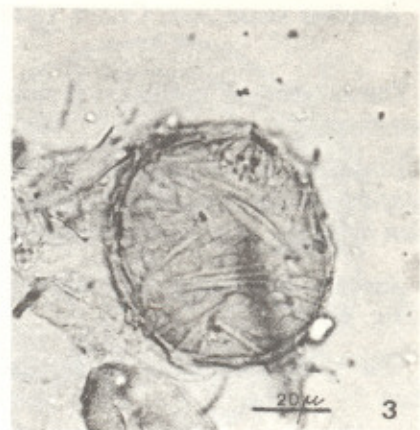
Form of the shell: broad elliptic or oval, strongly compressed, on account of that from above and aside elliptic.

Pseudostoma: the end small elliptic, without plates, lips of the mouth serrated, more or less regular indented.

Substance: silicic plates.

Structure: elliptic silicic plates covering each other imbricately.

Identification: according to Hoogenraad & De Groot, 1940.



*Assulina muscorum* Greeff 1888. (Plate 1: fig. 9).

The aperture is irregular serrated, without plates, brownish.

Found in rel. 9; Páramo de Sumapaz: *Geranio confertae-Calamagrostietum ligulatae* (*Calamagrostion ligulatae*, *Marchantio-Epilobietalia*).

*Assulina seminulum* (Ehrenberg 1848). (Plate 1: fig. 8).

The shell somewhat larger, relatively broader than

*A. muscorum*, the aperture is twice so large as that from

*A. muscorum* and less brown.

Found in rel. 319; Páramo de Cocuy: *Carici peucophilae-Wernerietum crassae Wernerietosum* (*Oritrophio-Wernerietalia*, *Wernerietea*).

*Centropyxis* Stein 1857. (family: Diffugiidae; genus: *Centropyxis*).

Form of the shell: oval broad elliptic or nearly circular in shape.

Pseudostoma: more or less eccentric, round elliptic or somewhat irregular, sometimes with a thickened edge.

Substance: chitinous with alternating numbers of xenosomes.

Structure: finely grained with a number of hollow, crooked thorns.

Identification: according to Deflandre, 1929.

*Centropyxis hemisphaerica* (Barnard) Wailes 1913. (Plate II: fig. 10).

Pseudostoma eccentric, sometimes lobed, the shell is round, not clearly coloured.

Found in rel. 9; Páramo de Sumapaz: *Geranio confertae-Calamagrostietum ligulatae* (*Calamagrostion ligulatae*, *Marchantio-Epilobietalia*).

*Centropyxis aculeata* Ehrenberg 1838. (Plate II: fig. 11).

The shell circular in shape, at the side of the aperture somewhat flattened, yellowish.

Found in rel. 267; Páramo de Sumapaz: Community of *Calamagrostis ligulata* with *Sphagnum sanctu-josephense*, (*Calamagrostion ligulatae*, *Marchantio-Epilobietalia*).

*Centropyxis discoides* Pénard 1890. (Plate II: fig. 12).

Thorns very variable, rounded, pointed, crooked, short cone shaped, not clearly coloured.

Found in rel. 219; Páramo de San Cayetano: *Geranio confertae-Calamagrostietum ligulatae breutilietosum* (*Calamagrostion ligulatae*, *Marchantio-Epilobietalia*).

*Centropyxis platystoma* Pénard 1890. (Plate II: fig. 13);

The shell has two parts, one part is hemispherical, the other part is flattened with the aperture, not clearly coloured.

Found in rel. 327; Páramo de Cocuy: *Isoetetum palmeri* (*Ditricho submersi-Isoetion*).

*Centropyxis cassis* Wallich 1864. (Plate II: fig. 14).

The shell has also two parts, but the part with the aperture is more flattened than *C. platystoma*, brownish coloured.

Found in rel. 200; Páramo de San Cayetano: *Isoetetum palmeri* variant of *Drepanocladus exannulatus* (*Ditricho submersi-Isoetion*).

*Diffugia* Leclerc 1815. (family: Diffugiidae; genus: *Diffugia*).

Form of the shell: oval, narrow or broad elliptic, spheroid, pear-shaped or cylindrical.

Pseudostoma: at the end round or more or less irregular, sometimes lobed or incised, with a thickened fringe outside.

Substance: pseudo-quartz, colourless, sometimes reddish.

Structure: xenosomes with quartz grains or diatom scales.

Identification: according to Hoogenraad & De Groot, 1940.

*Diffugia gramen* Pénard 1902. (Plate III: fig. 19).

The aperture not clearly axial, placed at the side with three lobes, not clearly coloured.

Found in rel. 185; Páramo de Cocuy: *Oritrophio limnophilae-Wernerietum pygmaeae cotuletosum minutae* (*Oritrophio-Wernerietalia*, *Wernerietea*).

*Diffugia lobostoma* Leidy 1879. (Plate III: fig. 20).

The aperture usually with four or three lobes, the lobes in circumference round, not clearly coloured.

Found in rel. 326; Páramo de Cocuy: *Carici peucophilae-Wernerietum crassae caricetosum* (*Oritrophio-Wernerietalia*, *Wernerietea*).

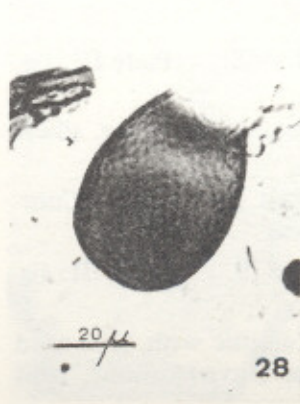
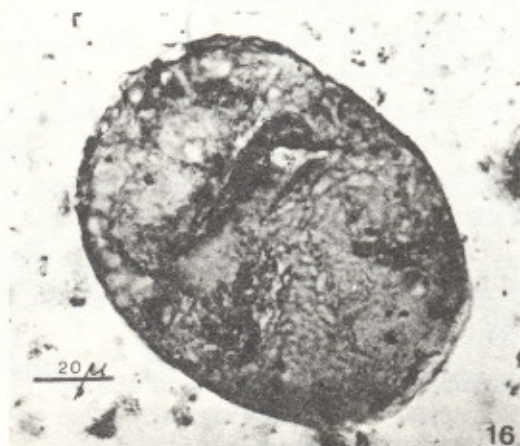
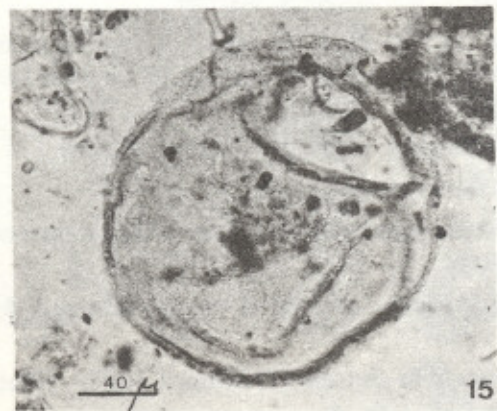
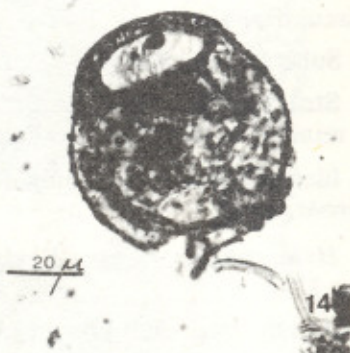
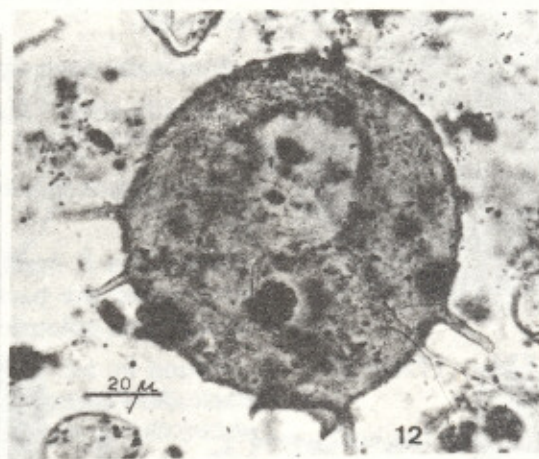
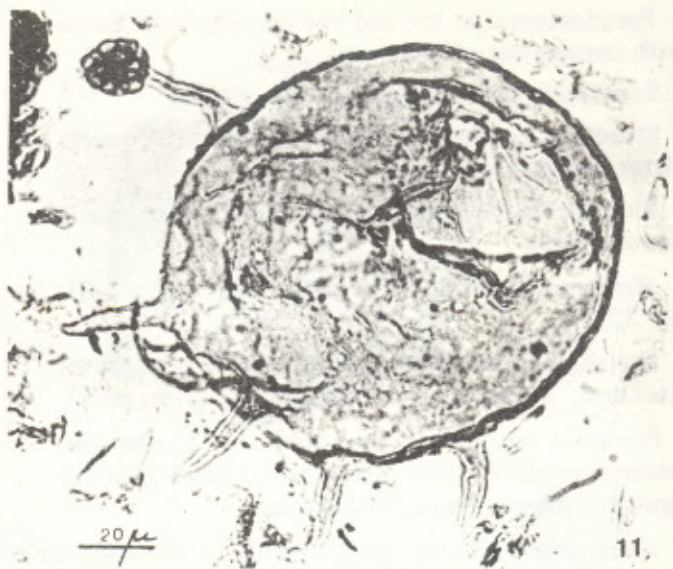
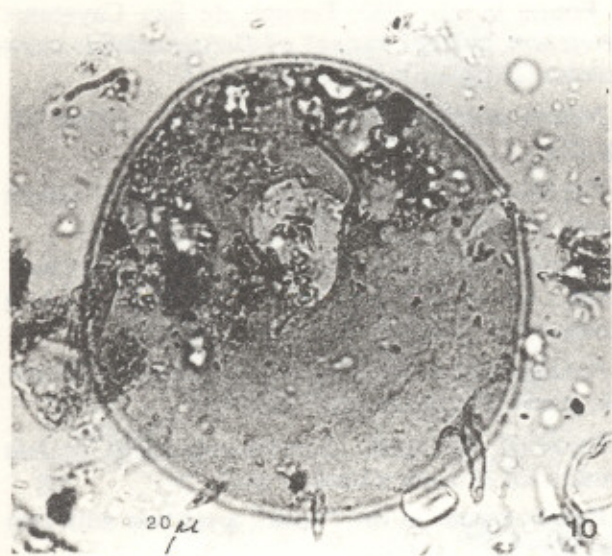
*Diffugia amphora* (?) Leidy 1874. (Plate III: fig. 21).

The shell ovoid with translucent jointed quartz plates very regular, not clearly coloured.

Found in rel. 138; Páramo de Chisacá: *Caricetum pichinchensis* (*Galio-Gratiolion Marchantio-Epilobietalia*).

*Heleopera* Leidy 1879. (family: Diffugiidae; genus: *Heleopera*).

Form of the shell: oval with lips cut off convexly.



Pseudostoma: at the end narrow elliptic or linear with corners cut off sideways.

Substance: chitinous, a slightly opaque.

Structure: covered with xenosomes chiefly quartz plates and grains.

Identification: according to Hoogenraad & De Groot, 1940.

*Heleopera petricola* (?) Leidy 1879. (Plate III: fig. 22).

The shell is reticulate and has an edge without structure, sometimes colourless or bluish violet.

Found in rel. 101; Paramo de Pisba: *Lupino alopecuroides-Mimuletum glabratae* (*Calamagrostion ligulatae*, *Marchantio-Epilobietalia*).

*Hyalosphenia* Stein 1857. (family: Diffugiidae; genus: *Hyalosphenia*).

Form of the shell: pear-shaped with contracted neck.

Pseudostoma: with thickened edge, elliptic in circumference.

Substance: chitinous.

Structure: structureless, in the part of the fundus a number of semi-circular dents, slightly yellowish.

Identification: according to Hoogenraad & De Groot, 1940.

*Hyalosphenia elegans* Leidy 1874. (Plate III: fig. 27).

Usually two shell pores in the part of the neck, aperture with thickened edge, colourless.

Found in rel. 41; Paramo de Guantiva: *Tillaeetum paludosae* (*Tillaeetalia*).

*Nebela* Leidy 1874. (family: Diffugiidae; genus: *Nebela*).

Form of the shell: pear-shaped sometimes more bottle-shaped, more or less compressed.

Pseudostoma: at the end, narrow or broad elliptic with fringe sometimes thickened.

Substance: chitinous.

Structure: consisting of round or broad elliptic idiosomes (silicic plates) not covering each other along the edges, sometimes xenosomes in between.

Identification: according to Hoogenraad & De Groot, 1940.

*Nebela galeata* (?) Pénard 1902. (Plate III: fig. 23).

The shell compressed, opaque, colourless, silicic plates form lacework.

Found in rel. 145; Paramo de Chisacá: Community of *Eleocharis acicularis*.

*Nebela collaris* (?) Leidy 1879. (Plate III: fig. 24).

The aperture very small, elliptic with thickened edge, sideways more or less curved inward, light yellowish.

Found in rel. 200; Paramo de San Cayetano: *Isoetetum palmeri* variant of *Drepanocladus exannulatus* (*Ditricho submerst-Isoetion*).

*Nebela dentistoma* (?) Pénard 1890. (Plate III: fig. 25).

The shell egg-round, consisting of irregular quartz grains, colourless.

Found in rel. 11; Paramo de Sumapaz: *Eleocharitetum macrostachyae myriophylletosum* (*Junco ecudoriensis-Eleocharition macrostachyae*).

*Pontigulasia* Rhumbler 1895. (family: Diffugiidae; genus: *Pontigulasia*).

Form of the shell: pear-shaped, more or less constricted to form a kind of neck.

Pseudostoma: in the "neck" a septum with two apertures.

Substance: quartz grains and diatom scales (xenosomes).

Structure: irregular.

Identification: according to Hoogenraad & De Groot, 1940.

*Pontigulasia spectabilis* Pénard 1902. (Plate III: fig. 26).

Resembles *P. bigibbosa*, but the shell is less thick set because the back-part is more narrow and the neck longer, colourless.

Found in rel. 108; Paramo de Pisba: *Hyperico lanciooides-Plantaginetum rigidae* (*Gentiano-Oritrophion*, *Oritrophio-Wernerietalia*, *Wernerietea*).

*Sphenoderia* Schlumberger 1845. (subfamily: Trineminae; genus: *Sphenoderia*).

Form of the shell: sideways elliptic or circular, colourless, consisting of elliptic or circular idiosomes.

Pseudostoma: at the end narrow elliptic.

Substance: silicic plates.

Structure: small elliptic plates covering each other imbricately.

Identification: according to Hoogenraad & De Groot, 1940.

*Sphenoderia dentata* (?) Moniez 1888. (Plate II: fig. 28).

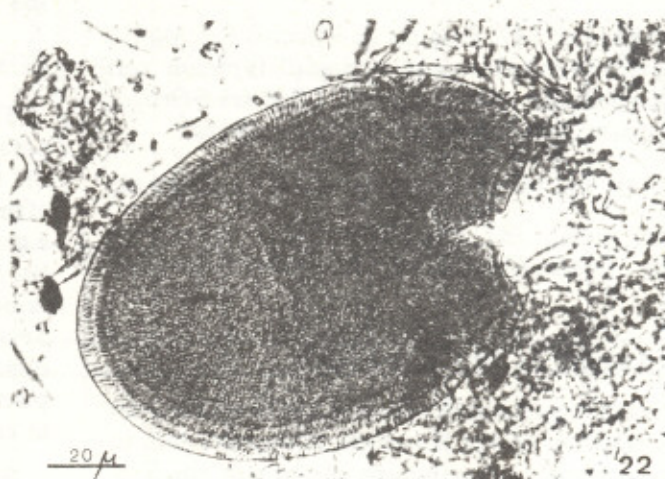
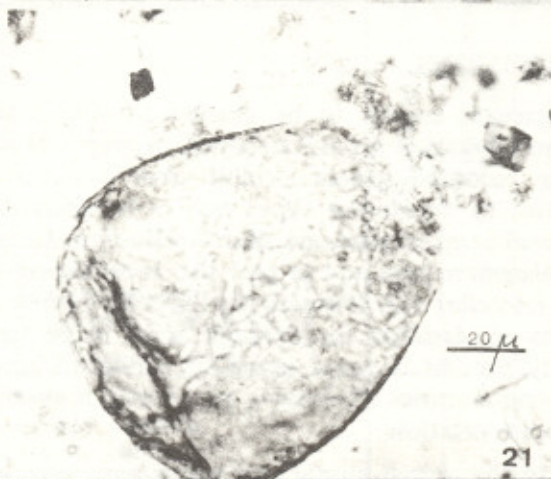
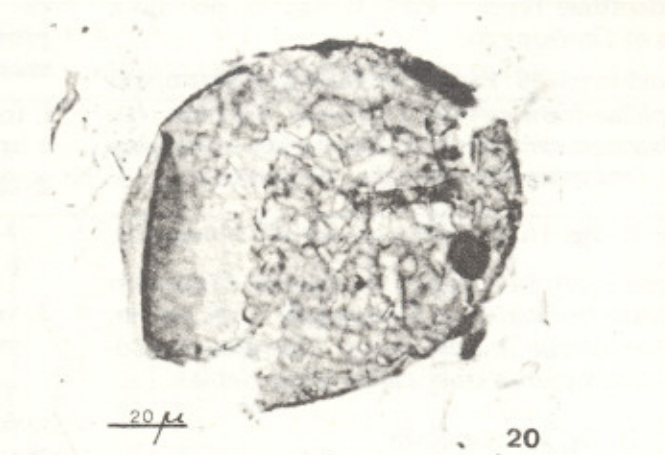
The shell broad elliptic, not compressed, finely serrated aperture, colourless.

Found in rel. 332; Paramo de Cocuy: Community of *Distichia muscoides* with *Cortaderia sericantha* and *Campylopus cf fulvus* (*Gentiano-Oritrophion*, *Oritrophio-Wernerietalia*, *Wernerietea*).

*Sphenoderia lenta* (?) Schlumberger 1845. (Plate II: fig. 29).

Circumference of the shell spheroidal, slightly compressed, colourless.

Found in rel. 41; Paramo de Guantiva: *Tillaeetum paludosae* (*Tillaeetalia*).



Unidentified types: Plate II: fig. 15. perhaps a species of *Centropyxis*.

Found in rel. 39; Páramo de Guantiva: *Oritrophio limnophilae-Wernerietum pygmaeae typicum* var. of *Sphagnum cyclophyllum* (*Wernerion crassaepygmaeae*, *Oritrophio-Wernerietalia*, *Wernerietea*).

Plate II: fig. 16. perhaps a species of *Centropyxis*.

Found in rel. 147; Páramo de Palacio: *Oritrophio peruviana-Oreoboletum obtusanguli typicum* var. of *Rhacocarpus purpurascens* (*Gentiano-Oritrophion*, *Oritrophio-Wernerietalia*, *Wernerietea*).

Plate II: fig. 17. unknown.

Found in rel. 147; Páramo de Palacio: *Oritrophio peruviana-Oreoboletum obtusanguli typicum* var. of *Rhacocarpus purpurascens* (*Gentiano-Oritrophion*, *Oritrophio-Wernerietalia*, *Wernerietea*).

Plate II: fig. 18. perhaps a species of *Centropyxis*.

Found in rel. 387; Páramo de Tota: *Cyperetum rivularis* (*Galio-Gratiolion*, *Marchantio-Epilobietalia*).

## GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION

In recent times much research has been done on the distribution of the Testacea. It appears that in comparison with other groups of animals the Testacea include a high percentage of cosmopolitans, but there are also species which are restricted to a limited area. Decloitre (1953) studied the distribution of the Testacea and provided the following division:

1. temperate zones of the northern and southern hemisphere; mainly species of *Heleopera*, *Arcella* and *Diffflugia*.
2. temperate zone of the northern hemisphere: mainly species of *Diffflugia* and *Nebela*.
3. temperate zone of the southern hemisphere: mainly species of *Nebela*.
4. temperate zone of the northern hemisphere and the (inter) tropical zone: mainly species of *Arcella*, *Centropyxis* and *Heleopera*.
5. temperate zone of the southern hemisphere and the (inter) tropical zone: mainly species of *Arcella* and *Nebela*.
6. (inter) tropical zone: mainly species of *Arcella* and *Centropyxis*.

## ECOLOGY

Rhizopoda and Heliozoa occur in humid environment. In all places where water is present, Rhizopoda and Heliozoa have the opportunity to develop. Some species need very muddy water. Other species depend on little water. Testacea live under the most varied ecological circumstances and biotopes, from lakes to puddles and from *Sphagnum*-peatbog to dry moss-carpet on trees and stones. Many Testacea have a strong preference for

the *Sphagnum*-plants in bogs. Harnisch (1927) provided a division based on the composition of species in *Sphagnum*-peat.

1. forest-moss type with sphanophilous species and species restricted to *Sphagnum*.
2. closed "peat-area" type with the presence of
  - a. *Hyalaosphenia*,
  - b. *Amphitrema flavum*.
3. very good developed peat-moor with *Amphitrema wrightianum*.

This division is used in Europe and we can now make the comparison with the Testacea-fauna in the páramos of the Colombian Cordillera Oriental.

## CONCLUSIONS

Testaceans appear to be present in almost all páramo vegetation types (Grabandt, in prep.). Most of the recorded genera exhibit close ecological affinities to vegetation types rich in bryophytes, e.g; zonal bamboo páramos, *Marchantio-Epilobietalia*, *Sphagnum* bogs and in part also zonal superpáramo (*Arcella*) and *Wernerietea* (*Arcella*, *Nebela*). Species of *Assulina* for example seem to be frequently present in zonal as well in azonal páramo plant communities. *Heleopera* apparently is absent in zonal vegetation.

As to the azonal humid and wet páramo vegetation it is evident that most testacean genera present in *Sphagnum* bogs in Europe are now also recorded for *Sphagnum* bogs in the Colombian páramos. *Amphizonella violacea* and *Arcella mitrata* are only known from *Sphagnum* bogs (table 1).

However, a number of testacean genera do not exclusively occur in páramo *Sphagnum* bogs, but are also recorded in other vegetation types (table 1). According to the first results *Arcella* seems most abundant in the *Wernerietea*, *Amphitrema* in páramo *Sphagnum* bogs, and *Nebela* in both *Wernerietea* and *Sphagnum* bogs.

Aquatic vegetation is in general poor in testacean fauna and bryophytic mire vegetation (*Marchantio-Epilobietalia*) is rich in Testacea.

*Amphitrema* and *Heleopera* are almost lacking in the *Wernerietea* (which also includes the vascular cushion bogs), while *Centropyxis* is rare in this habitat.

Páramo *Sphagnum* bogs are rich in testacean fauna; especially *Amphitrema* and *Nebela* are abundant. The moss layer of páramo shrub on boggy ground was richest in Testacea, predominantly *Assulina* and *Arcella*.

Meadow vegetation is in general poor in testacean fauna, except for *Muehlenbergia*-dominated stands.

The ecological distribution from Harnisch (1927) for European Testacea applies only in part to the testacean fauna of the Colombian páramos.

TABLE I.  
SURVEY OF THE STUDIED TESTACEA AND RELATED VEGETATION TYPES

species of Testacea:	Communities of the vegetation in the páramos of the Colombian Cordillera Oriental.									literature data ' ).			
	Ditricho submersi-Isoetion	Tillaeion paludosae ( <i>Tillaeetalia</i> )	Eleocharis acicularis	Junco ecuadoriensis-Eleochariton macrostachyae	Calio-Gratiolion ( <i>Marchantio-Epilobietalia</i> )	Calamagrostion ligulatae ( <i>Marchantio-Epilobietalia</i> )	Wernerion crassae-pygmatae ( <i>Wernerietea</i> )	Gentiano-Oritrophion ( <i>Wernerietea</i> )	Xyris-Sphagnum bogs	Sphagnum	bryophytes ( <i>Sphagnum excepted</i> )	various Sapropelia	geographical distribution "
Amphitrema Amphitrema flavum Amphitrema wrightianum	o	o	o	o	o	o	x		o	x			we we we
Amphizonella violacea									x	x			we
Arcella sp. Arcella arenaria Arcella catinus Arcella discoides Arcella mitrata	o x	o	o	o	o	o x x	o	o	o		x x x	x	c c c c
Assulina sp. Assulina muscorum Assulina seminulum	o	o	o	o	o	o x	o	o	o	x x			we we
Centropyxis sp. Centropyxis hemisphaerica Centropyxis aculeata Centropyxis discoides Centropyxis platystoma Centropyxis cassis	o x x	o	o	o	o	o x x x	o	o	o		x x x	x x	nsa e c c c
Diffflugia gramen Diffflugia lobostoma Diffflugia amphora					x		x x			x x		x x	we we we
Heleopera sp. Heleopera petricola	o	o				x			o	x		x	we
Hyalospnemia elegans		x								x	x		we
Nebela sp. Nebela galeata Nebela collaris Nebela dentistoma	o x	o	o x	o	o	o	o	o	o	x x x	x x		we we we
Pontigulasia spectabilis							x			x			we
Sphenoderia dentata Sphenoderia lenta		x						x		x x	x x		we we
unidentified type (fig. 15) unidentified type (fig. 16) unidentified type (fig. 17) unidentified type (fig. 18)					x			x x					

' ) see: Deflandre, 1928/1929.

Hoogenraad & De Groot, 1940/1951/1952.

" ) we = West Europe

e = Europe

nsa = N. & S. America

c = cosmopolitan

o = genus present

x = species present

Considering the provisional zoogeographic distribution of Decloitre (1953) it is apparent that the Colombian páramo Testacea are mainly wide temperate in distribution. In a forthcoming study also the distribution of Testacea in the andean forestbelt will be discussed.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

Mrs. Elly Beglinger and Gijs Oomen of the tech-

nical staff of the Hugo de Vries-Laboratory (Amsterdam) prepared the samples for pollen analysis, respectively took care of photographs. I have had assistance with the identification of the Testacea from: Dr. J. Barelds (Free University of Amsterdam), Dr. L. Beijens (University of Antwerp), Dr. C. Davids (University of Amsterdam). Mr. M. Molenaar helped me with the English text. I am very grateful to all the persons mentioned above.

#### REFERENCES

- CLEEF, A.M. 1981. The vegetation of the páramos of the Colombian Cordillera Oriental. Vaduz, Cramer, 320 pp. (Diss. Bot, 61).
- DECLOITRE, L., 1953. Recherches sur les Rhizopodes Thécamoebiens de l'A.O.F. Cahors, 248 pp.
- DEFLANDRE, G., 1928. Le genre *Arcella* Ehrenberg. Archiv für Protistenkunde, 64: 152-287.
- DEFLANDRE, G., 1929. Le genre *Centropyxis* Stein. Archiv für Protistenkunde, 67: 322-375.
- GROSPIETSCH, Th., 1972. Wechseltierchen. Stuttgart, Kosmos-Verlag, 87 pp.
- HARNISCH, O., 1927. Einige Daten zur rezenten und fossilen testaceen Rhizopoden-fauna der Sphagnen. Archiv für Hydrobiologie, 18: 346-360.
- HOOGENRAAD, H.R., & DE GROOT, A.A., 1940. Zoetwaterrhizopoden en -heliozoen. Fauna van Nederland, IX. Leiden, Sijthoff, 303 pp.
- HOOGENRAAD, H.R., & DE GROOT A.A., 1951. Thekamoebe Moosrhizopoden aus Südamerika. Archiv für Hydrobiologie, 45: 346-366.
- HOOGENRAAD, H.R., & DE GROOT A.A., 1952. Thekamöbe Moosrhizopoden aus Nordamerika. Archiv für Hydrobiologie, 47: (2): 229-262.
- SCHÖNBORN W., 1962/1963. Zur Ökologie der sphanikolen, bryokolen und terrikolen Testacea. Limnologica, 1 (3): 231-254. Berlin.
- SCHÖNBORN, W., 1966. Beschaltete Amöben (Testacea). Wittenberg Lutherstadt, Ziemens, 112 pp. (Die neue Brehm-Bücherei, 357).
- WULFERT, K., 1969. Die Rädertiere. Wittenberg Lutherstadt, Ziemens, 112 pp. (Die neue Brehm-Bücherei, 416).

# POLLEN MORPHOLOGY OF THE PLANTAGO SPECIES OF THE COLOMBIAN ANDES AND ITS APPLICATION TO FOSSIL MATERIAL

Por HENRY HOOGHMSTRA

Hugo de Vries-Laboratory,  
Department of Palynology and Palaeoecology,  
University of Amsterdam, Sarphatistraat 221, 1018 BX  
Amsterdam, The Netherlands

## ABSTRACT

The pollen morphology of recent pollen grains of the genus *Plantago* (*Plantaginaceae*) occurring in the Colombian Andes is described on the basis of light and scanning electron microscopy. The results were found to be applicable to the determination of fossil pollen types found in lake sediments of the same area.

## INTRODUCTION

Whilst analysing lake sediments of the Sabana de Bogotá (Colombia) striking differences in size and sculpture of pollen grains of the genus *Plantago* (*Plantaginaceae*) became apparent. In palynological studies of Colombia and Venezuela no differentiation is made between these types. As the ecology of the different *Plantago* species differs widely (Cleef, 1978 and Rahn, 1974) a pollen key to the different types will allow a more complete interpretation of pollen diagrams of this area.

Therefore, an attempt was made to define the morphological differences and enable identification, combining both light and scanning electron microscopy methods.

Rahn (1974) studied the pollen morphology of *Plantago* sect. *Virginica* but found no taxonomically useful characters. He found considerable differences in size between different collections of the same species; the absolute diameter of the verrucae varied depending on the size of the anthers and no correlation appeared to exist between the number of pores and the size of the pollen, verrucae or anthers.

Basser & Crompton (1968) studied North American species of *Plantago* and were able to produce a key to the *Plantaginaceae* in North America base on pollen morphology. However, the pollen morphological characters they use are sometimes questionable, especially when applied to fossil pollen grains. This study gives a pollen key, based on morphological characters visible by the light microscope, for the relevant *Plantago* species of the Colombian and Venezuelan Andes.

## MATERIAL AND METHODS

The pollen studied was taken from plants in the herbaria of Utrecht (U) and Copenhagen (C). See list of specimens examined. Pollen removed from flowers of dried herbarium material was acetolyzed according to Erdtman (1952).

Boil the pollen with 5% KOH for 5 min., pass through a sieve, wash twice with aqua dest., wash once with acetic acid, boil for 5 min. in an acetolyse mixture (acetic anhydride: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/9:1), wash twice with aqua dest., wash 3 times with alcohol (96%, 100%, 100%), (specimens are now ready for S.E.M. technique), wash once with xylol, wash once with cyclohexaan, add a drop of silicone oil and place the residue for one night in a warm stove, (specimens are now ready for pollen slides for light microscopy).

For several months the pollen was kept in 100% alcohol during which period the S.E.M. micrographs were made. Finally the pollen was mounted in silicone oil to measure pollen diameters and to make light microscope photographs. To avoid size aberrations (Reitsma, 1969) measurements were

carried out immediately after the preparation of the pollen slides with a Leitz Orthoplan microscope. The light microscope photographs were taken with a Leitz Orthomat photomicroscope.

In the S.E.M. preparation technique some drops of a pollen suspension were placed on a S.E.M. stubholder, covered with a thin layer of mixed carbon powder and rubber cement and allowed to dry. A thin layer of gold was applied by evaporation in vacuum, prior to observation. The vacuum coating unit is a S.E.M. coating unit E5000 (Polaron Equipment Ltd.). The Scanning Electron Microscope used was a Cambridge Mark II stereoscan. The best results were obtained with an accelerating voltage of 10 kV. The magnifications used were 2000 x, 5000 x, 10,000 x, 20,000 x.

Almost all botanical collections from *Plantago* species used were recently determined or revised by Dr. K. Rahn (C).

#### SPECIMENS EXAMINED

(sect. *Gnaphaloides*):

HdV 4247 *P. sericea* HBK ssp. *argyrophylla* (Decne) Rahn

(HdV 2880) Colombia, Dep. Boyacá: páramo NW of Belén, pathway S. José de la Montaña, Alto de las Cruces and surroundings.

Alt. 3850m, 24-02-1972, A.M. Cleef 1784 A (U)

HdV 4250 *P. sericea* HBK ssp. *argyrophylla* (Decne.) Rahn

Colombia, Dep. Boyacá: Sierra Nevada del Cocuy, Alto Valle Lagunillas.

Alt. 4000m, 02-10-1972, A.M. Cleef 5734 (U)

HdV 3096 *P. sericea* HBK ssp. *argyrophylla* (Decne.) Rahn

Colombia, Dep. Boyacá: Sierra Nevada del Cocuy, La Pintada, dry páramo.

Alt. 3950 m, A.M. Cleef 5503 (U).

HdV 4418 *P. sericea* Ruiz & Pavón ssp. *sericans* (Pilger) Rahn

Argentina, Prov. La Rioja: Sierra Famatina, La Encrucijada.

Alt. 3250 m, 04-02-1966, Hawkes, Hjerting & Rahn 3395 (C)

HdV 4370 *P. sericea* Ruiz & Pavón ssp. *perreymondii* (Barn.) Rahn

Colombia, Magdalena: E. of Manaure.

Alt. 3530-3450 m, 08-11-1959, Cuatrecasas *et al.* 25138 (C).

HdV 4417 *P. sericea* Ruiz & Pavón ssp. *sericea* var. *lanuginosa* Griseb.

Argentina, Prov. Salta, Dep. Santa Victoria: 29.5 km from Santa Victoria.

Alt. 4150 m, 15-03-1966, Hawkes, Hjerting & Rahn 3885 (C).

HdV 4419 *P. sericea* Ruiz & Pavón ssp. *sericea* var. *sericea*

Perú, Dep. Ancash, Prov. Bolognesi: Chiquián. Alt. 3540 m, 08-04-1949, Cerrato 60 (C)

HdV 4252 *P. sericea* Ruiz & Pavón ssp. *sericea* var. *sericea*

Colombia, Dep. Boyacá: Cucaita.

Alt. 2950m, 30-04-1975, Breure B90 (U)

HdV 4376 *P. linearis* HBK

Colombia, Dep. Cundinamarca: municipio Soacha, Est. Exp. San Jorge (I.C.A.).

Alt. 3150 m, 23-04-1974, Hjerting 5933 (C).

HdV 4248 *P. linearis* HBK

Colombia, Dep. Cundinamarca: Usaquén subpáramo. Alt. 3100 m, 30-05-1972, A.M. Cleef 3904 (U).

HdV 4416 *P. linearis* HBK var. *agrostophylla* (Decne.) Pilg.

Colombia, Dep. Valle: Cord. Central, W slope, basin of Río Bugalagrande, Barragán, páramo de Baraya, Corrales.

Alt. 3450-3520 m, 03-1946, Cuatrecasas 20182 (U).

(sect. *Oliganthos*):

HdV 4421 *P. rigida* HBK

Colombia, Dep. Caldas: Cord. Central, Nevado del Ruiz. Alt. 4100-4500 m, 31-10-1952, H. Humbert, J. Idrobo, R. Jaramillo & E. Pérez Arbeláez 27074 (U).

HdV 4249 *P. rigida* HBK

Colombia, Dep. Boyacá: páramo de la Rusia. Alt. 3720 m, 16-12-1972, A.M. Cleef 7309 (U).

HdV 4420 *P. rigida* HBK

Colombia, Dep. Boyacá: páramo de la Sarna NE of Laguna de Tota, small valley with peat. Alt. 3390 m, 05-04-1973, A.M. Cleef 9399 (U).

HdV 3741 *P. rigida* HBK

(HdV 3097)

Colombia, Dep. Meta: páramo de Sumapáz, Cerro Nevado de Sumapaz, superpáramo on NE side, humid stony slope, very much exposed to wind, calcareous soil.

Alt. 4130 m, 16-01-1973, A.M. Cleef 7921 (U).

(sect. *Virginica*):

HdV 4251 *P. australis* Lam. ssp. *oreades* (Decne.) Rahn

(HdV 2838)

Colombia, Dep. Cundinamarca: páramo Cruz Verde. Alt. 3335 m, 24-04-1972, A.M. Cleef 3071 (U).

HdV 4411 *P. australis* Lam. ssp. *oreades* (Decne.) Rahn

Colombia, Dep. Boyacá: páramo de Pisba, highroad Socha-La Punta km 72, S side of the Cerro El Bizcocho.

Alt. 3510 m, 09-06-1972, A.M. Cleef 4273 (U).

HdV 4412 *P. australis* Lam. ssp. *oreades* (Decne.) Rahn

Colombia, Dep. Boyacá: Sierra Nevada del Cocuy, Alto Valle Lagunillas, 500 m NNW of Laguna Pintada. Alt. 3985 m 03-10-1972, A.M. Cleef 5759 (U).

HdV 4414 *P. australis* Lam. ssp. *oreades* (Decne.) Rahn

Colombia, Dep. Boyacá: Sierra Nevada del Cocuy, Alto Valle Lagunillas, Laguna Pintada. Alt. 3950 m, 02-10-1972, A.M. Cleef 5720 (U).

HdV 4098 *P. australis* Lam. ssp. *oreades* (Decne.) Rahn

Colombia, Dep. Cundinamarca: páramo de Palacio, W side km 6 of the highroad, subpáramo marsh. Alt. 3100 m, 12-05-1972, A.M. Cleef 3709 (U).

HdV 4369 *P. australis* Lam. ssp. *sodiroana* (Pilger) Rahn

Colombia, Magdalena: Sierra de Perijá, E of Ma-naure, Quebrada de Floridablanca.

Alt. 2700-2800 m, Cuatrecasas 25202 (C).

HdV 4415 *P. australis* Lam. ssp. *hirtella* (HBK) Rahn

Colombia, Dep. Valle: Cord. Occidental, E slope, basin of Río Cali, Río Pichindé.

Alt. 2070-2260 m, 07-08-1946, Cuatrecasas 21988 (U).

HdV 4377 *P. australis* Lam. ssp. *hirtella* (HBK) Rahn

Colombia, Dep. Antioquia.

Alt. 700 m, 26-03-1949, Scolnik *et al.* 593 (C).

#### POLLEN MORPHOLOGY, DISTRIBUTION AND HABITAT

The pollen morphology terminology is taken after *Iversen & Troels-Smith* (1950). Descriptions are made on the basis of both light microscopical and S.E.M. photos. Diameters are based on measurements in silicone oil of 50 pollen grains. For the taxa not occurring in Colombia concise data are given for the habitat.

*P. sericea* HBK ssp. *argyrophylla* (Decne.) Rahn

Grains spheroidal, occasionally ovoidal or irregular, diameter (27-)32-44(-48) $\mu\text{m}$ , av. 38  $\mu\text{m}$ ; 3-5 pores, irregular in shape with jagged margins, diameter about 2-3.5  $\mu\text{m}$ , pore membrane with granules and microspines, no operculum, no annulus;

exine and intine about 1  $\mu\text{m}$  thick; verrucae variable: irregular in shape and size with microspines, occasionally with granules and microspines in between the verrucae. Number of microspines 4-7 per  $\mu\text{m}^2$ .

#### Present distribution

Northern part of Cordillera Oriental in Colombia (6-10°N), and Cordillera de Mérida in Venezuela, alt. 3300-4200 m (Rahn, in preparation).

#### Habitat

Dry páramo on undep stony soils, apparently replacing the zonal *Calamagrostis effusa* tussocks in unfavourable habitats. This species spans the upper subpáramo and grass páramo. Well developed zonal vegetation dominated by *P. sericea* ssp. *argyrophylla* was observed on the southern dry side of the Páramo del Almorazadero (Cleef, in press).

#### Notes

Produces much pollen.

#### Illustrations

Plate I: 1-3; Plate IV: 33-34; Plate VII: 53-61.

*P. sericea* Ruiz & Pavón ssp. *sericans* (Pilger) Rahn

Grains spheroidal, occasionally ovoidal, diameter (27-) 33-40(-46) $\mu\text{m}$ , av. 37 $\mu\text{m}$ ; 3-5 pores, irregular in shape with jagged margins, diameter about 2.5-3.5  $\mu\text{m}$ , pore membrane with granules and microspines, no operculum, no annulus; exine and intine about 1.5 $\mu\text{m}$  thick; verrucae irregular in shape and size with 3-6 microspines per  $\mu\text{m}^2$ .

#### Present distribution

Along the Andes from Perú to Argentine (13-30°S), alt. 2800-4500 m (Rahn, in prep.).

#### Habitat

Puna

#### Illustrations

Plate I: 4-5; Plate IV: 35; Plate VII: 62-65.

*P. sericea* Ruiz & Pavón ssp. *sericea* var. *sericea*

Grains spheroidal, occasionally irregular, diameter (32-)34-38(-42) $\mu\text{m}$ , av. 36  $\mu\text{m}$  3-5 pores, irregular in shape with jagged margins, diameter about 3  $\mu\text{m}$ , pore membrane with granules and microspines, no operculum, no annulus; exine and intine about 1  $\mu\text{m}$  thick; verrucae irregular in shape and size with 3-7 microspines per  $\mu\text{m}^2$ .

#### Present distribution

Perú: Cordillera Occidental 8-13°S and (?) Colombia: Cordillera Oriental 4-6°N, alt. 2600-3800 m, (Rahn, in prep.).

#### Habitat

Peruvian puna element. The isolated Colombian

populations occur as dwarf shrubs in xerophytic *Dodonea viscosa* vegetation, on dry hills bordering the Sabana de Bogotá and was observed constituting a true low shrubby vegetation at about 3000 m alt. between Tunja and Villa de Leiva (Dep. Boyacá) (Cleef, in press). The presence of an isolated Colombian *P. sericea* ssp. *sericea* vegetation may be a relict of a former more extensive distribution of xerophytic elements throughout the northern tropical Andes during the driest stadials of maximum glaciation (see *Van der Hammen*, 1974).

#### Notes

Two collections north of Bogotá, ca. 2600 m alt. are rather similar to *P. sericea* var. *sericea* from Perú (Rahn, pers. comm.).

#### Illustrations

Plate I: 11; Plate IV: 39; Plate VII: 74-76.

#### *P. sericea* Ruiz & Pavón ssp. *sericea* var. *lanuginosa*

Grains spheroidal, occasionally irregular, diameter (36-)37-43(-46) $\mu\text{m}$ , av. 40  $\mu\text{m}$ ; 3-5 pores, irregular in shape with jagged margins, diameter about 3-4  $\mu\text{m}$ , pore membrane with granules and microspines, no operculum, no annulus; exine and intine about 1.5  $\mu\text{m}$  thick; verrucae irregular in shape and size with 3-7 microspines per  $\mu\text{m}^2$ .

#### Present distribution

Mountains in Perú, Bolivia and NW Argentina, alt. 2100-4250 m (Rahn, in prep.).

#### Habitat

In Argentina and S Bolivia in pajonales or wet puna vegetation, often on rocky slopes, in C Bolivia and Peru also in dryer places. Altitudinal range 2100-4150 m, corresponding to mean temperatures of January 6-20°C and July -5-16°C. Precipitation 400-1000 mm per year, dry season (2-)4-8(-11) months during winter (Rahn, in prep.).

#### Illustrations

Plate I: 8,10; Plate IV: 37-38; Plate VII: 70-73.

#### *P. sericea* Ruiz & Pavón ssp. *perreymondii* (Barn.) Rahn.

Grains spheroidal, occasionally irregular, diameter (31-)38-45(-51) $\mu\text{m}$ , av. 42  $\mu\text{m}$ ; 3-5 pores, very irregular in shape with jagged margins, diameter about 5  $\mu\text{m}$ , pore membrane with granules and microspines, no operculum, no annulus; exine and intine about 1  $\mu\text{m}$  thick; verrucae irregular in shape and size more or less melted together with 3-7 microspines per  $\mu\text{m}^2$ .

#### Present distribution

Mountains in Venezuela and northern Colombia, alt. 2600-4200 m (Rahn, in prep.).

#### Habitat

Often forming large colonies in páramo vegetation. Mean yearly temperature probably between 5°C and 13°C (Rahn, in prep.).

#### Illustrations

Plate I: 6-7, 9; Plate IV: 36; Plate VII: 66-69.

#### *P. linearis* HBK

Grains spheroidal, occasionally irregular, diameter (26-)28-33(-35) $\mu\text{m}$ , av. 30  $\mu\text{m}$ ; 3-5 pores, irregular in shape with jagged margins, diameter about 2-3 $\mu\text{m}$ , pore membrane with granules and microspines, no operculum, no annulus; exine and intine about 1 $\mu\text{m}$  thick; verrucae irregular in shape and size with (3-)4-7 microspines per  $\mu\text{m}^2$ .

#### Present distribution

Mountains of Venezuela, Colombia, Ecuador, N and C Perú, a single collection from México, alt. 2500-4400 m (Rahn, in prep.).

#### Habitat

*P. linearis* HBK occurs in the Colombian páramos mainly between 3100 and 4000 m alt., frequently found along mule tracks, mostly in the subpáramo on the dry side of the mountains (Cleef, in press). Mean yearly temperature probably between 4°C and 16°C with insignificant seasonal variation. Precipitation between about 500 and 1000mm per year (Rahn, in prep.).

#### Illustrations

Plate II: 12-14; Plate V: 40-42; Plate VIII: 77-81.

#### *P. linearis* HBK var. *agrostophylla* (Decne.) Pilg.

Grain spheroidal, occasionally irregular or ovoidal, diameter (40-)45-47(-53)  $\mu\text{m}$ , av. 46 $\mu\text{m}$ ; 3-5 pores, irregular in shape and size with jagged margins, diameter about 5-7 $\mu\text{m}$ , pore membrane with granules and microspines no operculum, no annulus; exine and intine about 1.0-1.5  $\mu\text{m}$  thick; verrucae  $\pm$  isodiametric with 3-5 microspines per  $\mu\text{m}^2$ .

#### Notes

Rahn does not recognize any subspecies or variety of *P. linearis* HBK. Specimens referred to it by Pilger and others are large specimens of *P. linearis* HBK found throughout the area. The largest variation regarding size is found in Ecuador. Pilger (1973) cites *P. linearis* var. *agrostophylla* from both Ecuador and Colombia (Rahn, pers. comm.).

#### Illustrations

Plate II: 15-16; Plate V: 43; Plate VIII: 82-83.

#### *P. rigida* HBK

Grains spheroidal, occasionally irregular, diameter (20-)23-46(-50)  $\mu\text{m}$ , av. 35  $\mu\text{m}$ ; 8-15 pores, very irregular in shape and size with jagged margins, diameter about 3-5  $\mu\text{m}$ , pore membrane with

granules and microspines, no operculum, no annulus; exine and intine about 0.7-1.4  $\mu\text{m}$  thick; sculpture very variable: verrucae hard to distinguish with microspines and microperforations (pseudo-scabrate) to clear verrucae, irregular in shape and size with microspines, more or less protruding with granules and microspines in between the verrucae to with joining verrucae. Number of microspines 8-16  $\mu\text{m}^2$ .

#### Present distribution

Along the Andes from Mérida (Venezuela) to the Cordillera Real (Bolivia) (Cleef, 1978).

#### Habitat

*P. rigida* HBK constitutes virtual cushion bogs at high elevation (3000-5200 m alt.) in the puna and páramo. According to Cleef (1978, and in press) *P. rigida* cushion bogs are common in the grass páramo ( $\pm$  3600-4200 m alt.) of the Colombian Andes and occur in boggy valleys, on former lakes or even float on glacial lakes in the humid bamboo páramo.

#### Notes

Produces large quantities of pollen.

#### Illustrations

Plate II: 17-21; Plate III: 22-23; Plate V: 44-47; Plate VIII: 84-91.

#### *P. australis* Lam. ssp. *oreades* (Decne.) Rahn

Grains spheroidal, occasionally irregular, diameter (20-)24-37(-40)  $\mu\text{m}$ , av. 30  $\mu\text{m}$ ; 8-12 pores, circular, occasionally irregular with jagged margins, diameter about 2.0-4.5  $\mu\text{m}$ , pore membrane with granules and microspines, no operculum, no annulus; exine and intine about 1.0-1.5  $\mu\text{m}$  thick; verrucae more or less swollen, irregular in shape and size with microspines, occasionally with granules and microspines in between the verrucae. Number of microspines (4-)6-9(-10) $\mu\text{m}^2$ .

#### Present distribution

Sierra Nevada de Mérida (Venezuela) and the Cordillera Oriental (Colombia), alt. 2600-4000 m, but mainly above 3400 m alt. (Rahn, 1974).

#### Habitat

*P. australis* ssp. *oreades* is a common element in wet subpáramo and grass páramo vegetations. In the Colombian Eastern Cordillera this subspecies was recorded with low cover in different azonal moist páramo communities: e.g., *Lupinus alopecuroides-Mimulus glabratus* peat in small subpáramo valleys, dense *Blechnum loxense-Espeletia* div. spec. subpáramo bog, *Calamagrostis ligulata* grass mires, also in lake hydrosere succession, humid *Hypericum laricifolium* ssp. *laricoides* shrub and dense *Espeletia* stands on boggy glacial valley floors (Cleef, in press).

#### Notes

Produces large quantities of pollen.

#### Illustrations

Plate III: 24, 26-30; Plte VI: 48-51; Plate VIII: 92-101.

#### *P. australis* Lam. ssp. *sodiroana* (Pilger) Rahn

Grains spheroidal, occasionally ovoidal or irregular, diameter (19-)22-41(-48)  $\mu\text{m}$ ; 9-14 pores, circular or slightly irregular in shape with jagged margins, diameter about 2  $\mu\text{m}$ , pore membrane with granules and microspines, no operculum, no annulus; exine and intine about 0.8  $\mu\text{m}$  thick; verrucae variable; very small (0.8  $\mu\text{m}$  in diameter, pseudo-scabrate) to 2.5  $\mu\text{m}$  in diameter with 7-11 microspines per  $\mu\text{m}^2$ .

#### Present distribution

Along the Andes from central Peru to Venezuela (Rahn, 1984).

#### Habitat

According to Rahn (1974): "In the mountains from 1300-3700 m but mainly between 2500-3600 m. Little is known about its ecology: it occurs in wet places but no doubt it is also found elsewhere".

#### Notes

Both semi-cleistogamous and chasmogamous flowers. The latter have larger anthers with many pollen grains which are smaller than those from semi-cleistogamous flowers (Rahn, 1974). The sculpture of the pollen grains studied in this paper (diameter verrucae 0.8 mm; pseudo-scabrate) differs from the results obtained by Rahn (1974) (diameter verrucae 2.5  $\mu\text{m}$ ; verrucate). It should be regarded as exemplifying the limits of variability in the sculpture of this subspecies. The pollen diameters provided by Rahn (1974) are incorporated in the description here presented. Illustrations are given of both sculpture types.

#### Illustrations

Plate III: 31-32; Plate VI: 52; Plate VIII: 102-106.

#### *P. australis* Lam. ssp. *hirtella* (HBK) Rahn

Grains spheroidal, occasionally irregular, diameter (22-)26-30(-34)  $\mu\text{m}$ ; 8-12 pores, irregular in shape with jagged margins, diameter about 3  $\mu\text{m}$ , pore membrane with granules and microspines, no operculum, no annulus; exine and intine about 1.0-1.5  $\mu\text{m}$  thick; verrucae irregular in shape and size with  $\pm$  8 microspines per  $\mu\text{m}^2$ .

#### Present distribution

According to Rahn (1974): "Two probably separate areas. One in S Brazil, S Paraguay and NE Argentine mostly below 1000 m; the other exten-

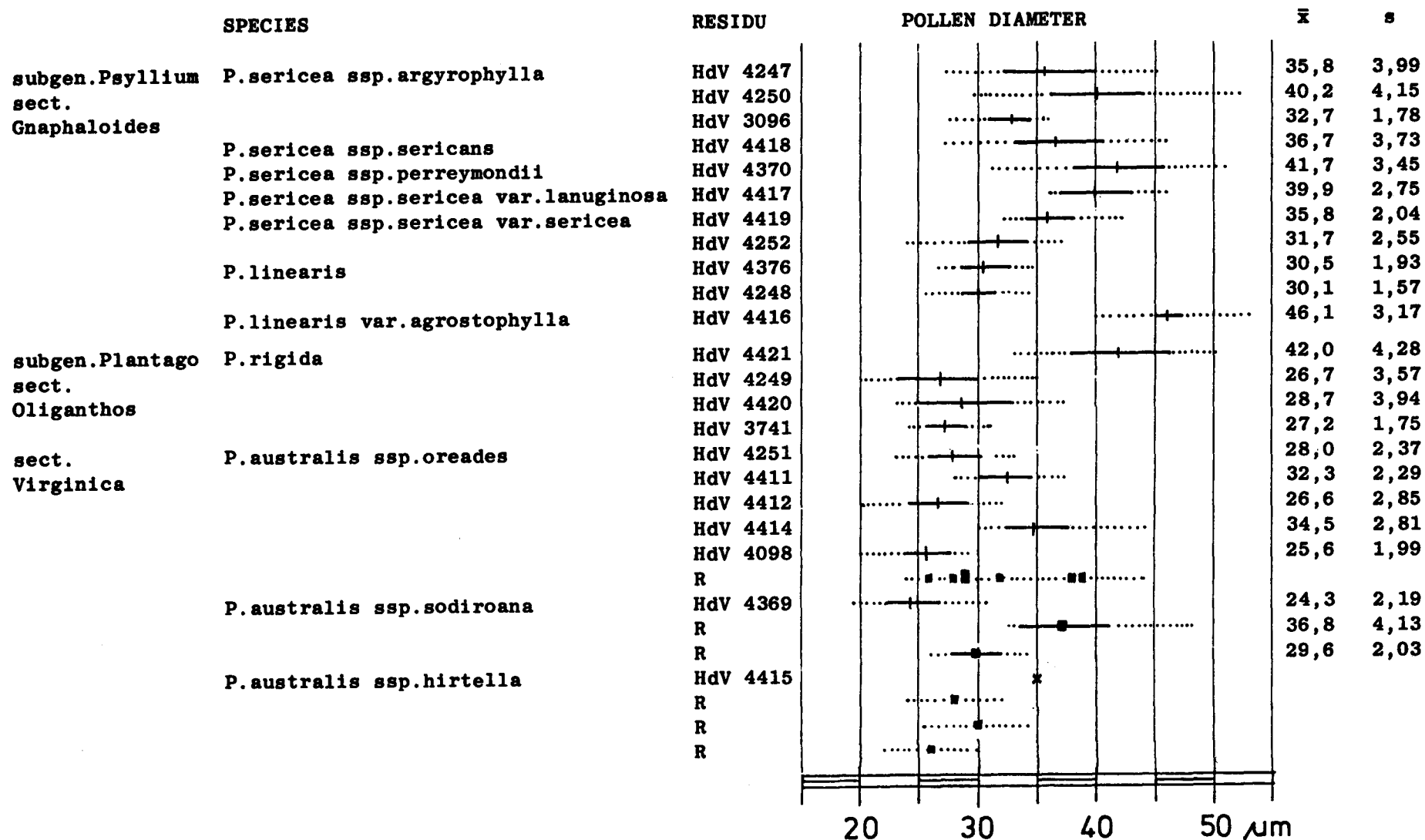


Table I. Pollen sizes of the Colombian *Plantago* species. Diameters are based on the measurements in silicone oil of 50 pollen. The horizontal lines represent the standard deviation of the mean pollen size. The dotted lines represent the range of diameters measured. The short vertical lines indicate the mean size. Blocks indicate the mean size of the collections studied by Rahn (1974). HdV 4415 provided only one pollen grain. Each residue number corresponds with a botanical collection mentioned in the list of specimens examined.

ding from S Arizona, through México, C. América and the Andes to NW Argentine, mostly between 100 and 3000 m. On both sides of the Cordillera from Mexico to Ecuador, but further south (i.e., in Perú, Bolivia and NW Argentine) only on the eastern side”.

#### Habitat

Mainly in open places in subtropical forest, e.g., along roads, with rainfall mainly during the summer (Rahn, 1974).

#### Notes

The flowers are semi-cleistogamous with small anthers which produce very few pollen grains (Rahn, pers. comm.). Data about pollen diameter copied from Rahn (1974). This taxon is of no importance for pollen analysis and is not incorporate in the pollen key.

#### Illustrations

Plate III: 25.

---

### POLLEN KEY TO THE SPECIES OF THE GENUS *PLANTAGO* IN COLOMBIA AND VENEZUELA

a Number of pores 3-6 b

aa Number of pores 8-14 c

b Pores irregular in shape with jagged margins, diameter 2-3.5  $\mu\text{m}$ . Pore membrane with granules and microspines.

Verrucae variable: irregular in shape and size with microspines, joined together or occasionally with granules and microspines in between the verrucae (3-7 microspines per  $\mu\text{m}^2$ ).

Grains (24-)29-45(-51)  $\mu\text{m}$  in diameter.

*P. sericea* group or

*P. linearis* HBK

(subgen. *Psyllium* sect. *Gnaphaloides*)

bb Pores irregular in shape and size with jagged margins, diameter 5-7  $\mu\text{m}$ . Pore membrane with granules and microspines.

Verrucae more or less isodiametric, with microspines (3-5  $\mu\text{m}^2$ ).

Grains (40-)45-47(-53)  $\mu\text{m}$  in diameter.

*P. linearis* HBK

var. *agrostophylla* (Decne.) Pilger

(subten. *Psyllium* sect. *Gnaphaloides*)

c Pores circular, occasionally irregular, with jagged margins. Diameter 2.0-4.5  $\mu\text{m}$ . Pore membrane with granules and microspines.

Verrucae more or less swollen, irregular in shape and size with microspines, occasionally with granules and microspines in between the verrucae ((4-)6-9(-11) microspines  $\mu\text{m}^2$ ).

Grains (20-)23-37(-40)  $\mu\text{m}$  in diameter, av. 30  $\mu\text{m}$ .

*P. australis* Lam. ssp.

*oreades* (Decne.) Rahn or

*P. australis* Lam. ssp.

*sodiroana* (Pilger) Rahn

(Subgen. *Plantago*, sect. *Virginica*)

cc Pores very irregular in shape and size with jagged margins, occasionally pores to circular. Diameter (2.5-)3-6  $\mu\text{m}$ . Pore membrane with granules and microspines. Verrucae very variable: verrucae from difficult to distinguish, with microspines (pseudo-scabrate), to clear verrucae, irregular in shape and size with microspines, close together or at some distance with granules and microspines in between (8-16 microspines per  $\mu\text{m}^2$ ).

Grains (20-)23-46(-50)  $\mu\text{m}$  in diameter, av. 35  $\mu\text{m}$ .

*P. rigida* HBK

(subgen. *Plantago* sect. *Oliganthos*)

## DISCUSSION

On the basis of the descriptions given pollen grains of the subgenus *Psyllium*, sect. *Gnaphaloides* (*P. sericea* and *P. linearis*) and subgenus *Plantago*, sect. *Oliganthos* (*P. rigida*) and sect. *Virginica* (*P. australis*) can be distinguished.

The variability in pollen diameter, pore diameter and shape and size of the verrucae in each section is great. Many transitional forms exist between distinct taxa recognised at first sight. Thus in the section *Gnaphaloides* it is impossible to distinguish between the different subspecies of *P. sericea* and the very similar *P. linearis* with certainty. *P. linearis* HBK var. *agrostophylla* (Decne.) Pilg. can be isolated in the section *Gnaphaloides* mainly because of the very large pore diameter and pollen size. These quantitative kinds of morphological characters correspond with the opinion of Rahn that *P. linearis* var. *agrostophylla* represents the large specimens of *P. linearis* HBK. Isolation of this taxon, therefore, appears ungrounded, moreover because no typical ecological information is available.

A remarkable discrepancy appears between the pollen of *P. rigida* of the Cordillera Oriental and the Cordillera Central. The material of the Cordillera Oriental (HdV 4249, HdV 4420, HdV 3741) is very homogeneous in pollen diameter and sculpture. The material of the Cordillera Central (HdV 4421) is different in pollen diameter (see Table I) and sculpture (see Plate II: 17, 20; Plate III: 22) and is very similar to the fossil pollen grains of *P. rigida* of the Laguna Otún (Cordillera Central). This may point to an evolutionary differentiation in the two separated populations or ecotype differentiation.

Although the S.E.M. micrographs did not provide us with more useful taxonomical characters they do give additional information on the light microscope photos, e.g., the great variability in shape and size of the verrucae and the distance between them.

When dealing with fossil pollen grains in lake sediments one has to consider the different amounts of pollen produced by different taxa.

According to present-day distribution in the Cordillera Oriental, the sequence of the most common species in lake sediment is as follows (from high to low pollen producers): *P. rigida*, *P. australis* ssp. *oreades*, *P. sericea* ssp. *argyrophylla* and more rarely *P. linearis*, *P. australis* ssp. *sodi-roana*, *P. australis* ssp. *hirtella* and *P. sericea* ssp. *sericea*.

The pollen key provided has also been applied to fossil pollen grains of *Plantago* from lake deposits. In the lake sediment of Funza, Sabana de Bogotá, Cordillera Oriental (*Hooghiemstra*, in prep.) fossil *Plantago* pollen could be identified as mainly *P. australis* Lam. ssp. *oreades* (Pilger) Rahn. The age of the identified fossil pollen grains varies from about 1,2, to 2,5 million years.

Fossil pollen grains of *Plantago* of the lake sediment of the Laguna Otún, Cordillera Central (*Kuhry*, in prep.) of Holocene age, could be identified as corresponding to *P. rigida* HBK exclusively. *Plantago rigida* cushion bogs are at present still very common near the Laguna Otún.

## Acknowledgements

The author wishes to thank the Netherlands Foundation for the Advancement of Tropical Research WOTRO, which sponsored this study. He is also much indebted to Drs. A.M. Cleef of the Institute of Systematic Botany, State University of Utrecht and Dr. Knud Rahn of the Botanical Museum University of Copenhagen for supplying him the pollen samples and with whom he had some very helpful discussions. He also thanks Dr. R.A. Wijmstra for his valuable advice. The assistance of Mr. G.W. Noldus, who prepared the pollen material, of Mr. G. Oomen, who assisted in the photographic work, Ms J. dos Santos, who typed the manuscript and Mr. C. Bakker, technician of the Research Group for Scanning Electron Microscopy of the University of Amsterdam, is gratefully acknowledged. He thanks Dr. C.A.N. van Oorschot for revising the English text.

## REFERENCES

- BASSET, I.J. & C.W. CROMPTON, 1968. Pollen morphology and chromosome numbers of the family Plantaginaceae in North America. *Canad. J. Bot.*; 46: 349-361.
- CLEEF, A.M., 1978. Characteristics of neotropical páramo vegetation and its subantarctic relations. In: C. Troll & W. Lauer (eds). *Geocological relations between the southern temperate zone and the tropical mountains*. Erdwiss. Forschung, Band XI: 365-390. Franz Steiner Verlag, Wiesbaden.
- CLEEF, A.M. (in press). Altitudinal zonation and azonal communities of the páramo vegetation of the Colombian Cordillera Oriental. *Cramer*.
- CUATRECASAS, J., 1958. Aspectos de la vegetación natural de Colombia. *Rev. Acad. Col. Cienc. Exact. Fis. Nat.*, 10(40): 221-268.
- ERDTMAN, G., 1952. Pollen morphology and plant taxonomy, Angiosperms (An introduction to palynology I) *Almqvist & Wiksell*, Stockholm: 539 pp.
- IVERSEN, J. & J. Troels-Smith, 1950. Pollenmorfologiske definitioner og typer. *Danmarks Geol. Unders.*, 3(8): 27-52.
- PILGER, R., 1937. Plantaginaceae. In: A. Engler. *Das Pflanzenreich*, IV 269 (Heft 102). Leipzig: 466 pp.
- RAHN, K., 1974. *Plantago* section *Virginica*. *Dansk Bot. Arkiv*, 30 (2): 1-180.
- RAHN, K., 1978. Nomenclatorial changes within the genus *Plantago* L., infraspecific taxa and subdivisions of the genus. *Bot. Tidsskr.*, bd. 73(2): 106-111.
- REITSMA, T.J., 1969. Size modification of recent pollen grains under different treatments. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 9: 175-202.
- VAN DER HAMMEN, T., 1974. The Pleistocene changes of vegetation and climate in tropical South America. *J. of Biogeogr.*, 1: 3-26.

PLATE I

1. *P. sericea* HBK ssp. *argyrophylla* (Decne.) Rahn\*  
x 2000, HdV 4247
- 2., 3. *P. sericea* HBK ssp. *argyrophylla* (Decne.) Rahn\*  
x 2000, HdV 4250
- 4., 5. *P. sericea* Ruiz & Pavón ssp. *sericans* (Pilger)  
Rahn\*\* x 2000, HdV 4418
- 6., 7., 9. *P. sericea* Ruiz & Pavón ssp. *perreymondii* (Barn.)  
Rahn x 2000, HdV 4370
- 8., 10. *P. sericea* Ruiz & Pavón ssp. *sericea* var. *lanuginosa*  
Griseb. x 2000, HdV 4417
11. *P. sericea* Ruiz & Pavón ssp. *sericea* var. *sericea*  
x 2000, HdV 4419

---

\* Previously erroneously identified as *P. nubigena* HBK

\*\* Previously erroneously identified as *P. monticola* Decne.

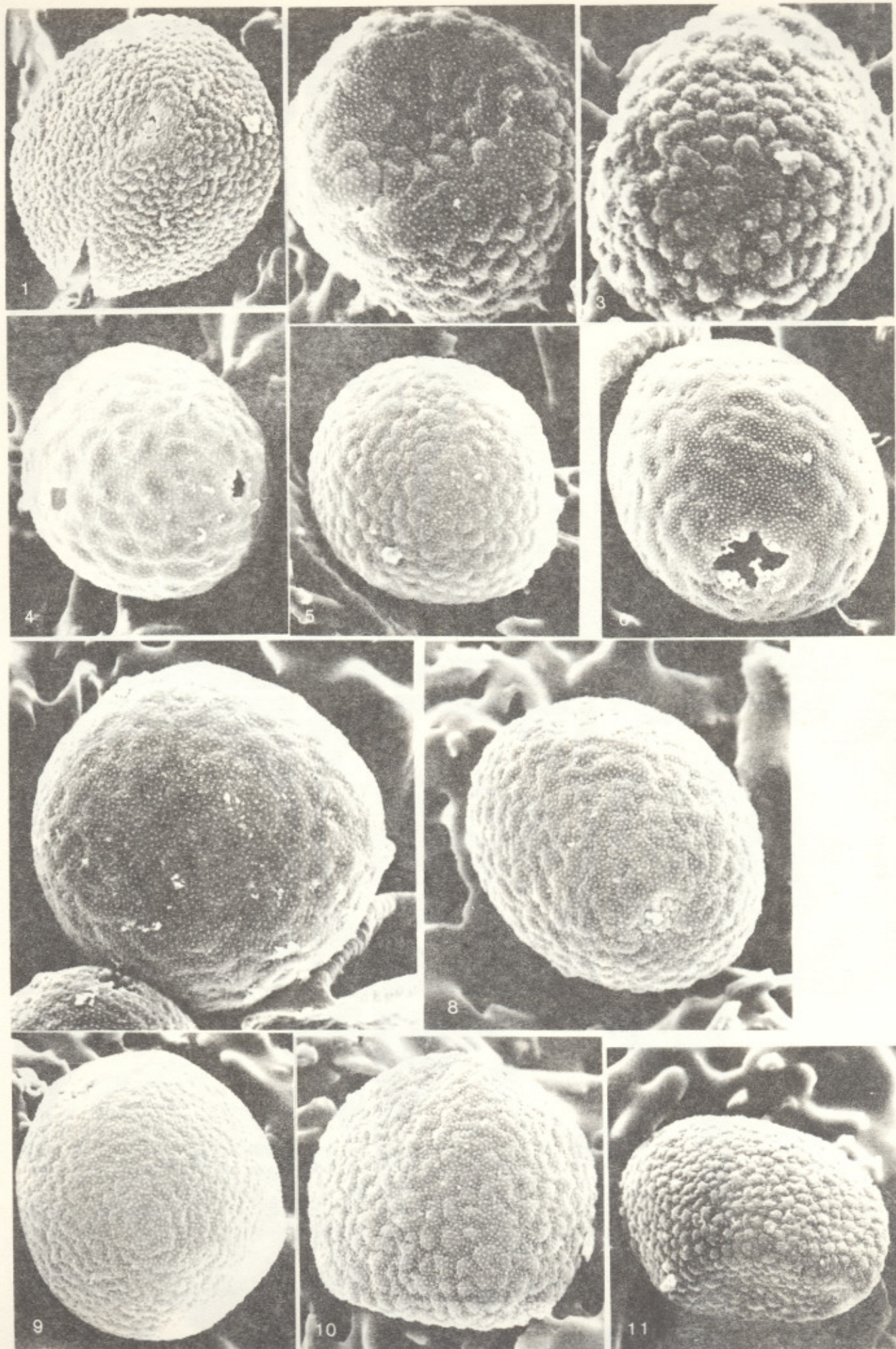


PLATE II

- 12., 13. *P. linearis* HBK  
x 2000, HdV 4376
14. *P. linearis* HBK  
x 2000, HdV 4248
- 15., 16. *P. linearis* HBK var. *agrostophylla* (Decne.) Pilger  
x 2000, HdV 4416
- 17., 20. *P. rigida* HBK  
x 2000, HdV 4421
- 18., 19., 20. *P. rigida* HBK  
21 x 2000, HdV 4420

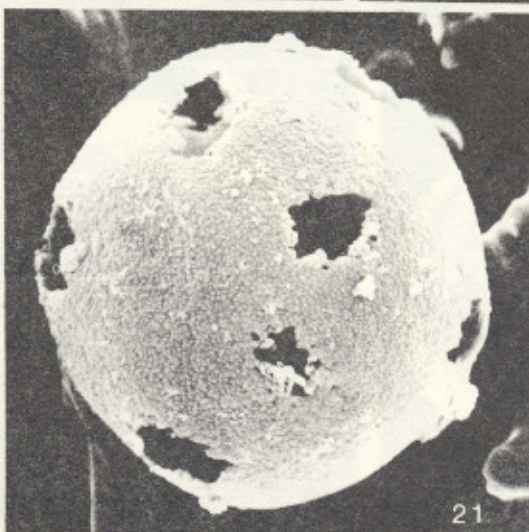
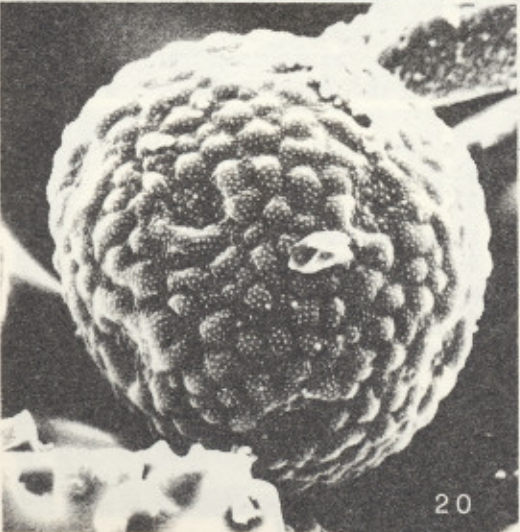
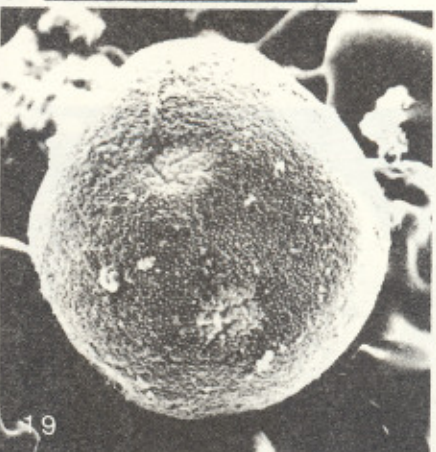
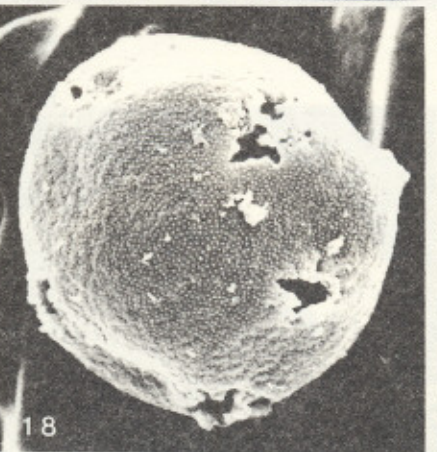
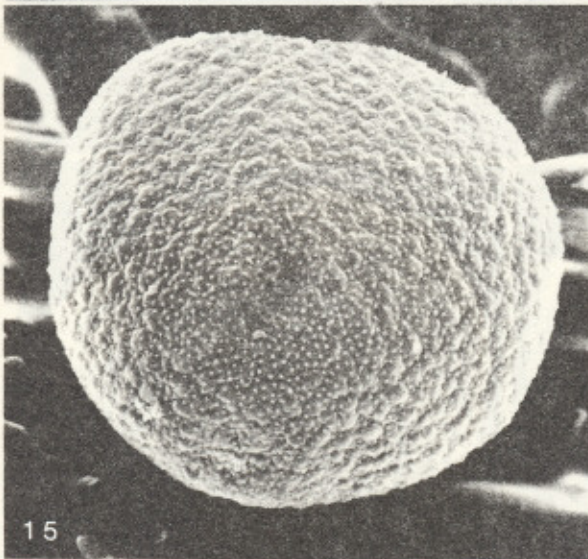
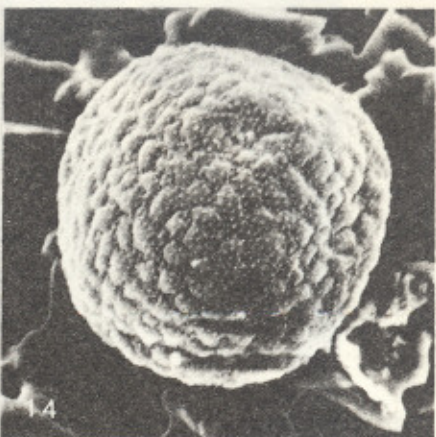
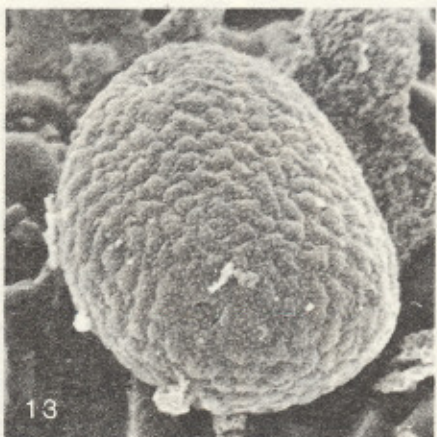


PLATE III

22. *P. rigida* HBK  
x 2000, HdV 4421
23. *P. rigida* HBK  
x 2000, HdV 4420
24. 27. *P. australis* Lam. ssp. *oreades* (Decne.) Rahn  
x 2000, HdV 4414
25. *P. australis* Lam. ssp. *hirtella* (HBK) Rahn  
x 2000, HdV 4415
26. *P. australis* Lam. ssp. *oreades* (Decne.) Rahn  
x 2000, HdV 4251
- 28., 29. *P. australis* Lam. ssp. *oreades* (Decne.) Rahn  
x 2000, HdV 4411
30. *P. australis* Lam. ssp. *oreades* (Decne.) Rahn  
x 2000, HdV 4412
- 31., 32. *P. australis* Lam. ssp. *sodiroana* (Pilger) Rahn  
x 2000, HdV 4369

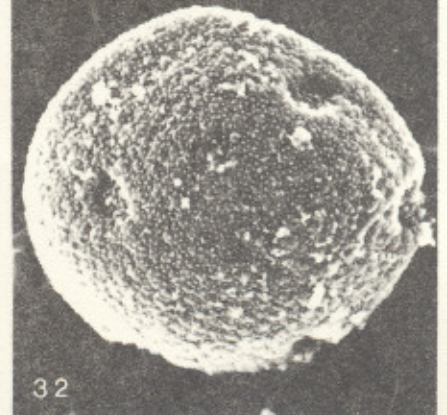
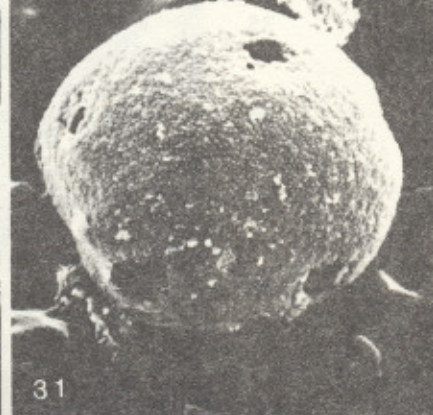
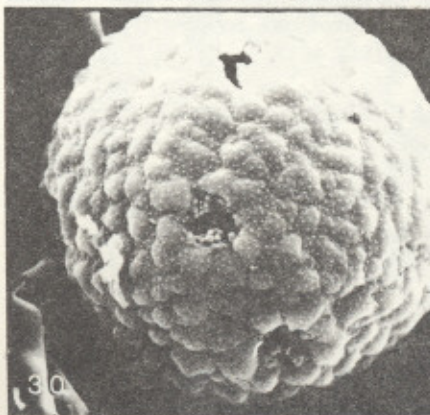
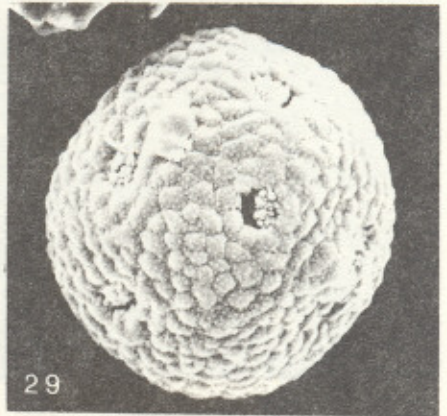
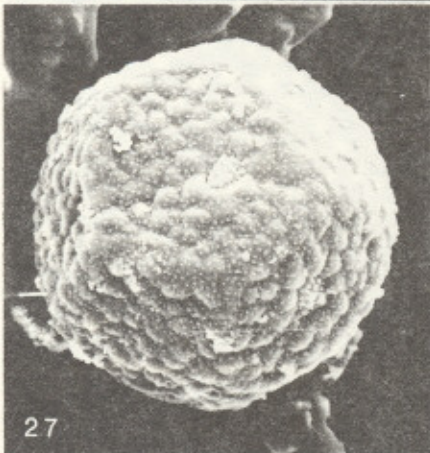
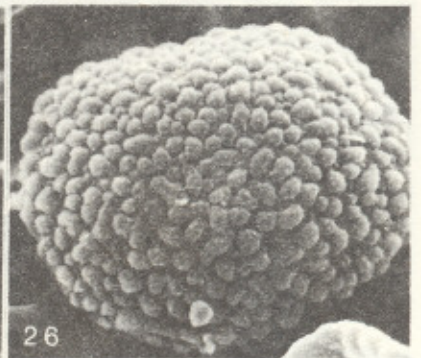
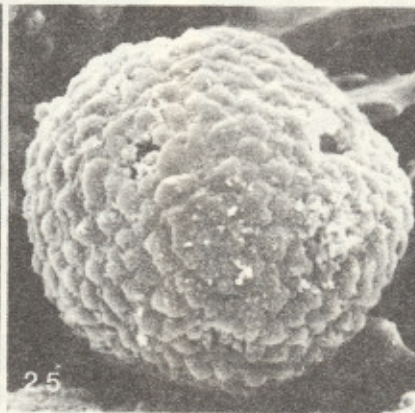
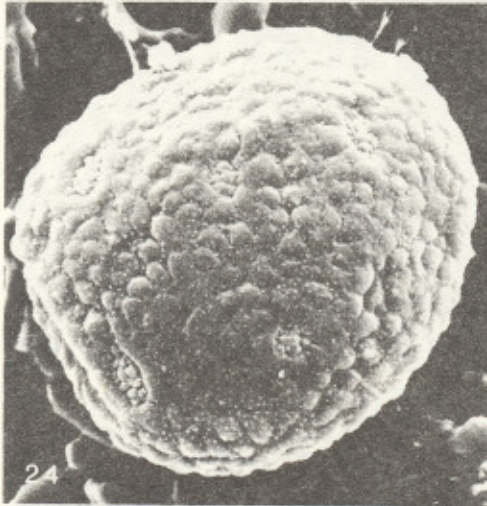
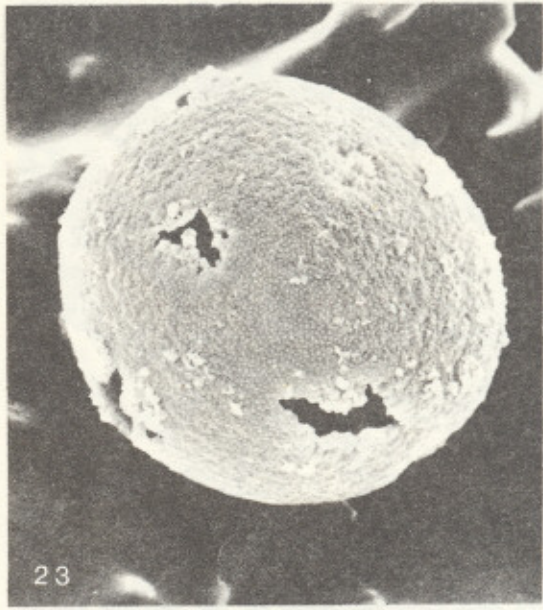
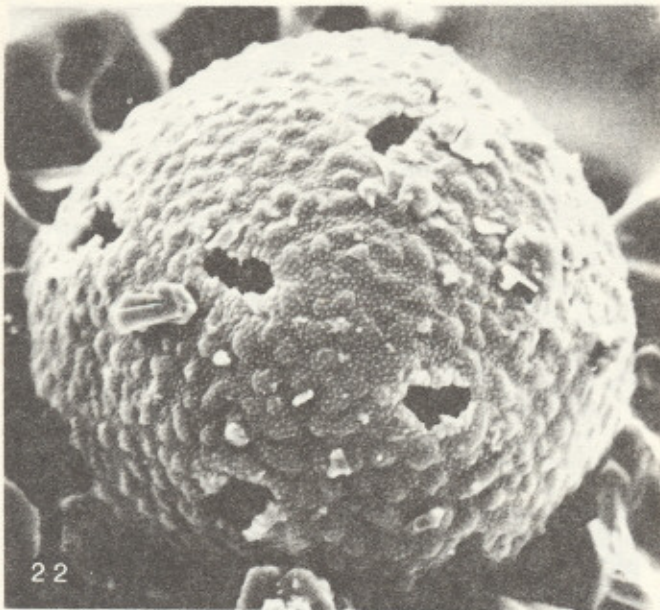


PLATE IV

33. *P. sericea* HBK ssp. *argyrophylla* (Decne.) Rahn\*  
x 10,000, HdV 4247
34. *P. sericea* HBK ssp. *argyrophylla* (Decne.) Rahn\*  
x 10,000, HdV 4250
35. *P. sericea* Ruiz & Pavón ssp. *sericans* (Pilger)  
Rahn\*\* x 10,000, HdV 4418
36. *P. sericea* Ruiz & Pavón ssp. *perreymondii* (Barn.)  
Rahn x 10,000, HdV 4370
- 37., 38. *P. sericea* Ruiz y Pavón ssp. *sericea* var. *lanuginosa*  
Griseb. x 2000, HdV 4417
39. *P. sericea* Ruiz & Pavón ssp. *sericea* var. *sericea*  
x 10,000, HdV 4419

---

\* Previously erroneously identified as *P. nubigena* HBK

\*\* Previously erroneously identified as *P. monticola* Decne.

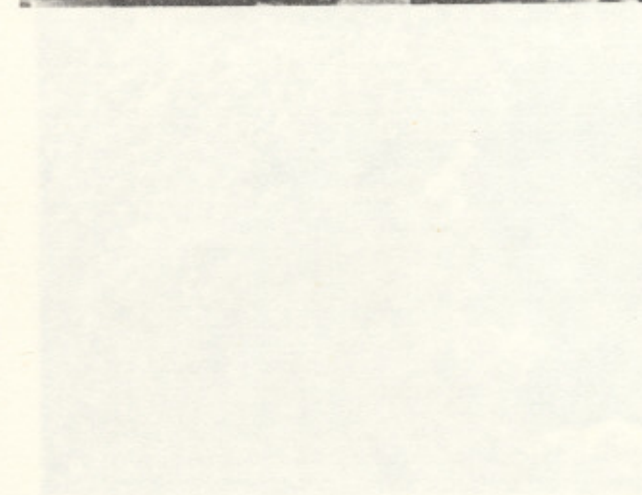
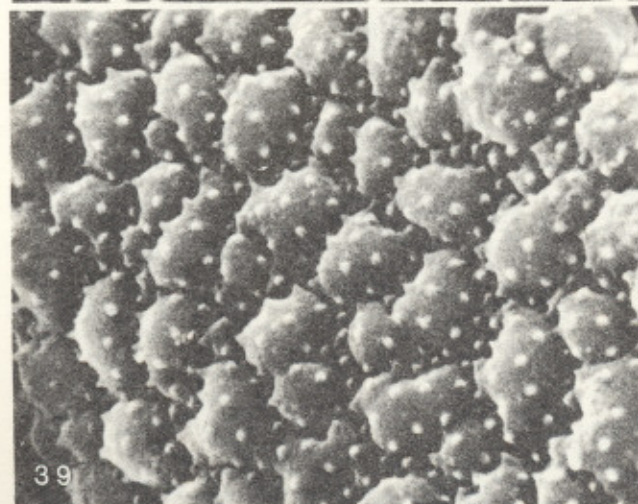
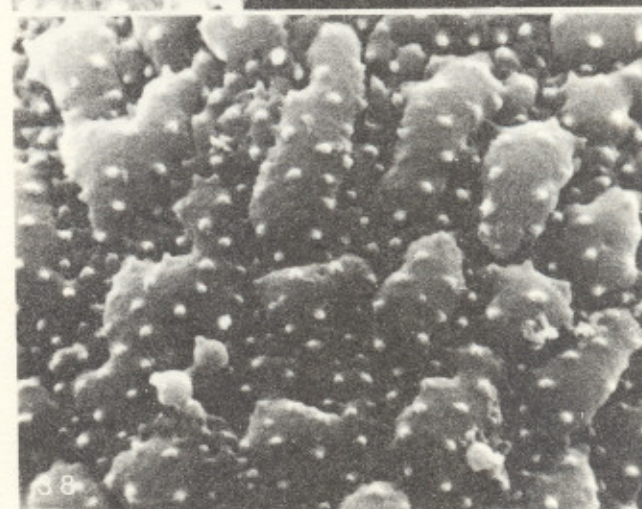
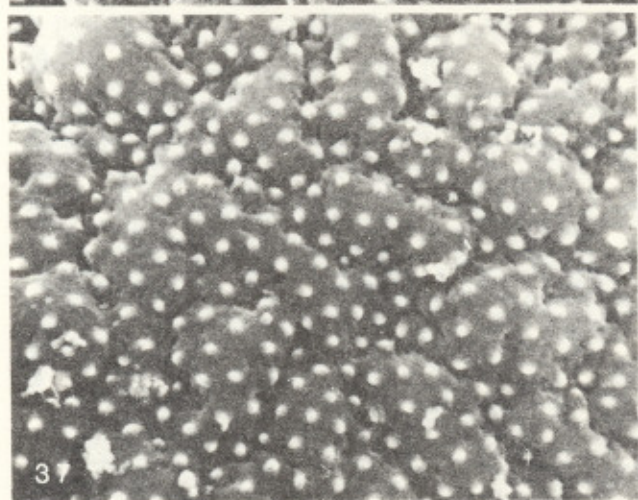
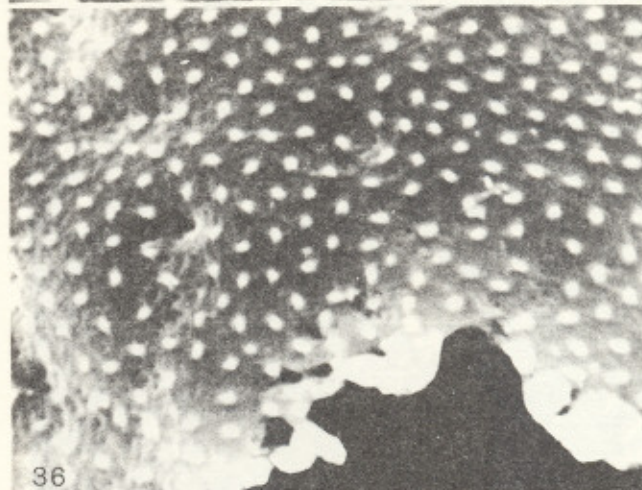
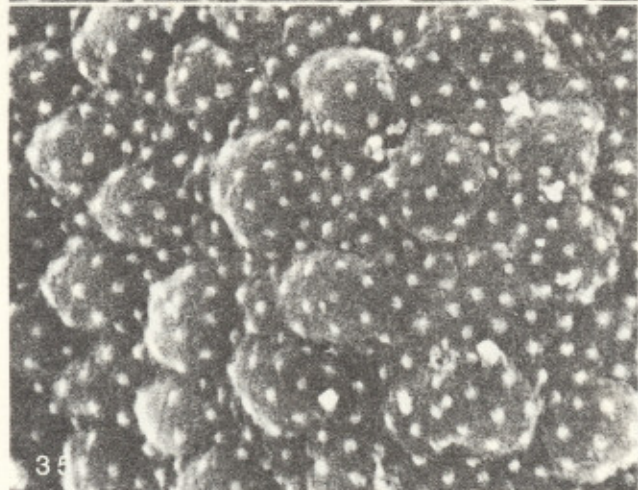
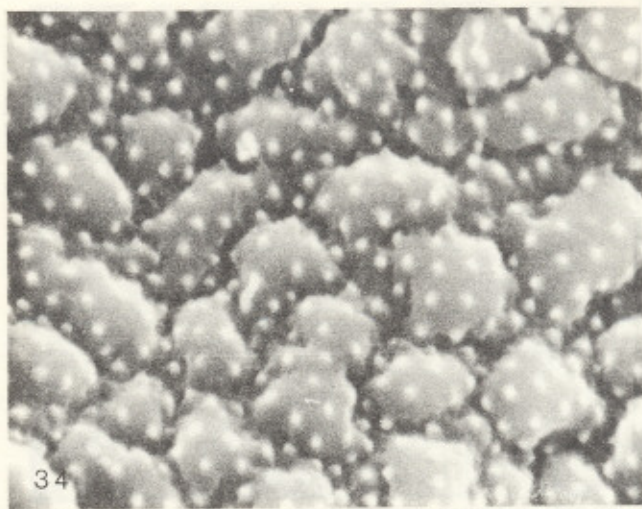
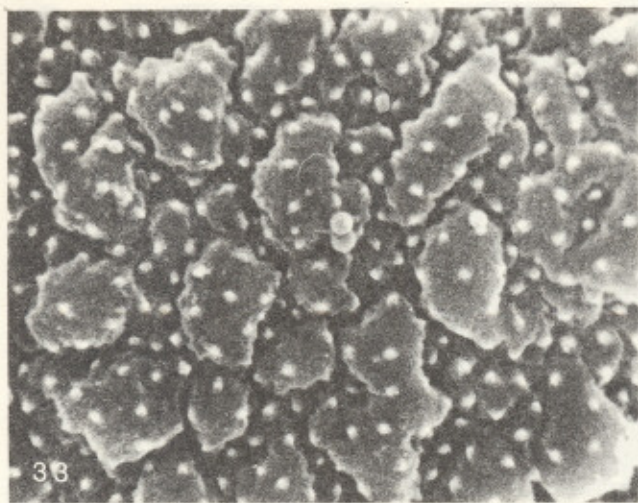


PLATE V

- 40., 41. *P. linearis* HBK  
x 10,000, x 5000, HdV 4376
42. *P. linearis* HBK  
x 10,000, HdV 4248
43. *P. linearis* HBK var. *agrostophylla* (Decne.) Pilger  
x 5000, HdV 4416
44. *P. rigida* HBK  
x 10,000, HdV 4421
45. *P. rigida* HBK  
x 10,000, HdV 4249
- 46., 47. *P. rigida* HBK  
x 10,000, HdV 4420

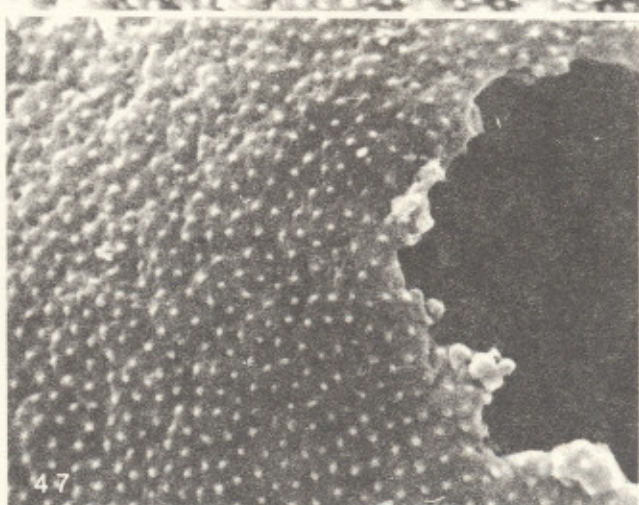
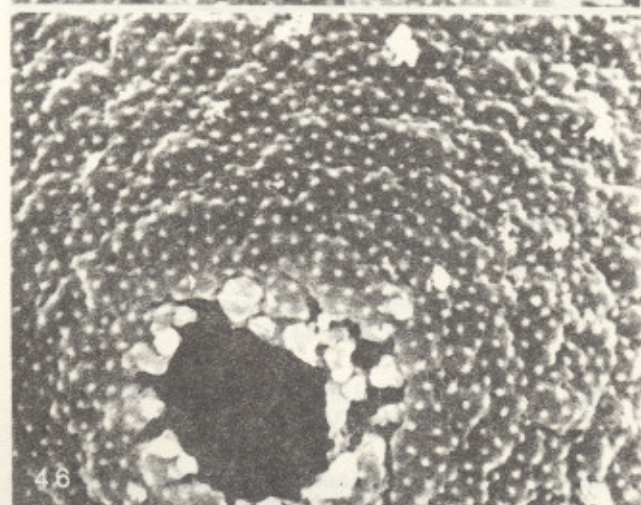
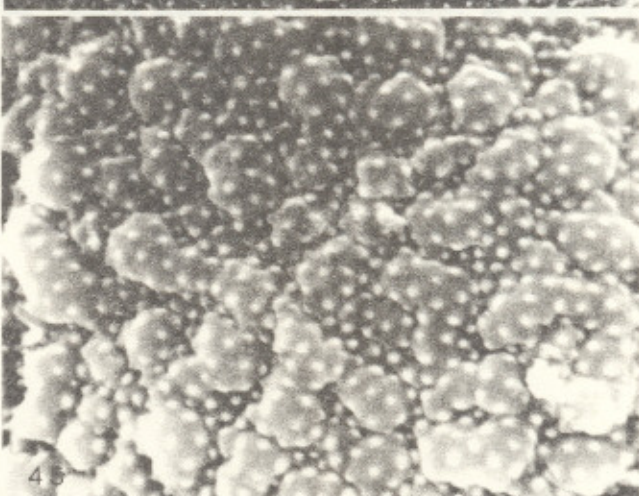
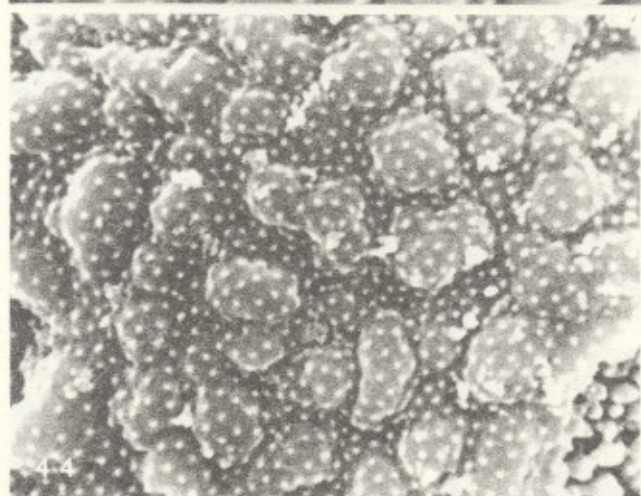
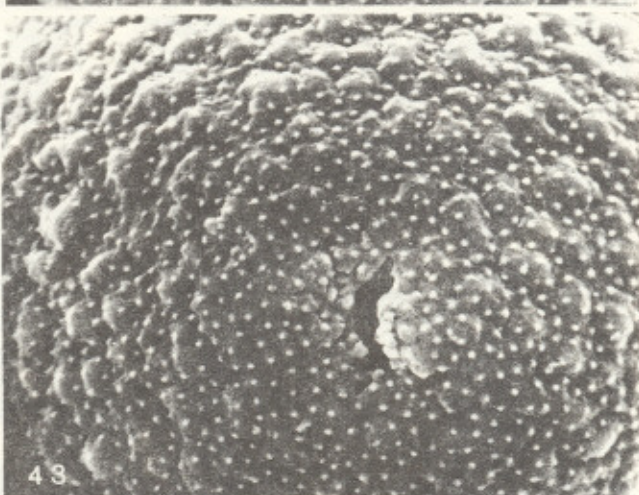
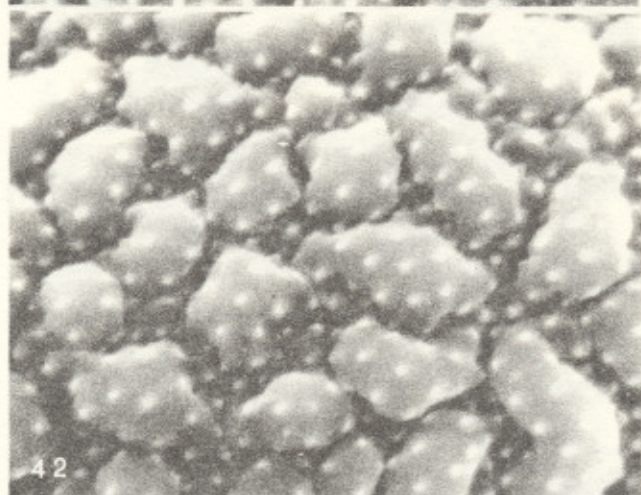
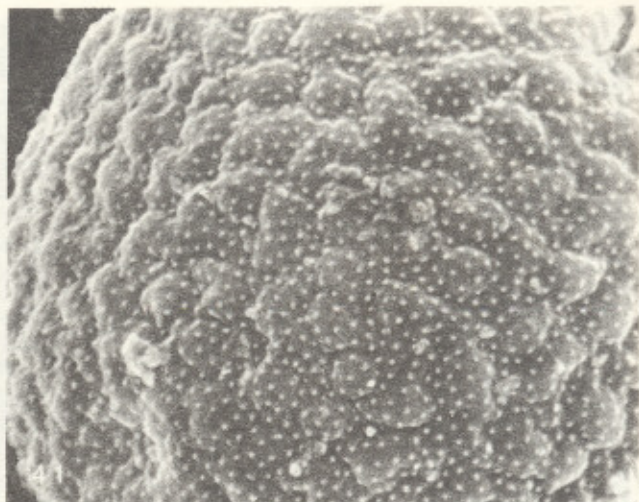
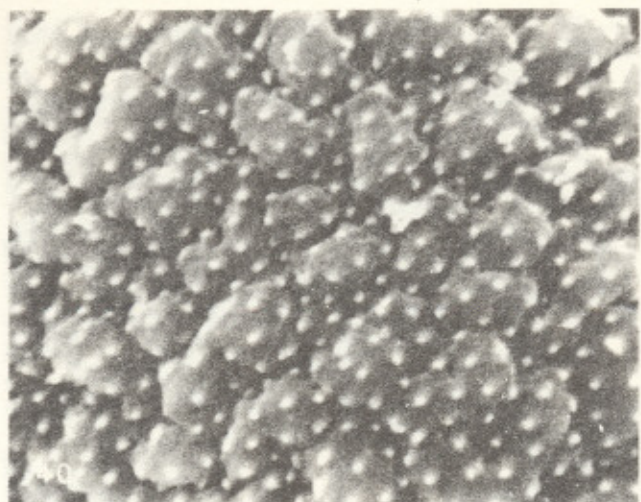


PLATE VI

- 48., 49. *P. australis* Lam. ssp. *oreades* (Decne.) Rahn  
x 10,000, HdV 4251
50. *P. australis* Lam. ssp. *oreades* (Decne.) Rahn  
x 10,000, HdV 4412
51. *P. australis* Lam. ssp. *oreades* (Decne.) Rahn  
x 10,000, HdV 4411
52. *P. australis* Lam. ssp. *sodiroyana* (Pilger) Rahn  
x 10,000, HdV 4369

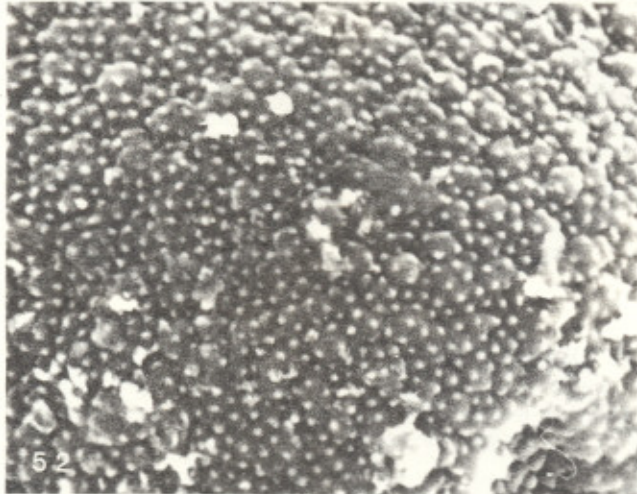
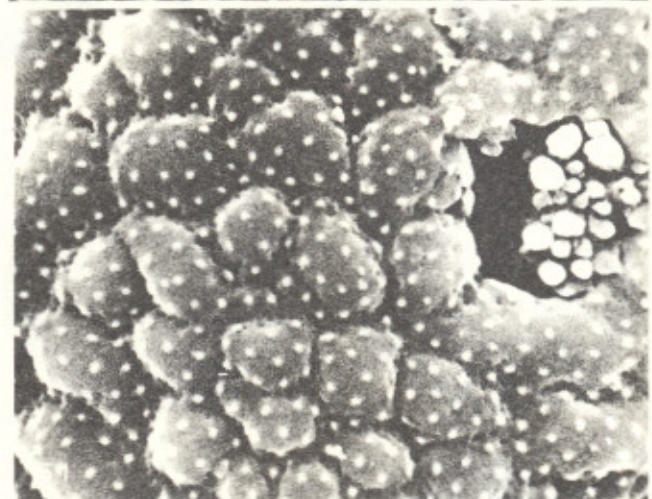
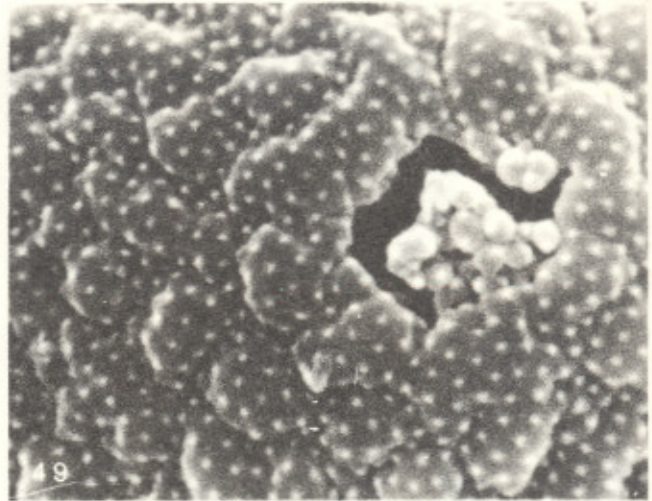
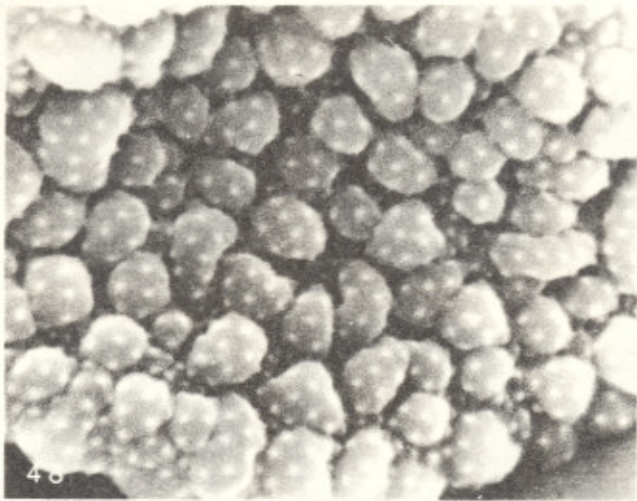


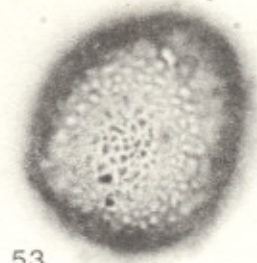
PLATE VII

- 53., 56. *P. sericea* HBK ssp. *argyrophylla* (Decne.) Rahn\*  
x 1000, HdV 2880
- 57., 61. *P. sericea* HBK ssp. *argyrophylla* (Decne.) Rahn\*  
x 1000, HdV 3096
- 62., 65. *P. sericea* Ruiz & Pavón ssp. *sericans* (Pilger)  
Rahn\*\* x 1000, HdV 4418
- 66., 69. *P. sericea* Ruiz & Pavón ssp. *perreymondii* (Barn.)  
Rahn x 1000, HdV 4370
- 70., 73. *P. sericea* Ruiz & Pavón ssp. *sericea* var. *lanuginosa*  
Griseb. x 1000, HdV 4417
- 74., 76. *P. sericea* Ruiz & Pavón ssp. *sericea* var. *sericea*  
x 1000, HdV 4419

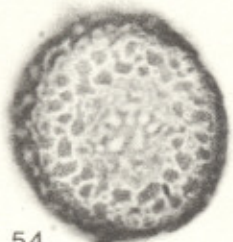
---

\* Previously erroneously identified as *P. nubigena* HBK

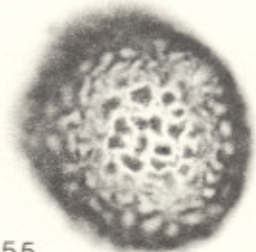
\*\* Previously erroneously identified as *P. monticola* Decne.



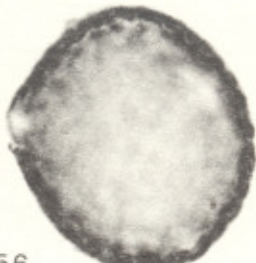
53



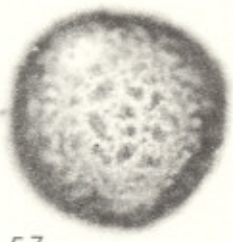
54



55



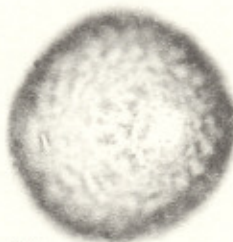
56



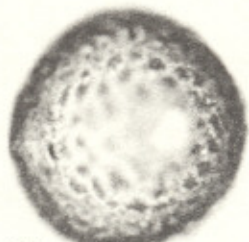
57



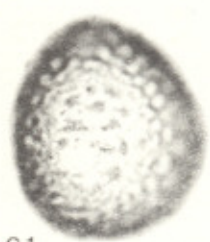
58



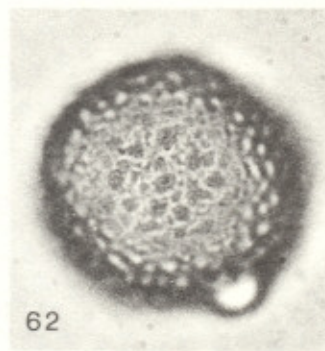
59



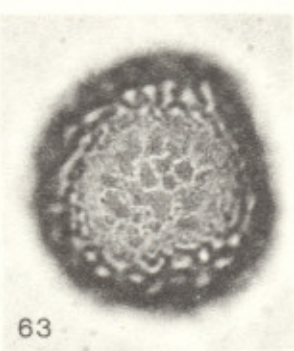
60



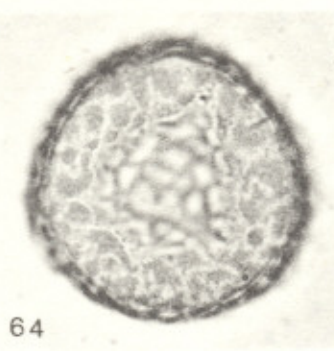
61



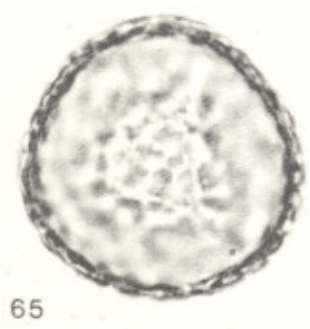
62



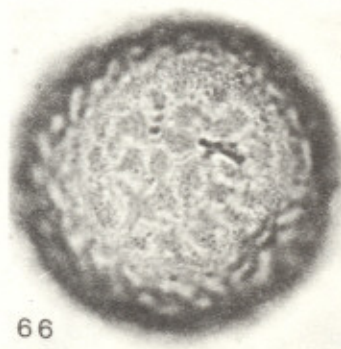
63



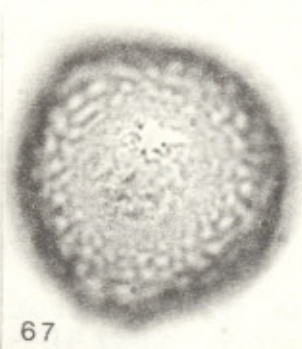
64



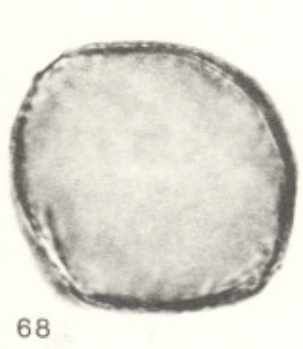
65



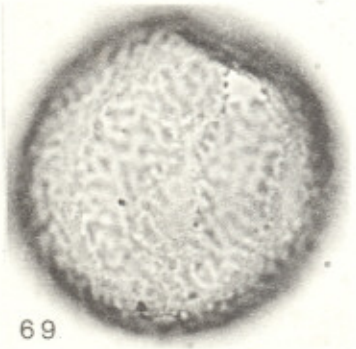
66



67



68



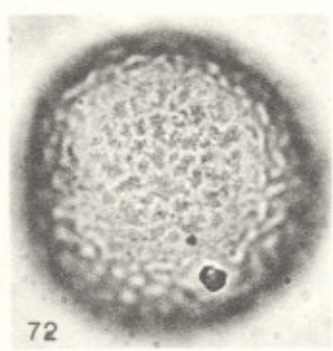
69



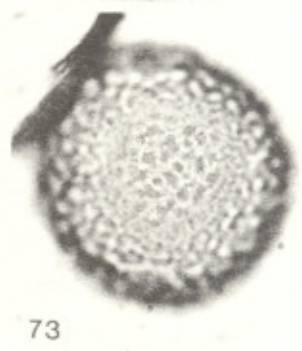
70



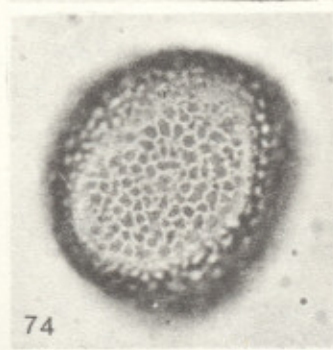
71



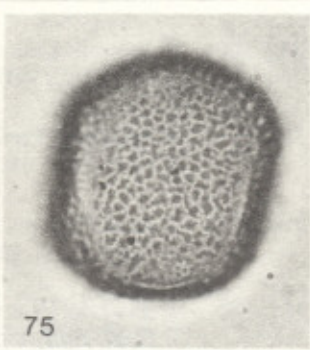
72



73



74



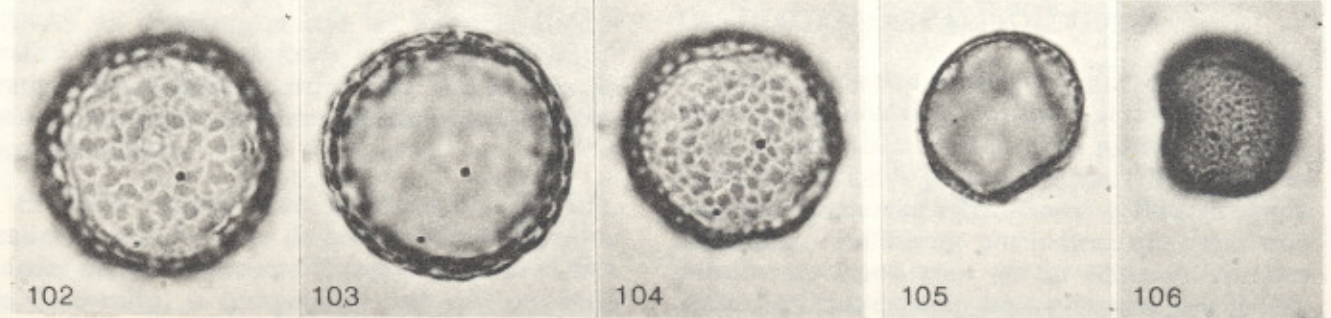
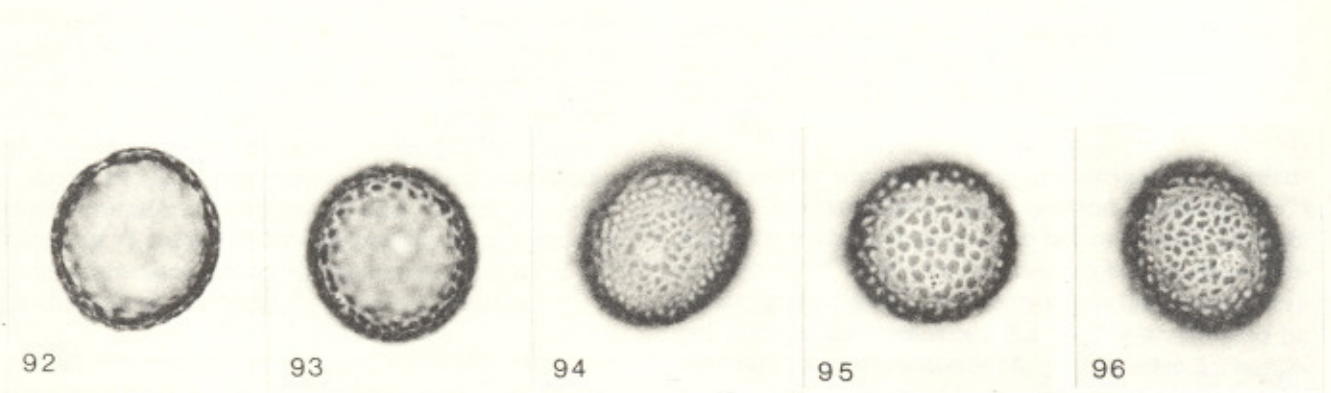
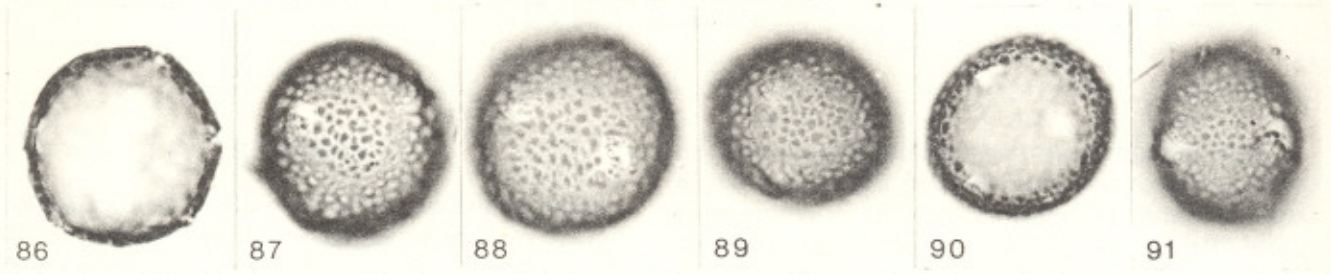
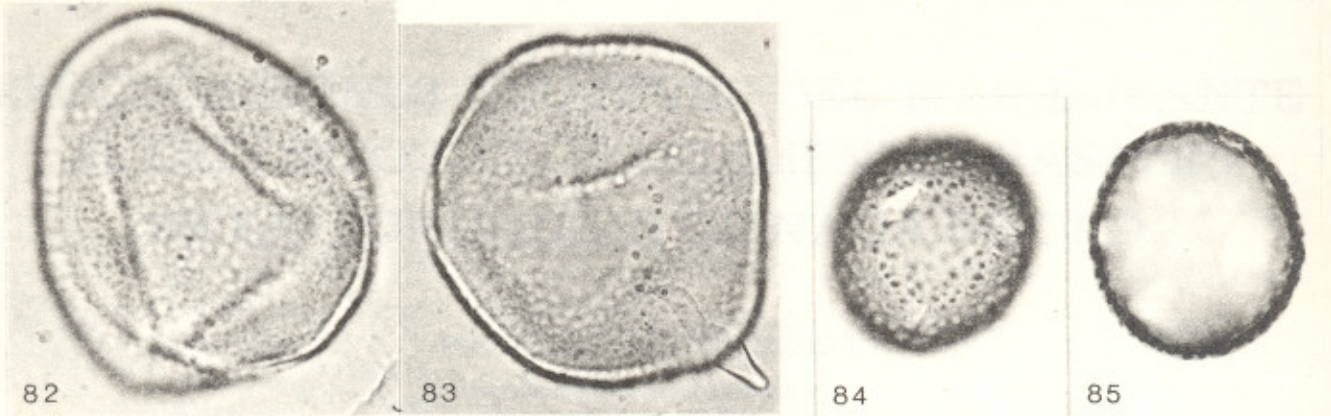
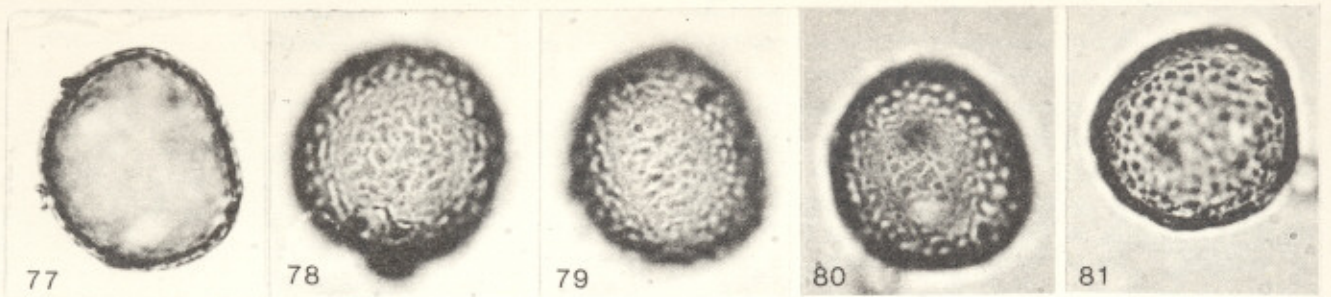
75



76

PLATE VIII

- 77., 79. *P. linearis* HBK  
x 1000, HdV 4376
- 80., 81. *P. linearis* HBK  
x 1000, HdV 4248
- 82., 83. *P. linearis* HBK var. *agrostophylla* (Decne.) Pilger  
x 1000, HdV 4416
- 84., 88. *P. rigida* HBK  
x 1000, HdV 3097
- 89., 91. *P. rigida* HBK  
x 1000, HdV 3741
- 92., 96. *P. australis* Lam. ssp. *oreades* (Decne.) Rahn  
x 1000, HdV 2338
- 97., 100. *P. australis* Lam. ssp. *oreades* (Decne.) Rahn  
x 1000, HdV 4098
101. *P. australis* Lam. ssp. *oreades* (Decne.) Rahn  
x 1000, HdV 4411
- 102, 104. *P. australis* Lam. ssp. *sodiroana* (Pilger) Rahn  
x 1000, Rahn, cult. R 418
- 105, 106. *P. australis* Lam. ssp. *sodiroana* (Pilger) Rahn  
x 1000, HdV 4369



# FLUCTUACIONES DEL NIVEL DEL MAR DURANTE EL DEPOSITO DE LOS SEDIMENTOS BASALES DE LA FORMACION CIENAGA DE ORO

Por HERNANDO DUEÑAS J.

Instituto Nacional de Investigaciones  
Geológico Mineras, INGEOMINAS  
A. A. 52514. Bogotá, D. E.

## RESUMEN

Se describen y discuten las asociaciones palinológicas provenientes de muestras de núcleos (corazones) recuperados durante la perforación del pozo estratigráfico Montería - 01; el cual atravesó los sedimentos basales de la Formación Ciénaga de Oro en el área de Campanito. Al interpretar los diagramas palinológicos se concluye que los cambios que se observan en las asociaciones palinológicas a lo largo de la secuencia estratigráfica estudiada, probablemente corresponden con variaciones ecológicas en el medio del depósito, las cuales pueden ser interpretadas como fluctuaciones del nivel del mar durante el depósito de estos sedimentos.

En la parte B de la secuencia estratigráfica, las variaciones en las asociaciones palinológicas (variaciones florísticas) son el reflejo de dos períodos de transgresión.

Se describen siete nuevas especies de Polen Fossil.

## INTRODUCCION

Como parte del programa de Evaluación de la Cuenca Carbonífera del Ciénaga de Oro, el INGEOMINAS en cooperación con las Naciones Unidas realizó varias perforaciones a lo largo de la carretera Montería-Planetarrica (Fig. 1); algunas de estas perforaciones tuvieron carácter más estratigráfico que minero.

El pozo estratigráfico Montería-01 (MO-01), realizado con el objeto de perforar los sedimentos basales de la Formación Ciénaga de Oro en el área de Campanito, se compone de una serie continua

de corazones (núcleos) de una longitud total de 87,50 metros. La perforación atravesó arenas, conglomerados, arcillas carbonosas y algunos mantos de carbón pertenecientes a la Formación Ciénaga de Oro; los tres metros inferiores de la secuencia estratigráfica perforada se componen de arcillas y arenas micáceas pertenecientes a la Formación San Cayetano Superior (Miembro Areniscas de Trementino).

La fuerte inclinación que presentan los sedimentos de la Formación San Cayetano Superior (75°) respecto a los sedimentos de la Formación Ciénaga de Oro (10° - 15°) en los núcleos recuperados, pone de manifiesto la relación discordante existente entre estas dos unidades. La geología del área ha sido publicada recientemente por *Dueñas & Duque-Caro* (1981). El estudio palinológico de los sedimentos del tope de la Formación Ciénaga de Oro (Pozo Q-E 22) fue publicado por *Dueñas* (1980).

De 45 muestras de arcillas carbonosas y carbones preparadas para análisis palinológicos, 21 de ellas presentaron asociaciones palinológicas que permitieron efectuar estudios cuantitativos y el presente trabajo discute los resultados obtenidos.

## LOS DIAGRAMAS PALINOLOGICOS

Tanto el registro sedimentológico como las asociaciones palinológicas obtenidas al estudiar los núcleos, de las cuales forman parte palinomorfos con claras indicaciones paleoecológicas tales como *Zonocostites ramonae* (*Rizophora*) y *Psilatricolporites crassus* (*Pelliciera*), nos indican que estos sedimentos se depositaron en un ambiente deltáico dentro del cual existían áreas propicias para el desa-

rollo de vegetación de manglar, y que las variaciones florísticas que se observan al estudiar la secuencia estratigráfica probablemente correspondan a variaciones en la salinidad del medio de depósito, lo cual se puede interpretar como fluctuaciones relativas en el nivel del mar, las cuales produjeron migraciones de los cinturones de la vegetación del manglar. Por ello se decidió dibujar diversos tipos de diagramas con el ánimo de obtener una representación gráfica de estas variaciones florísticas (paleoecológicas).

En la figura 2, el diagrama inmediatamente a la derecha de la columna estratigráfica es una adaptación del diagrama tipo P.A.F. (palmas, angiospermas, helechos) en donde se hace resaltar la presencia de *Zonocostites ramonae*. En la parte B de los diagramas la presencia de *Zonocostites ramonae* podría ser indicativa de un desarrollo cíclico.

En el diagrama central (esporas) el ancho del diagrama representa el 100% del porcentaje de las esporas en las asociaciones palinológicas. En buena parte de la división A del diagrama se observa que *Psilamonoletes tibui* es la spora dominante mientras que en buena parte de la división B del diagrama *Verrucatosporites usmensis* es la dominante. Importante desde el punto de vista estratigráfico es la presencia a lo largo del diagrama de *Cicatricosisporites dorogensis*.

En el tercer diagrama (palmas), el ancho del diagrama representa el 100% del porcentaje de las palmas en las asociaciones palinológicas. *Psilamonocolpites medius* es la palma dominante en la parte A del diagrama mientras que en la parte B *Mauritiidites franciscoi* asume en parte este papel. Es interesante hacer notar que *Psilamonocolpites medius* juega en los diagramas un papel semejante al de *Psilamonoletes tibui* mientras que *Mauritiidites franciscoi* es dominante en donde *Verrucatosporites usmensis* lo es.

A la derecha del diagrama de palmas, se presenta la distribución vertical de todos los elementos que forman parte de las asociaciones palinológicas.

La parte B de la secuencia estratigráfica es la que desde el punto de vista palinológico presenta más interés. Teniendo como base:

- La composición de las asociaciones palinológicas.
- La presencia de *Zonocostites ramonae*.
- El registro sedimentológico.

Se decidió dividir esta parte en cinco zonas.

**ZONA I.** Se caracteriza por el notorio dominio de las angiospermas y la ausencia de *Zonocostites ramonae*. *Striatricolpites catatumbus* y *Syntricolpites gonzalezii* alcanzan sus máximos. El registro sedimentológico muestra arenas con intercalaciones de arcillas.

**ZONA II.** Se caracteriza por la presencia de *Zonocostites ramonae* y *Psilatricolpites crassus*. En

las esporas, *Psilatricolpites guaduensis*, alcanza su máximo desarrollo. Sedimentos finos se hacen presentes en esta zona.

**ZONA III.** En esta zona las palmas alcanzan su máximo desarrollo, siendo mínima la presencia de *Zonocostites ramonae*. En los helechos *Verrucatosporites usmensis* es dominante, alcanzando *Cicatricosisporites dorogensis* su máximo valor en el diagrama. Sedimentos arenáceos gruesos y mantos de carbón se presentan en la columna estratigráfica.

**ZONA IV.** De nuevo *Zonocostites ramonae*, en estrecha asociación con sedimentos finos, es dominante. Los helechos y las palmas alcanzan valores bajos.

**ZONA V.** Las angiospermas vuelven a dominar siendo nula la presencia de *Zonocostites ramonae*. En los helechos *Psilamonoletes tibui* es el dominante, correspondiendo en las palmas este papel a *Psilamonocolpites medius*. Sedimentación gruesa con mantos de carbón en el tope forman el registro sedimentológico.

## INTERPRETACION DE LOS DIAGRAMAS PALINOLOGICOS

González (1967) quien estudió palinológicamente la Formación Mirador en el área de Tibú reconoció una vegetación con elementos de manglar durante el Eoceno. En su trabajo, González propone una sucesión de zonas florísticas para esta vegetación eocénica, la cual consideramos, es aplicable para el presente estudio. La sucesión florística propuesta por González comprende:

- Zona costera con pantanos y ciénagas de aguas saladas o salobres con una vegetación principalmente de *Brevitricolpites*, algunos helechos y algunas palmas.
- Zona de pantanos y ciénagas con agua dulce (localmente salobre) con vegetación de bosque de palmas (*Mauritia*) y la presencia de algunos helechos.
- Zona de pantanos y ciénagas de agua dulce con vegetación de bosque de palmas (*Psilamonocolpites medius*) localmente asociado a helechos.
- Zona de bosque con posible desarrollo local de áreas con elementos de sabana.

Estas zonas de vegetación pueden migrar en ambas direcciones, hacia el mar o tierra adentro, presumiblemente como resultado de variaciones en el nivel del mar.

La zonificación propuesta por González (1967) para la vegetación del Eoceno del área de Tibú, se considera aplicable para el presente trabajo, con las siguientes observaciones:

- En la zona costera el grupo *Brevitricolpites*, dominante durante el Eoceno, es reemplazado en el

Oligoceno por *Zonocostites ramonae*. *Psilatricolporites crassus* que durante el Eoceno es un elemento importante en las asociaciones palinológicas, pierde su importancia en el Oligoceno y acompaña en forma esporádica a *Zonocostites ramonae*. Esta zona costera corresponde a lo que Muller (1959) denomina Bosque de Manglar. "Es interesante hacer notar que en la actualidad algunas especies de *Rhizophora* penetran, bordeando las orillas, río arriba y hasta se encuentran en agua aparentemente dulce (Hernández, 1976)".

- b) En la segunda zona propuesta por González, el bosque de *Mauritia* va acompañado de helechos. En los diagramas observamos que el helecho que preferencialmente acompaña a esta palma es el *Verrucatosporites usmensis*. Esta zona podría corresponder con lo que Muller (1959) denominó "Morichales" o "pantano de palmas".
- c) El helecho que preferencialmente acompaña en nuestros diagramas al bosque de *Psilamonocolpites* es el *Psilamonoletes tibui*.
- d) La zona de bosque corresponde en nuestros diagramas al dominio de las angiospermas en las asociaciones palinológicas.

Adicionalmente a las zonas florísticas propuestas por González (1967), la presencia de *Cicatricosisporites dorogensis*, que Germeraad et al (1968) relacionan directamente con los géneros *Aneimia* y *Nohria*, podría estar indicando áreas con vegetación semi-árida relacionadas probablemente con dunas.

La figura 3, basada en la zonificación palinológica de la parte B de la sección y en las zonas florísticas propuestas por González (1967), representa en forma esquemática los cambios florísticos ocurridos en la Cuenca del Ciénaga de Oro, durante el depósito de estos sedimentos, y en los cuales se reflejan dos períodos de transgresión.

La presencia de *Cicatricosisporites dorogensis* en asociación con *Zonocostites ramonae* y *Verrucatosporites usmensis*, así como la ausencia de *Retibrevitricolpites triangulatus* y *Echitriporites trianguliformis* nos permiten asignar una edad Oligoceno a los sedimentos basales de la Formación Ciénaga de Oro en el área de Campanito.

## PARTE SISTEMÁTICA

La mayor parte de las especies de polen y esporas fósiles mencionadas en el presente trabajo ha sido reportada, ilustrada y descrita en publicaciones anteriores (Germeraad et al, 1968; Da Silva Pares et al, 1974; González., 1967; Van der Hammen & Wijmstra, 1964; Wijmstra, 1971; Leidelmeier, 1966; Dueñas, 1980-1980 a).

A continuación se describen las especies de polen fósil que se consideran nuevas; los términos utilizados en esta descripción, especialmente los sím-

bolos para descripción de Colpos y Poros ( $C \alpha 1$ , etc.) son los propuestos por Iversen & Troels Smith 1950.

Las coordenadas de localización corresponden al microscopio No. 593743 de la sección de Palinología del INGEOMINAS. Tanto las placas de estudio como las placas de granos aislados han sido depositadas en el museo geológico del Ingeominas en Bogotá.

## MONOCOLPATES

*Psilamonocolpites medius* Van der Hammen & García, 1966, p. 108

*Mauritiidites franciscoi* Van Hoeken-Klinkenberg, 1964, p. 213

*Echimonocolpites densus* González, 1967, p. 50.

*Scabramonocolpites bonus* nov. sp. Plancha 1, fig. 10.

Holotipo: Placa MO-01 74,501 loc: 30.3 x 11.2  
Descripción: Grano de polen monocolpado, Colpe  $C \alpha 1$ ,  $C \beta 2$ ,  $C \gamma 1$ .

Tipo escultural escabrado, elementos esculturales  $\leq 0.5 \mu$  de altura.

Espesor de la exina  $< 1 \mu$

Tamaño del holotipo 24  $\mu$ . Variación en tamaño 24-30 $\mu$ .

*Proxapertites minutus* Dueñas, 1980, p. 317.

## TRICOLPATES

*Psilatricolpites hilaris* nov. sp. Plancha 1, fig. 12

Holotipo: Grano aislado MO-01. 45

Grano de polen tricolpado, oblado a suboblado, Colpe  $C \alpha 1 b$ ,  $C \beta 2a$ ,  $C \gamma 1$ . Escultura psilada. Espesor de la exina  $\pm 1 \mu$  grano probablemente tectado.

Tamaño del Holotipo 20 $\mu$ . Variación en tamaño 17-23 $\mu$ .

Index pollinis 0.75. Index polaris 0.15. Index exinae 0.05.

*Psilatricolpites minutus* González; 1967, p. 27.

*Striatricolpites catatumbus* González, 1967, p. 30.

*Psilatricolpites facilis* nov. sp. Plancha 1, fig. 6.

Holotipo: Placa MO-01, 40.23I loc. 46 x 118

Grano de polen tricolpado, prolado, colpe:  $C \alpha 1 b$ ,  $C \beta 2a$ ,  $C \gamma 1$ , Colpe con margen. Escultura psilada. Espesor de la exina  $< 1 \mu$ . Granos probablemente tectados.

Tamaño del Holotipo 15 $\mu$ . Variación en tamaño 15-18 $\mu$ .

Index pollinis 1,45. Index polaris 0.27. Index Exinae 0.09.

*Retitricolpites venerabilis* nov. sp. Plancha 1, figs. 14 y 15.

Holotipo: Placa MO-01 36,30I loc: 35,7 x 109.8

Granos de polen tricolpados (tricolporados?), esféricos, Colpe C  $\alpha$  3, C  $\beta$  2, C  $\gamma$  1. Colpe con costas y pequeña constricción ecuatorial que sugiere la presencia de un poro. Escultura reticulada, homobrochada. Espesor de la exina  $\pm$  1  $\mu$ .

Tamaño del Holotipo 28 $\mu$ . Variación en tamaño 24-28 $\mu$ .

Index pollinis 1.0. Index polaris 0.20. Index exinae 0.03.

### TRICOLPORATES

*Psilatricolporites crassus* Van der Hammen & Wijmstra, 1964. p. 237

*Psilatricolporites operculatus* Van der Hammen & Wijmstra, 1964.p.236

*Psilatricolporites costatus* Dueñas, 1980.p.319

*Psilatricolporites transversalis*, Dueñas, 1980.p.319

*Psilatricolporites triangularis* Van der Hammen & Wijmstra, 1964.p.237

*Psilatricolporites varius* nov. sp. Plancha 1. Figs. 4 y 5

Holotipo: Placa MO-01 34,72 I Loc: 36,4 x 112. Plancha 1 Fig. 4

Grano de polen tricolporado, prolado hasta prolado-esferoidal Colpe C  $\alpha$  1, C  $\beta$  1, C  $\gamma$  1 Poro P  $\alpha$  b, P  $\beta$  2, P  $\gamma$  1. Escultura psilada. Espesor de la exina 1  $\mu$ . Granos probablemente tectados.

Tamaño del holotipo 17 $\mu$ . Variación en tamaño 12-17 $\mu$ .

Index pollinis 1.4 Index polaris 0.16, Index exinae 0.08.

*Psilatricolporites parvulus* nov. sp. Plancha 1, fig. 11

Holotipo: Placa MO-01 36,30 I Loc. 458 x 110

Grano de polen tricolporado, aferoidal, Colpe corto C  $\alpha$  1, C  $\beta$  2, C  $\gamma$  1, con presencia de un corte y ancho colpe transversal. Escultura psilada. Espesor de la exina 1  $\mu$ . Grano probablemente tectado.

Tamaño del Holotipo 21 $\mu$ . Variación en tamaño 20-33 $\mu$ .

Index pollinis 1.0 Index polaris 0.6. Index exinae 0.05.

*Retitricolporites hispidus* Van der Hammen & Wijmstra, 1964.p.235

*Retitricolporites irregulares* Van der Hammen & Wijmstra, 1964. p. 235

*Retitricolporites guianensis* Van der Hammen & Wijmstra, 1964.p.235

*Syntricolporites gonzalezii* Dueñas, 1980 a.p. 8. Plancha 1 figs. 8 y 9

*Syntricolporites hunterii*, Dueñas, 1980 a.p. 10 Plancha 1 fig. 7

*Zonocostites ramonae* Germeraad, Hopping & Muller, 1968.p.332

### TRIPORATES

*Scabra triporites obvius* nov. sp. Plancha 1, fig.13

Holotipo: Placa MO-01 36.00 II Loc. 44,1 x 114,4

Grano de polen triporado, sferoidal. Poros alargados P  $\alpha$  3, P  $\beta$  3b, P  $\gamma$  1. Escultura escabrada. Espesor de la exina 1  $\mu$ . Grano probablemente tectado. Poros con un débil ánuolo.

Tamaño del Holotipo 18 $\mu$ . Variación en tamaño 16-21 $\mu$ .

### PERIPORATES

*Scabraperiporites asymmetricus* Dueñas 1980 p. 326

*Verruperiporites denseverrucatus* Dueñas 1980 a.p. 14 Plancha 1, figs. 2 y 3

*Verruperiporites paucumverrucatus* Dueñas 1980 a. p. 15 Plancha 1, fig. 1

### PERICOLPORATES

*Perisyncolporites pokorny* Germeraad, Hopping & Muller, 1968.p.344

### STEPHANOCOLPORATES

*Psilastephanocolporites fissilis* Leidelmeyer 1966. p. 56

### MONOLETES

*Psilamonoletes tibui* Van der Hammen, 1956.p.166

*Verrucatosporites usmensis* Germeraad, Hopping & Muller, 1968.p.250

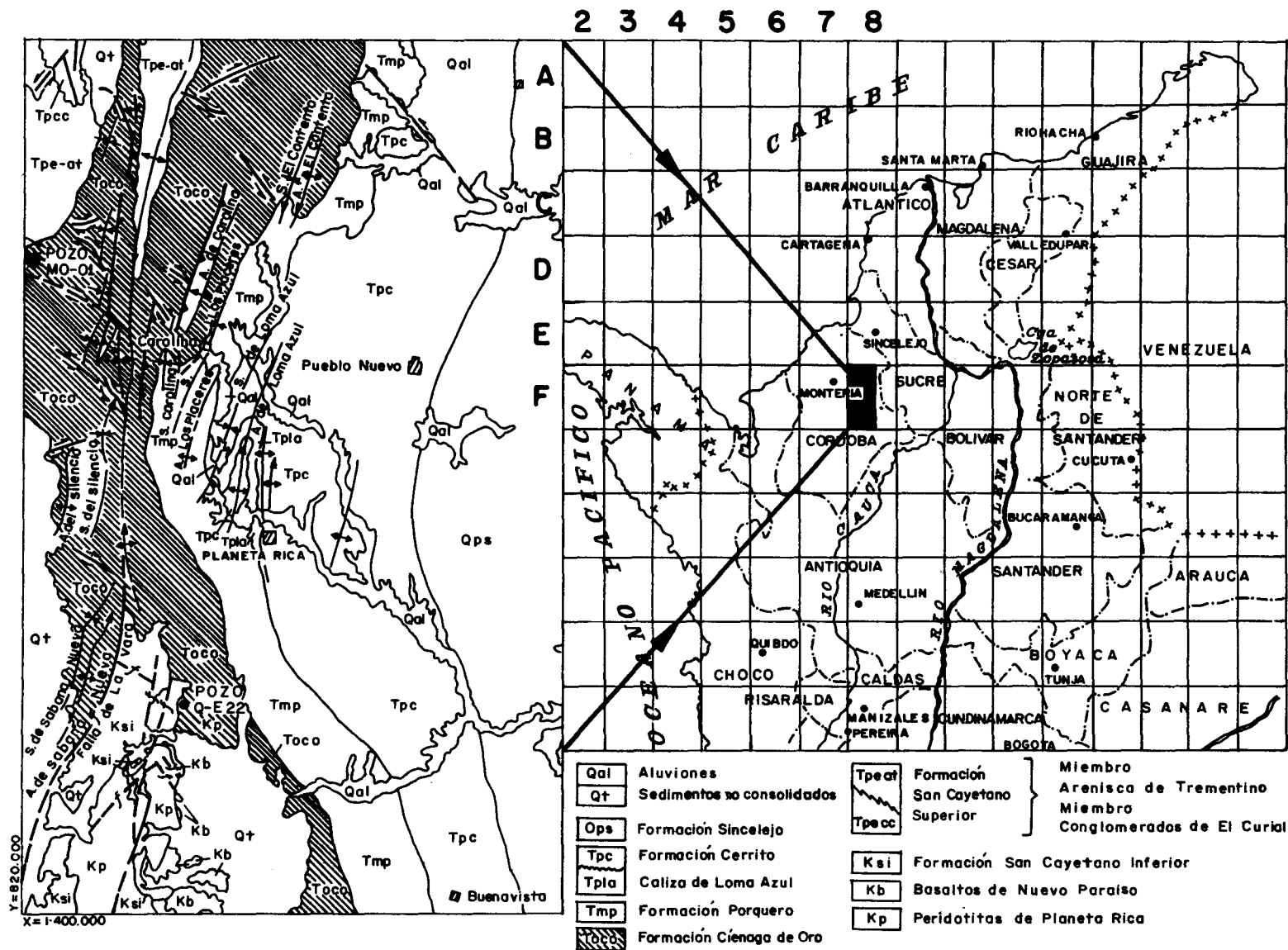
### TRILETES

*Cicatricosisporites dorogensis* Potonie & Gelletich, 1933, p 522

*Psilatriteles guaduensis* Van der Hammen, 1956.p. 114.

### AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar su sincero agradecimiento al profesor Dr. Thomas Van der Hammen por los comentarios y correcciones al manuscrito de este trabajo.

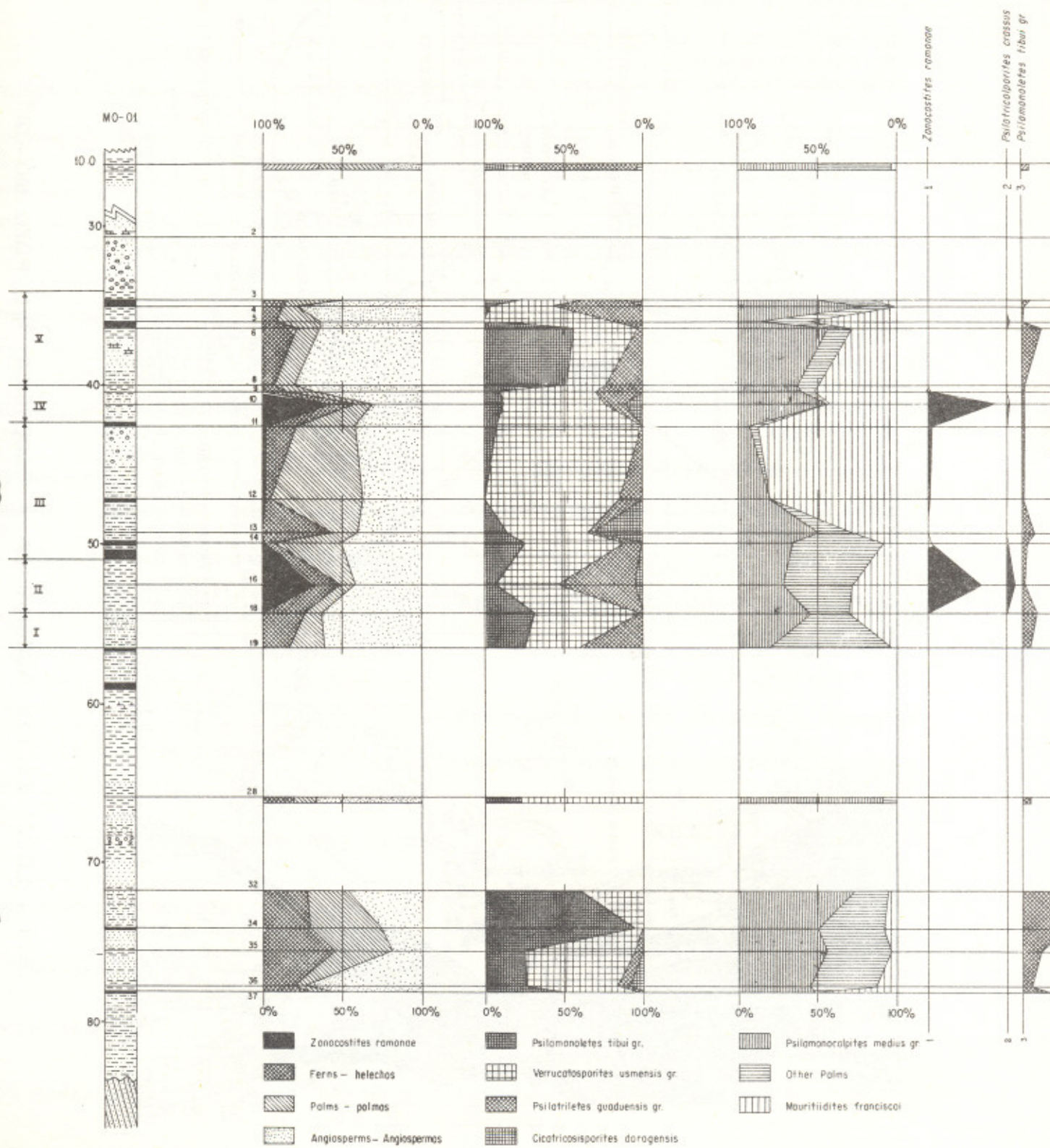


**FIG. 1 - LOCALIZACION GEOGRAFICA Y GEOLOGICA DEL POZO MO-OI\***  
**GEOGRAPHICAL AND GEOLOGICAL LOCATION OF MO-OI BORE HOLE**

C

B

A



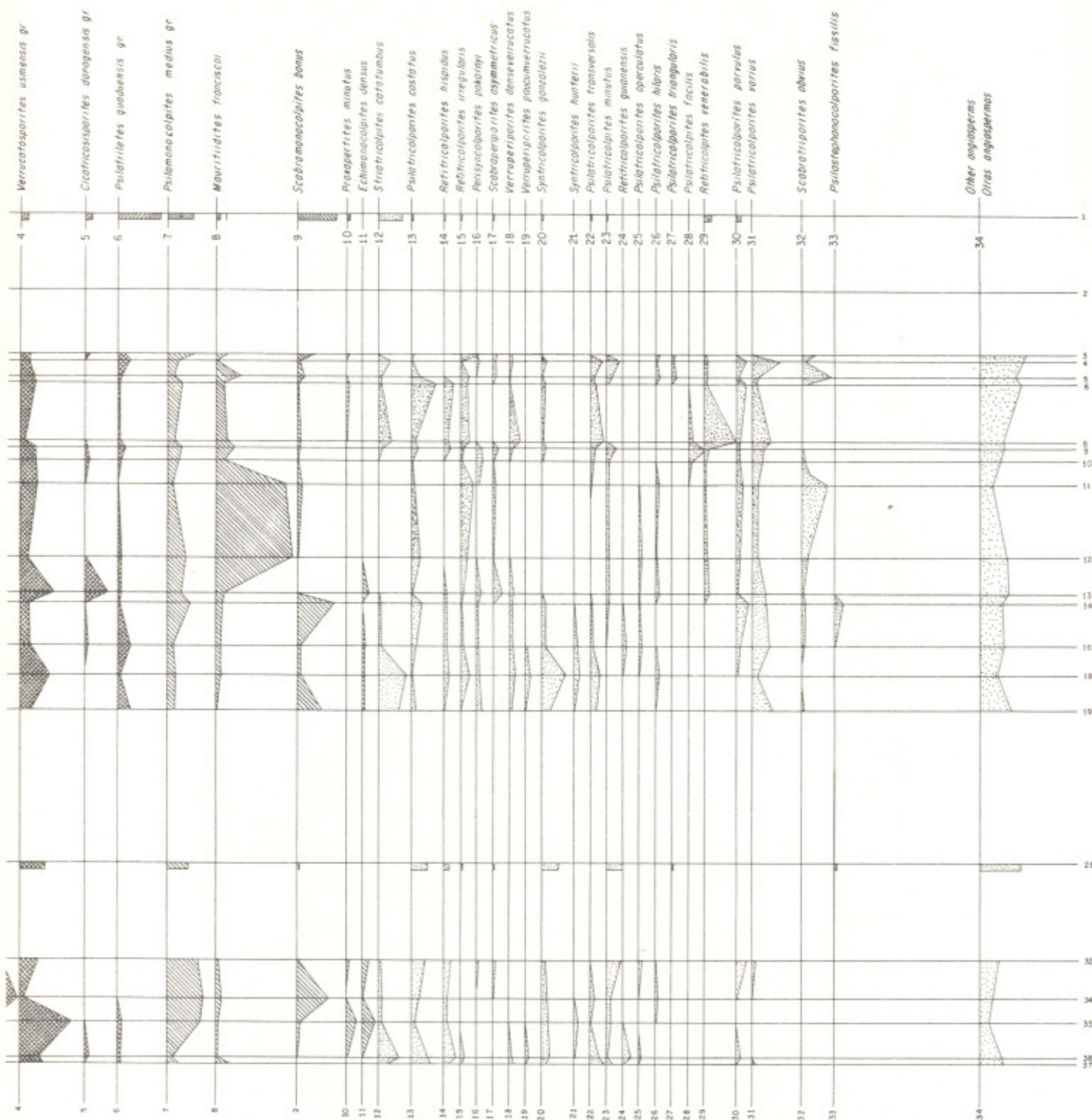


DIAGRAMA PALINOLOGICO POZO MO-01  
 PALYNOLOGICAL DIAGRAM BORE HOLE MO-01

# POZO MO-01

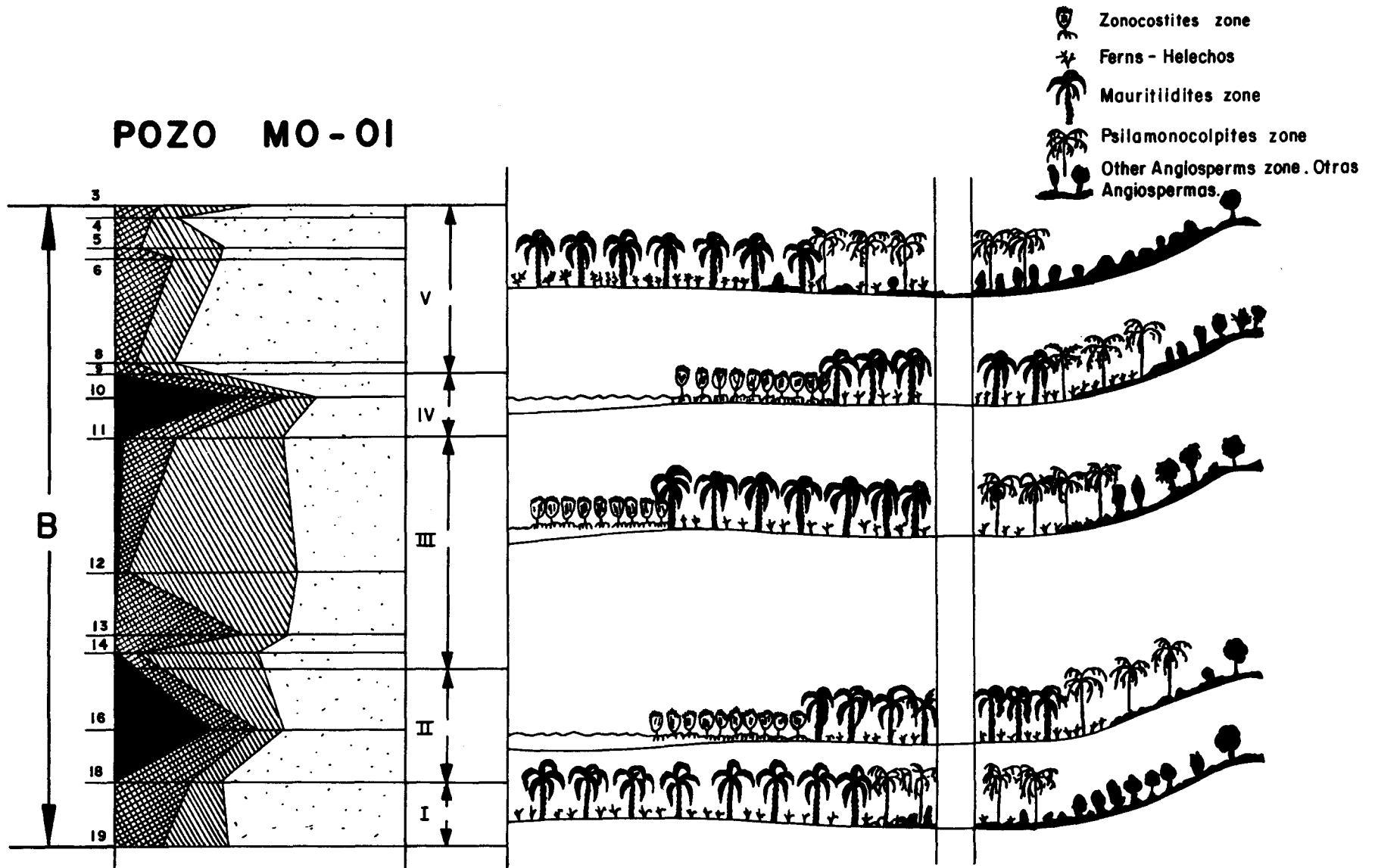
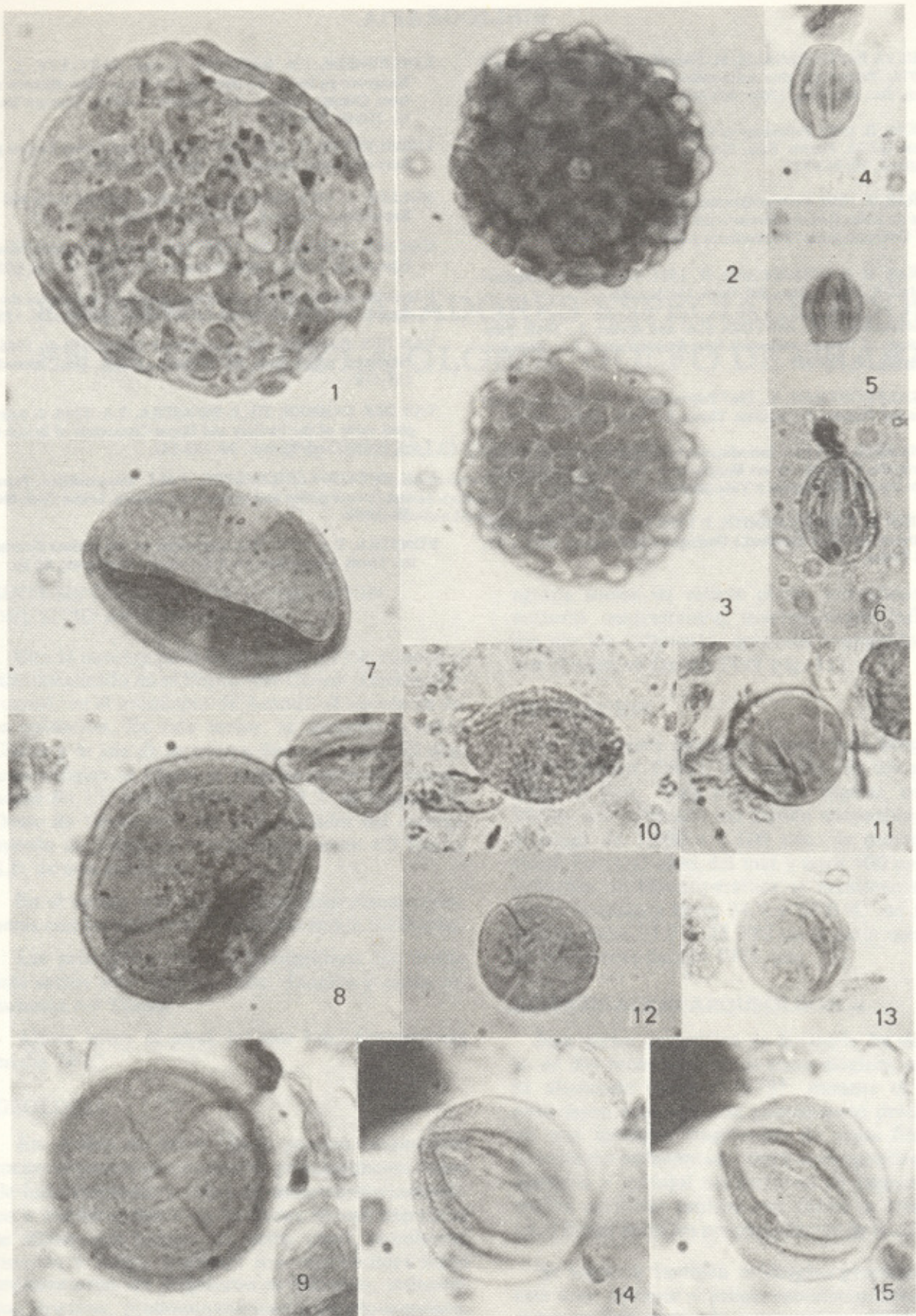


FIG. 3 SKETCH ILLUSTRATING SEA LEVEL FLUCTUATIONS AND PROBABLE SHORE VEGETATION  
 GRAFICO ILUSTRATIVO DE LAS FLUCTUACIONES DEL NIVEL DEL MAR Y LA PROBABLE VEGETACION COSTERA



PLANCHA 1

- 1. *Verruperiporites paucumverrucatus* Dueñas 1980 a
- 2-3. *Verruperiporites denseverrucatus* Dueñas 1980 a
- 4. *Psilatricolporites varius* nov. sp. Holotipo
- 5. *Psilatricolporites varius* nov. sp.
- 6. *Psilatricolporites facilis* nov. sp. Holotipo
- 7. *Syntricolporites hunterii* Dueñas 1980 a

- 8-9. *Syntricolporites gonzalezii* Dueñas 1980 a
- 10. *Scabramonocolpites bonus* nov. sp. Holotipo
- 11. *Psilatricolporites parvulus* nov. sp. Holotipo
- 12. *Psilatricolporites hilaris* nov. sp. Holotipo
- 13. *Scabratricolporites obvius* nov. sp. Holotipo
- 14-15. *Retitricolporites venerabilis* nov. sp. Holotipo

Aumento x 1.000

## BIBLIOGRAFIA

- DA SILVA PARES REGALIS, M. Uesegui H. & Da Silva Santos, A. 1974. Palinología dos sedimentos meso-cenozoicos do Brasil. Bol. Tec. Petrobrás, 17(4): 263-301.
- DUEÑAS, H. 1980. Palinology of Oligocene Miocene strata of Borehole Q-E22, Planeta Rica, Northern Colombia. Rev. Palaeobot. Palinol., 30; 313-328.
- DUEÑAS, H. 1980. *Verruperiporites* y *Syntricolporites* nuevos géneros de polen fósil del Terciario del Norte de Colombia, Memorias IV Coloquio sobre Paleobotánica y Palinología. México.
- DUEÑAS, H. & DUQUE-CARO, H. 1981. Geología del Cuadrángulo F-8, Planeta Rica, Bol. Geol. 24(1): 1-35.
- GERMERAAD, J.H., HOPPING, C.A. and Muller, J., 1968. Palynology of Tertiary sediments from Tropical areas. Rev. Paleobot. Palynol., 6: 189-348.
- GONZALEZ-GUZMAN, E., 1967 Palynology of the Upper Los Cuevos and Mirador Formations. Thesis, E.J. Brill, Leiden, 68 pp.
- HERNANDEZ, J., 1976. Introducción a la problemática de la Conservación y Manejo de los Manglares en Colombia. INDERENA. Div. Parques Nacionales y Vida Silvestre. 51. p. Bogotá.
- IVERSEN H. & TROELS-SMITH, J. 1950. Pollenmorfologiske definitioner og typer Danmarks Geologiske Undersøgelse 3(8): 1-45. 16 Tablas.
- LANGENHEIM, J.H. HACKNER, L. and BARTLETT, A. 1967. Mangrove pollen at the depositional site of Oligo-Miocene amber from Chiapas, México. Bot. Museum Leaflets. Harvard University. 21(10): 289-324.
- LEIDELMEYER, P. 1966. The Paleocene and Lower Eocene pollen flora of Guiana. Leidse. Geol. Meded., 38: 49-70.
- MULLER, J. 1959. Palynology of Recent Orinoco delta and Sheft Expedition; Volume 5. Micropaleontology, 5 (1): 1-32.
- VAN DER HAMMEN, Th. 1956. Descripción de algunos Géneros y Especies de polen y esporas fósiles. Bol. Geol. 4 (2-3) 103-109.
- VAN DER HAMMEN, Th. 1963. A palynological study on the Quaternary of British Guiana. Leidse Geol. Meded. 29: 125-180.
- VAN DER HAMMEN, TH. & GARCIA DE MUTIS, C. 1966. The Paleocene pollen flora of Colombia, Leidse. Geol. Meded. 35: 105-116.
- VAN DER HAMMEN, TH. & WIJSTRA, T.A. 1964. A palynological study of the Tertiary and Upper Cretaceous of British Guiana. Leidse Geol. Meded., 30: 183-241.
- VAN HOEKEN-KLINKENBERG, P.M.J. Maestrichtian, Paleocene and Eocene pollen and spores from Nigeria. Leidse Geol. Meded., 38: 37-48.
- WIJSTRA, T.A. 1971. The palynology of the Guiana Coastal Basin. Thesis Amsterdam; De Kempnaer, Oegstgeest, 62 pp.

# EVIDENCIA DE CAZADORES ESPECIALIZADOS EN EL SITIO DE LA GLORIA, GOLFO DE URABA

Por GONZALO CORREAL URREGO

Departamento de Antropología  
Instituto de Ciencias Naturales  
Universidad Nacional de Colombia

## SINTESIS GEOGRAFICA Y UBICACION DEL SITIO ARQUEOLOGICO

Con el nombre de la Gloria (Foto 1) se conoce el sitio localizado en el Depto. del Chocó (Darién choano), en el municipio de Acandí, al sureste de esta población. En este sector, se destacan la bahía Gloria y la isla de la misma denominación. El sitio arqueológico la Gloria se localiza entre las coordenadas 8° 15' latitud Norte y 77° 7' de longitud al Oeste de Greenwich; en proximidades del corregimiento de Titumate (aproximadamente 4.5 Km. al S.E. de esta población).

En el sector alternan las superficies planas costaneras con las estribaciones de la Serranía del Darién.

Las principales fuentes hidrográficas que bañan este sector son: los ríos Tislo, Tanelita y caños tributarios del Tanela.

Altura sobre el nivel del mar 4 m.; temperatura media 28°C.

## GEOLOGIA

En el área de bahía Gloria pueden reconocerse rocas volcánicas continentales, principalmente flujos de lodo volcánico y tobas de composición andesítica a dacítica. Entre las unidades litoestratigráficas se diferencian basalto, andesita, chert, radiolarita, limolita y caliza. También son reconocibles rocas sedimentarias de Oligoceno al Plioceno, sedimentos marinos, predominantemente arcillo-arenosos, y localmente conglomerados y calizas.

## SUELOS

En el conjunto de los suelos de esta área, pueden diferenciarse abánicos del sector Titumate (Eutropepts, tropopsamment); asociación (TI), ubicada dentro del bosque húmedo tropical (bh-t) que

agrupa suelos de relieve plano, eutróficos y con texturas contrastantes, marcadamente influenciadas por los sedimentos arenosos depositados por el mar (Proyecto Darién 1978 pág. 11).

## VEGETACION

En sus rasgos generales comprende bosque húmedo tropical (bh-t); de acuerdo con los estudios sobre el área, "esta formación vegetal, ocupa el 24.2% del territorio del Darién encontrándose en el rango de 1.900 a 3.100 mm. de precipitación anual. Entre el nivel del mar y unos 400 metros de elevación, la biotemperatura se mantiene relativamente constante entre 24.5 y 25.0°C en la parte seca, y entre 25.0 y 25.3°C en la parte más húmeda" (Proyecto Darién 1978, pág. 75).

## INVESTIGACION ARQUEOLOGICA

Este sector geográfico de la Gloria, ha sido objeto de dos reconocimientos arqueológicos; el primero efectuado durante 1973\*, durante el cual se obtuvieron evidencias de poblamiento precolombino que incluyen fragmentos de urnas funerarias, y un hacha pulimentada, cuya correspondencia cronológica y cultural no dudamos en asignar a desarrollos agrícolas tardíos que debieron tener lugar en el litoral hacia los propios albores de la conquista.

Se hallaron también evidencias precerámicas en esta área, durante el primer reconocimiento, y consisten en una punta de proyectil tipo "cola de pescado" obtenida a aprox. 80 m. en dirección S.E. de

\* El reconocimiento de la referencia organizado por el Ministerio de Educación ICAN, con la colaboración de la Armada Nacional, tuvo como objetivo primordial la localización de Santa María la Antigua del Darién. Integraron la comisión los Padres Fray Alberto Lee L. y Javier Montoya S., Drs. Mauricio Obregón, Reinaldo Quintero, Hernán Correa, Señor Mauricio Londoño, Señorita Julia Mejía, Señor E. Dumas y el autor de este artículo.

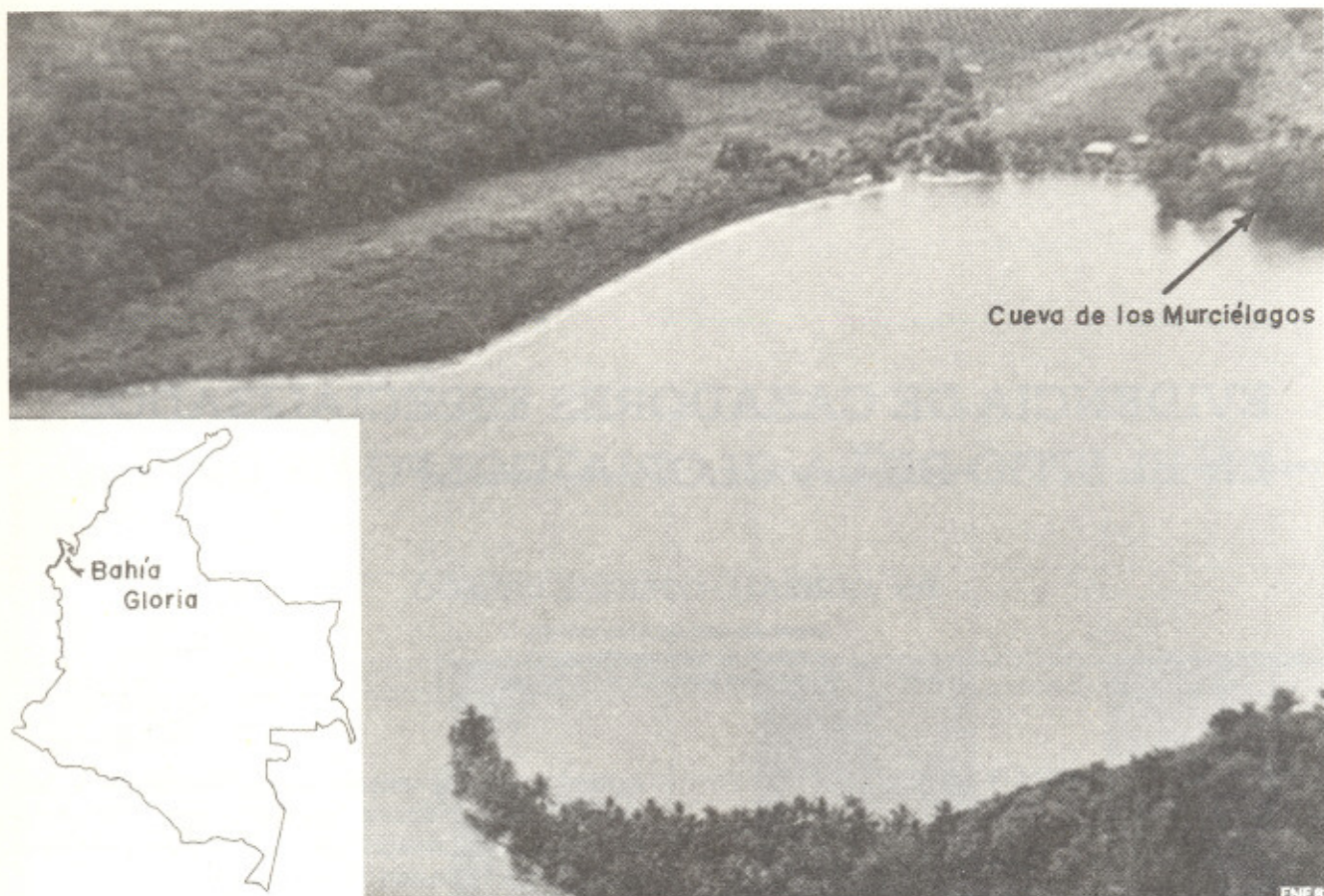


Foto 1. Vista aérea de bahía Gloria, mostrando el extremo sur de la isla y parcialmente el dique. En el litoral está señalada la Cueva de los Murciélagos.

la casa de la hacienda "La Gloria", en un playón en el que abundan guijarros de cuarzo, andesitas y basaltos. Durante esta primera exploración fue localizada a unos 60 m. al NW de la casa de la hacienda, una cueva de origen natural producida por la acción de las aguas sobre las rocas de origen volcánico y por la exfoliación de éstas. Esta formación espeleológica conocida hoy como "Cueva de los Murciélagos", presenta las siguientes características:

- Anchura de la entrada 4.40 m.
- Altura promedio en el sector de la entrada 4 m.
- Longitud total 14 m.
- Longitud de la bóveda 6 m.
- Altura promedio de la bóveda 2.5 m.

En desarrollo de esta inicial prospección, se efectuaron varios sondeos, hasta 10m. de la entrada de la cueva, llegando al suelo rocoso basal, a poca profundidad (0.50 cm.). Un test arqueológico consistente en una cuadrícula de 2 x 2m., dividida en 4 sub-unidades de un metro cada una para efectos de control, junto a la entrada nos permitió determinar 2 unidades estratigráficas en este sector de la cueva: 1. arenoso-pardusco, 2. arenoso-gris. Estas unidades, reposan inmediatamente encima de la roca. Un perfil en la cámara de la cueva practicado durante un segundo reconocimiento (Noviembre de 1981), que se efectuó en desarrollo del plan de estudios Medio Ambiente Pleistocénico y Hombre Prehistórico en Colombia, que actualmente desarrolla el Instituto de Ciencias Naturales-Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional, con el apoyo

financiero de la Fundación Arqueológica del Banco de la República, nos permite establecer la siguiente estratigrafía:

- 0-45 cm. arenoso pardusco
- 45-55 cm. arenoso gris
- 55-70 cm. arcilloso amarillento
- 70-80 cm., grisáceo hasta roca.

A la entrada de la cueva, y asociada a tres guijarros de basalto redondeados y fragmentados, producidos por exfoliación de la roca, fue localizada un hacha trapezoidal de basalto cuyas características son las siguientes:

- Dimensiones:
- Longitud: 115.9 mm.
- Ancho máximo: 53.1 mm.
- Espesor: 26.2 mm.

Este artefacto, presenta filo arqueado, cabo ligeramente redondeado, sección rectangular, superficie bien pulimentada, y corresponde a la clasificación centrada (García Cook 1967, pág. 100).

Durante esta primera visita, se pudo reconocer un dique de piedra que se extiende desde el extremo sur de la isla Gloria hasta el litoral (Foto 1); de acuerdo con el concepto del Dr. Reinaldo Quintero (Geomorfólogo), esta formación es de carácter natural. Un reconocimiento de arqueología subacuática, efectuado en la bahía hasta 20 m. de la playa, nos permitió recolectar algunos fragmentos cerámicos correspondientes a urnas funerarias; unos pocos fragmentos óseos se encontraban asociados a uno

de estos elementos, dentro de la arena: esta situación, nos está indicando que cuando se practicaron los enterramientos secundarios en el sitio, la línea de la costa se encontraba más hacia afuera.

Durante la segunda exploración en la "cueva de los Murciélagos" pudimos reconocer otra punta de proyectil, en el sector de la cámara de esta cueva; en este caso se trata de una punta de proyectil lanceolada, asociada al estrato arcillo-amarillento.

*Descripción de la punta de proyectil, tipo "cola de pescado"* (Foto 2, a,b). En sus rasgos generales este artefacto recuerda el tipo de puntas de lanza "cola de pescado" descritos por Bird y Cook (1977 figs. 4-7).

fueron favorables para el desplazamiento de grupos de cazadores hacia nuestro territorio durante el Pleistoceno.

Lynch (1976-78) siguiendo las tesis de Sauer sugiere la existencia en el lado pacífico del istmo, de un corredor seco que habría permitido el acceso a Suramérica. Por otra parte, especialmente al noroeste del continente y en la selva amazónica, vastas áreas de selva tropical se habían cubierto de vegetación tipo sabana. Lothrop (Salazar 1979 p. 14), ha sugerido el establecimiento de bosque montano en la región del Darién, lo cual habría facilitado el paso del hombre a Suramérica. Aunque no se cuenta allí tampoco con abundante material, la escasez de estos elementos hace que cada hallazgo sea con-



Foto 2.

Puntas del Darién (bahía Gloria). a y b - Cola de pescado.

Material: chert

Longitud estimada: 66 mm.

Longitud incompleta: 58 mm.

Anchura máxima: 40 mm.

Espesor hacia el extremo distal: 40 mm.

Ancho de la hoja en la ruptura: 24 mm.

Grosor en el centro de la hoja: 6 mm.

Grosor máximo: 61 mm.

Grueso máximo en el área basal: 52 mm.

Tamaño de la lasca de acanalamiento: 17 x 16

Peso en gramos: 15.

Este artefacto muestra retoques por presión tanto en el borde como en el hombro, y porción conservada del pedúnculo (Foto 2 a-b).

La importancia de este hallazgo radica en que representa para Colombia el primer ejemplar de puntas de "cola de pescado", con una procedencia geográfica exacta; su proximidad al territorio panameño, sugiere la difusión de esta tradición de puntas de proyectil desde el istmo hacia nuestro territorio; como bien se sabe, las condiciones geográficas

siderado con el máximo interés, como señalan Bird y Cook (1977, pág. 1) refiriéndose a las áreas por ellos estudiadas:

"En América Central, sin embargo, se han encontrado tan raras veces restos culturales pertenecientes a la época paleoindia que cada hallazgo, cada pedacito de evidencia merece considerarse".

En cuanto a los orígenes de esta tradición de puntas de proyectil acanaladas señala Schobinger:

"Lo que se inclinan a creer todos los investigadores, a base de la típica acanaladura (en una sola o en ambas caras) artificio que exigía gran habilidad, destinado a facilitar el firme enmangamiento del proyectil, es que en último caso este "horizonte" se enraíza con el complejo Llano de los Estados Unidos, o por lo menos, que las puntas constituyen un derivado de las Clovis. Lynch, por ejemplo, dice que "las puntas acanaladas de El Inga son, en realidad, más parecidas a las puntas Clovis que lo que tenemos derecho a esperar, teniendo en cuenta la distancia que media entre ambos grupos. Me re-

sulta inconcebible que no estén íntimamente relacionados tanto cultural como cronológicamente". (1967 a, p. 19). Diversos hallazgos de puntas acanaladas *fluted points*, semejantes algunas a Clovis y otras más bien a folsom, han sido hechas en México, Guatemala, Honduras y Costa Rica. La serie más interesante procede de recolecciones efectuadas en las márgenes del lago La Alajuela, embalse situado al este del Canal de Panamá. Un ejemplar entero y dos rotos muestran acanaladuras; el primero es una hermosa pieza que en su forma y tamaño constituye un intermedio entre las puntas Clovis y las de El Inga, mientras que una de las otras se asemeja definitivamente a estas últimas". (Schobinger, 1969 pág. 116).

Este mismo autor (Schobinger 1969, p. 116), plantea como hipótesis de trabajo, el hecho de que mientras buena parte de los cazadores de la cultura Llano, durante el X milenio, se expandieron hacia el Este y Noreste de los Estados Unidos siguiendo probablemente su fauna preferida (elefantes), y hacia el Suroeste, donde yacimientos como Lehner y Naco, han sido fechados hacia 9.200 a. J., otros grupos se dirigieron hacia el "embudo" centroamericano y penetraron en Suramérica, llegando ya en el IX milenio una importante avanzada hasta el sur de la Patagonia.

Aunque el origen de la invasión del acanalado no se encuentra totalmente dilucidado como señala Krieger (1974, p. 93), Mason (1962) se inclina en favor de la región central de los Estados Unidos, porque allí las puntas clovis son más frecuentes; Wilthoff (1954) cree que los ejemplares más antiguos deben proceder de Pensilvania de acuerdo con Krieger (1974 p. 92) aunque no puede afirmarse nada con seguridad en lo que refiere al origen de la tarea del acanalado, debe abandonarse la antigua creencia según la cual habría sido introducida desde Asia vía Alaska, por el simple motivo de que no se le encuentra en Asia. Para Krieger (1974, p. 92) "se trata de una invención americana, pero cuyo punto de origen no puede todavía ser determinado".

En lo que refiere a ejemplares centroamericanos, señalan Bird y Cook (1977: 3) la sustancial semejanza entre ejemplares procedentes de Guatemala, Costa Rica y Panamá a los cuales se les puede clasificar junto con las puntas clovis de Norte América, no obstante algunas diferencias apreciables como mayor estrechez en la base, en los ejemplares Centro Americanos. "A excepción de dos especímenes del tipo clovis, señalan los mismos autores (Bird y Cook 1977 pág. 15), todas las puntas acanaladas de Panamá se asemejan a las de pedúnculos en forma de "cola de pescado" encontradas en el Inga Ecuador a las de las cuevas Fel y Pallí Aike, cueva del estrecho de Magallanes (Bird 1946 y 1969); a otros similares encontrados en Uruguay, al sur del Brasil y Argentina (Schobinger, 1973) y al único espécimen del Perú".

Aunque hasta la actualidad no han sido halladas en Centro América puntas de proyectil asociadas a megafauna, cree Bird (1977, p. 22) que la poca

evidencia centroamericana concuerda todavía con la migración repentina de cazadores de la megafauna del Pleistoceno desde más al norte, entre 10.000 y 9.000 años a.C.

Es lógico suponer que los portadores de puntas de lanza acanaladas en nuestro territorio, fueron cazadores superiores, aunque el hallazgo del Darién no muestra asociación con megafauna.

En lo que relaciona con la posible cacería de megafauna en territorio Panameño, señalan Bird y Cook (1977, p. 22): "El hecho de que algunas de las puntas de lanza acanaladas encontradas en el lago Alajuela, hayan sufrido roturas durante su uso, indica que a fines de la época del Pleistoceno a orillas del río Chagres, un grupo de cazadores de número indeterminado perseguía animales grandes".

En síntesis, el hallazgo del Darién nos muestra correspondencias tipológicas entre N.A., centroamérica y el sur del continente americano; el hecho de la vecindad del sitio de la Gloria a territorio Panameño, hace posible el tránsito de cazadores en dirección norte sur, desde el istmo de Panamá hasta nuestra costa norte de Colombia, durante el Pleistoceno, dada la ocurrencia de condiciones geográficas favorables a las cuales hicimos mención anterior.

Estos grupos de cazadores pueden ser referidos por lo menos provisionalmente al estadio Paleolítico. Las características del Darién y sus posibilidades arqueológicas, exigen un incremento de las investigaciones en esta región, dadas sus perspectivas, en lo que refiere al esclarecimiento de los restos de migración y características culturales de nuestros primeros pobladores.

#### *Descripción de la punta lanceolada acanalada de la cueva de los Murciélagos (Foto 3 c-d)*

Material: Chert

Longitud estimada: 84.9 mm.

Anchura máxima sobre las aletas: 34.6 mm.

Anchura de la base del pedúnculo: 14 mm.

Espesor máximo: 7.5 mm.

Espesor de la acanaladura del pedúnculo: 65 mm.

Tamaño de las lascas de acanalamiento:

a) 34 x 26

b) 43.5 x 10.2

Este artefacto (ver Foto 3 c-d) presenta bordes convergentes rectilíneos, aletas cortadas rectas, pedúnculo con bordes paralelos rectilíneos (ligera-mente convergentes) y extremo cóncavo. Hacia los bordes presenta retoques por presión, lo mismo que hacia el hombro y el pedúnculo; sobre uno de los bordes, el artefacto presenta retocado por presión y sus rasgos generales muestran su posible utilización como instrumento raspante.

#### HALLAZGOS SIMILARES EN COLOMBIA

Puntas de proyectil lanceoladas, provenientes de hallazgos ocasionales han sido anteriormente descritas y figuradas (Reichel Dolmatoff 1965 p. 46);

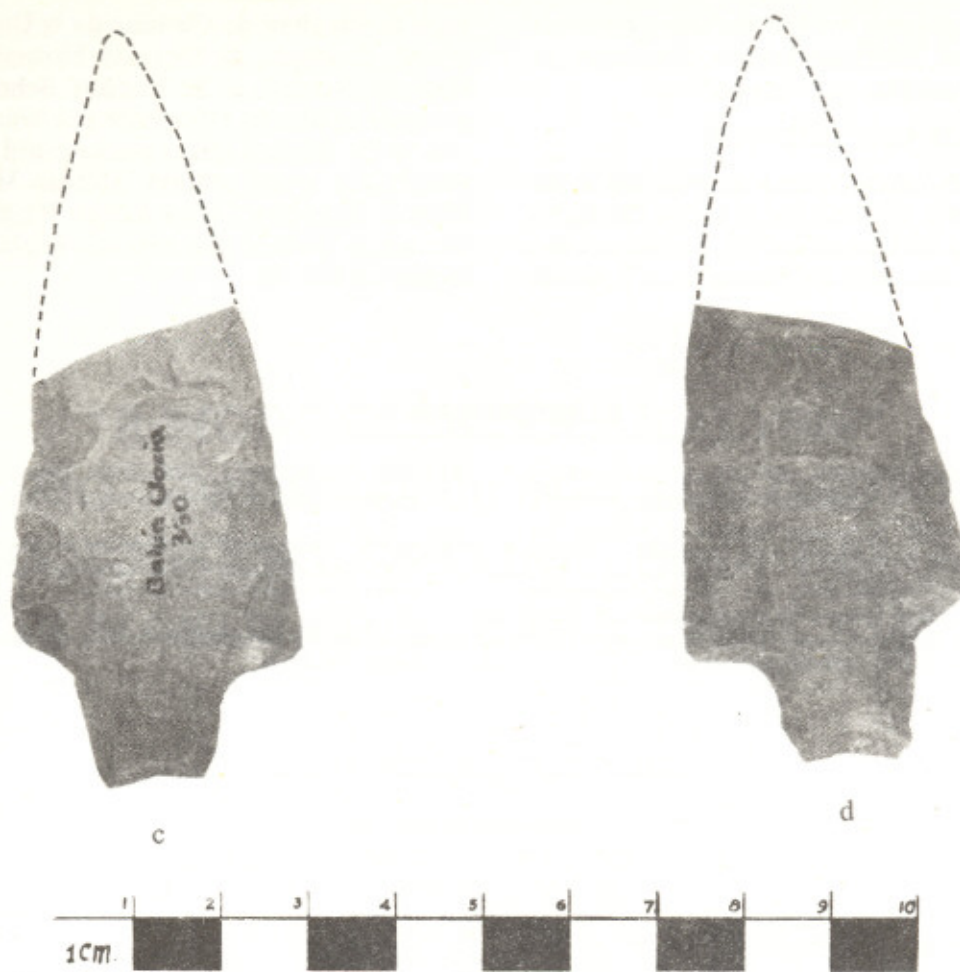


Foto 3. Puntas del Darién (bahía Gloria). c y d - Lanceolada.

quien menciona entre otras una punta elaborada en flint, hallada cerca del Espinal en el Depto. del Tolima, en una capa de arcilla de más de 7 mts., de arena y ceniza volcánica (Reichel Dolmatoff 1965 p. 46).

Este ejemplar, tallado mediante percusión controlada muestra lados poco acerrados y retoques oblicuos paralelos, con rasgos superficiales semejantes a los señalados para las puntas Norteamericanas llamadas Angostura (Reichel Dolmatoff 1965 p. 147). La punta de proyectil lanceolada encontrada en la cueva de los Murciélagos (golfo del Darién), concuerda en sus rasgos superficiales con un ejemplar proveniente de la Cordillera Occidental, en la localidad de Restrepo (Valle). Este ejemplar, tallado bifacialmente por percusión muestra además retoques secundarios irregulares hacia los bordes (Reichel Dolmatoff 1965 p. 147). Estos rasgos junto con las acanaladuras y características del pedúnculo, también muestran la afinidad tipológica de estos elementos. Hemos podido comparar este ejemplar con dos artefactos hallados en la superficie y ocasionalmente provenientes del Depto. de Antioquia, los cuales muestran características muy similares. Particularmente el ejemplar 26.41 proveniente de la región del río Niquía, Depto. de Antioquia, que reposa en el Museo de la Universidad. Estos elementos son actualmente objeto de estudio por el arqueólogo Gerardo Ardila.

#### SINTESIS Y CONSIDERACIONES FINALES

El hallazgo de una punta de proyectil tipo "cola de pescado", en el golfo del Darién, bahía Gloria (Colombia) tanto por los rasgos tipológicos concordantes con elementos provenientes de Centro América, como por su propia ubicación geográfica próxima a territorio Panameño, sugiere el ingreso de cazadores superiores paleoindios desde aquellas áreas hacia territorio colombiano probablemente desde tiempo del Pleistoceno Tardío, período durante el cual como fue señalado, se dieron condiciones favorables para el tránsito humano a través del Istmo de Panamá. El hallazgo de otro tipo de punta de proyectil, en este caso lanceolada, proveniente de la cueva de los Murciélagos "bahía Gloria", nos está indicando la ocurrencia de una tradición lítica aparentemente posterior; artefactos de este tipo, han sido registrados en el Depto. de Antioquia y Depto. del Valle (Restrepo), aunque la punta lanceolada del Darién, no se encontró asociada a otros elementos arqueológicos que hicieran posible su interpretación dentro de un contexto cultural más amplio, y no se obtuvieron en la unidad estratigráfica a la cual se encuentra asociada, elementos que permitan su datación mediante Radio-Carbón, sus características tipológicas nos permiten provisionalmente asignarla a tiempos precerámicos.

Sólo la continuidad de los trabajos arqueológicos sistemáticos, que hemos proyectado para un próxi-

mo futuro en esta área del Darién, nos permitirán ampliar la actual información con elementos arqueológicos y cronológicos más amplios.

#### AGRADECIMIENTOS

Además del reconocimiento a quienes participaron en la primera exploración a bahía Gloria, el autor agradece a la Fundación de Investigaciones Arqueológicas Nacionales del Banco de la Repúbli-

ca, a la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional, Instituto de Ciencias Naturales-Museo de Historia Natural, al Sr. Rudolff Schrimppff, por su generosa ayuda en transporte y reconocimiento aéreo, al Dr. Samuel Isaacs por su gentil ayuda y hospitalidad y a los señores Alfonso Marín, Nelson Rincón Gómez y Carlos Arturo Restrepo, por haber hecho posible una segunda exploración a esta región del Darién.

#### BIBLIOGRAFIA

- BIRD JUNIUS & COOK RICHARD. 1979. Los artefactos más antiguos de Panamá. Rev. Nacional de Cultura No. 6, Panamá.
- KRIEGER D. ALEX 1974. El hombre Primitivo en América. Ediciones Nueva Visión SAIC. Buenos Aires, Argentina.
- LYNCH, THOMAS F. 1976. The Entry and post-glacial adaptation of Man in Andean South America. En habitats humanis antérieurs a L'Holocène en Amérique, James B. Griffin, ed., pp. 69-100 IX e Congrès de la UISPP, Colloque XVII, Nisa.
- REICHEL DOLMATOFF, GERARDO 1965. Colombia ancient peoples and places. Hudson, London.
- SALAZAR, ERNESTO 1979. El hombre temprano en la región del Ilalo Sierra del Ecuador. Publicaciones del Depto. de Difusión Cultural de la Universidad de Cuenca.
- SCHOBINGER JUAN 1969. Prehistoria de Suramérica. Editorial Labor, Barcelona.

# "R-MODE CLUSTER ANALYSIS" COMO APROXIMACION A LOS GRUPOS ECOLOGICOS EN LA PALINOLOGIA DEL ALERO DE LAS MANOS PINTADAS (Chubut, Argentina)

Por HECTOR L. D'ANTONI

Universität Hohenheim 02100  
Postfach 106, 7000 Stuttgart 70  
Republika Federal Alemana

## INTRODUCCION

El presente trabajo es parte de una investigación mayor realizada en conexión con los arqueólogos que han excavado el sitio recientemente (*Gradín*, C. 1973; *Aschero*, C. 1975).

Se trata de un alero rocoso que se encuentra a unos 500 metros sobre el nivel del mar, a 45°28' S y 69°42' W, siendo sus dimensiones principales unos 50 metros de largo por 10 de profundidad. Ha resultado especialmente interesante para la Arqueología debido a las pinturas rupestres de manos en negativo que encierra. La excavación arqueológica brindó evidencias de tempranas ocupaciones humanas de carácter temporario entre las cuales cabe mencionar desechos líticos de talla y restos de fongos. Sobre material de estos últimos se efectuaron varias dataciones radiocarbónicas.

El análisis sedimentológico (*Ecchichury*, M.C., 1975) pone en evidencia el carácter homogéneo—tanto mineralógico cuanto granulométrico— de los materiales que constituyen el relleno del Alero. No parece existir evidencia de erosión dentro del sitio pero es claro que ha existido una etapa erosiva en la región que se ha reflejado en una aceleración del crecimiento del depósito.

La vegetación en los alrededores consiste en una estepa arbustiva "climática" en las mesetas, mientras que los arbustos se asocian con hierbas y pastos en los cerros. Existen además estepas halófilas con *Atriplex*, *Frankenia*, *Lycium* y otros géneros (*Cabrera*, A.L., 1958; *Soriano*, A., 1950).

El diagrama climático de la Figura 1, basado en los datos de la estación de aforo "Sarmiento" del Servicio Meteorológico Nacional, describe un clima patagónico caracterizado por mayores precipitaciones en los meses de abril, mayo, junio, julio y agosto, al tiempo que se registran las temperaturas más bajas. Las precipitaciones son escasas y esporádicas durante el resto del año y no alcanzan a cubrir los valores calculados para la evapotranspiración potencial.

Se han evitado aquí las descripciones del muestreo y las técnicas de concentración del polen contenido en los sedimentos por cuanto han sido ampliamente tratadas en un trabajo escrito también en castellano y que se encuentra actualmente en vías de publicación.

## APROXIMACION A LOS GRUPOS ECOLOGICOS

El diagrama de la Figura 2 refleja de un modo indirecto el estado de las distintas fuentes emisoras de polen en los cortes temporales analizados. Todavía no se dispone de estudios suficientemente detallados de la vegetación regional vinculada a la dispersión de polen actual, pero el conocimiento de las fuentes emisoras de polen y su calibración con las figuras de vegetación es indispensable para todo intento explicativo del registro polínico con intenciones paleoecológicas (*D'Antoni*, H. y *V. Markgraf*, 1977).

La aplicación de las estadísticas y matemáticas multivariadas a la Palinología dio lugar a las llama-

das técnicas objetivas, las que se basan únicamente en los datos del recuento polínico no siendo necesario emitir previamente ninguna hipótesis para su aplicación. Este aspecto las hace particularmente adecuadas para el estudio de perfiles de regiones poco o nada conocidas para la Palinología.

En el presente trabajo se ensayaron varias de tales técnicas objetivas pero fue el "R-mode Cluster Analysis" según la modalidad "single pair group" (Sokal, R.R. y F.H.A. Sneath, 1963) la que ofreció resultados más ampliamente compatibles con la información disponible sobre la vegetación actual. El método se aplicó a datos relativos por cuanto éstos no ofrecían impedimentos teóricos de mayor importancia.

Fijando un umbral de similitud del 75 % ( $r=0,5$ ) se generaron seis grupos de taxa que se discuten a continuación.

El cluster 1 agrupa a *Nothofagus*, *Podocarpus* y *Ephedra*. Se trata de elementos transportados desde grandes distancias y que no forman parte de la vegetación local. Las masas de aire provenientes del Oeste sirven de vehículo a los granos de los dos géneros mencionados en primer término y que pertenecen a la flora de la Provincia Fitogeográfica Subantártica. Cabrera (Cabrera, A.L., 1958) menciona a *Ephedra frustillata* Miers. en el Distrito Patagónico Occidental de la Provincia Patagónica. Los granos de polen de *Ephedra* determinados para este trabajo correspondieron a la descripción dada oportunamente para la mencionada especie (Markgraf, V. y H. D'Antoni, 1978). Por su parte ese taxon mostró una elevada similitud con *Podocarpus* a lo largo del perfil. Por ello parece prudente sugerir que los granos de *Ephedra* llegaron al Alero transportados por los vientos del Oeste.

El cluster 2 agrupa a *Mutisia*, *Nassauvia*, *Polygonum*, a las *Compositae Tubuliflorae* y a las *Umbelliferae*. Este grupo con sus dos subconjuntos puede considerarse como un buen reflejo del Distrito Patagónico Central, donde *Nassauvia glomerulosa* (Lag.) Don y *Mulinum spinosum* (Cav.) Pers., son plantas características. Varias especies de *Mutisia* pertenecen también a la región (Cabrera, A.L.,

1971). Las *Compositae Tubuliflorae* tienen también muchos representantes allí mientras que *Polygonum* se hallaría en localizaciones restringidas.

El cluster 3, con *Caryophyllaceae*, *Sisyrinchium* y *Plantago*, indica posiblemente condiciones de humedad edáfica suficiente y refleja ambientes locales restringidos.

El cluster 4 contiene tres elementos patagónicos: *Schinus*, *Acaena* y las características *Gramineae*. Entre estas últimas *Stipa* y *Poa* son géneros conspicuos en esa porción del territorio argentino. *Acaena* se menciona en las vegas junto a otras plantas de hábito palustre y litoral. Por su parte *Schinus* pertenece a la flora del Distrito Patagónico Occidental (Cabrera, A.L., 1958).

El cluster 5 contiene solamente un taxon polínico que se ha denominado *Compositae Tubuliflorae* "long spines" teniendo en cuenta la morfología de sus granos.

El cluster 6 reúne a *Typha* con las *Chenopodiaceae* (se utiliza este término para designar al polen de las *Chenopodiaceae* más el del género *Amaranthus* de las *Amaranthaceae*, ópticamente indistinguible del primero). Aquí se pone énfasis sobre la vinculación de los ambientes halófilos, en los que crecen varias *Chenopodiaceae*, con los palustres en los que se desarrolla *Typha*.

De esta forma, los resultados del R-mode Cluster Analysis (por los modelos utilizados ver D'Antoni, H., 1979 a y b) de los tipos polínicos determinados en el perfil concuerdan aceptablemente bien con los conocimientos disponibles para la vegetación patagónica actual y sugieren interesantes rasgos de la circulación de las masas de aire en esta porción de la Patagonia Argentina.

Finalmente la totalización representada en el diagrama polínico de la figura 2 puede concebirse como un sistema de múltiples oposiciones estructurales, pero resulta claro a través del Cluster Analysis que la clásica oposición Polen Arbóreo (AP) versus Polen no-arbóreo (NAP) sería aquí como en otras localidades del desierto argentino (D'Antoni, H. 1976; 1977), insuficiente y hasta engañosa.

SARMIENTO 45° 35' S 69° 04' W

Elevación: 263m

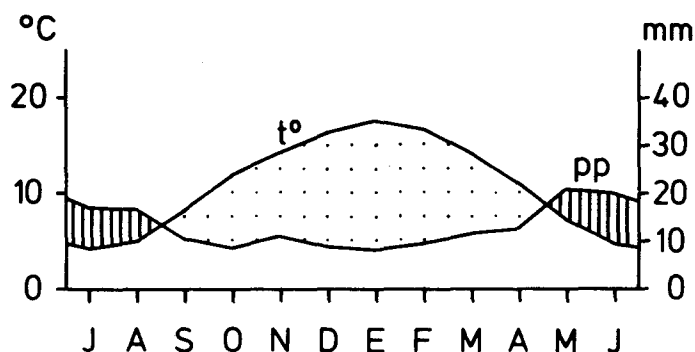


Figura 1. Climatograma según Walter (simplificado) de los datos de la estación de Aforo "Sarmiento" del Servicio Meteorológico Nacional.

Alero del Cañadón de las Manos Pintadas  
 Chubut, Argentina. 45° 28'S, 69° 42'W

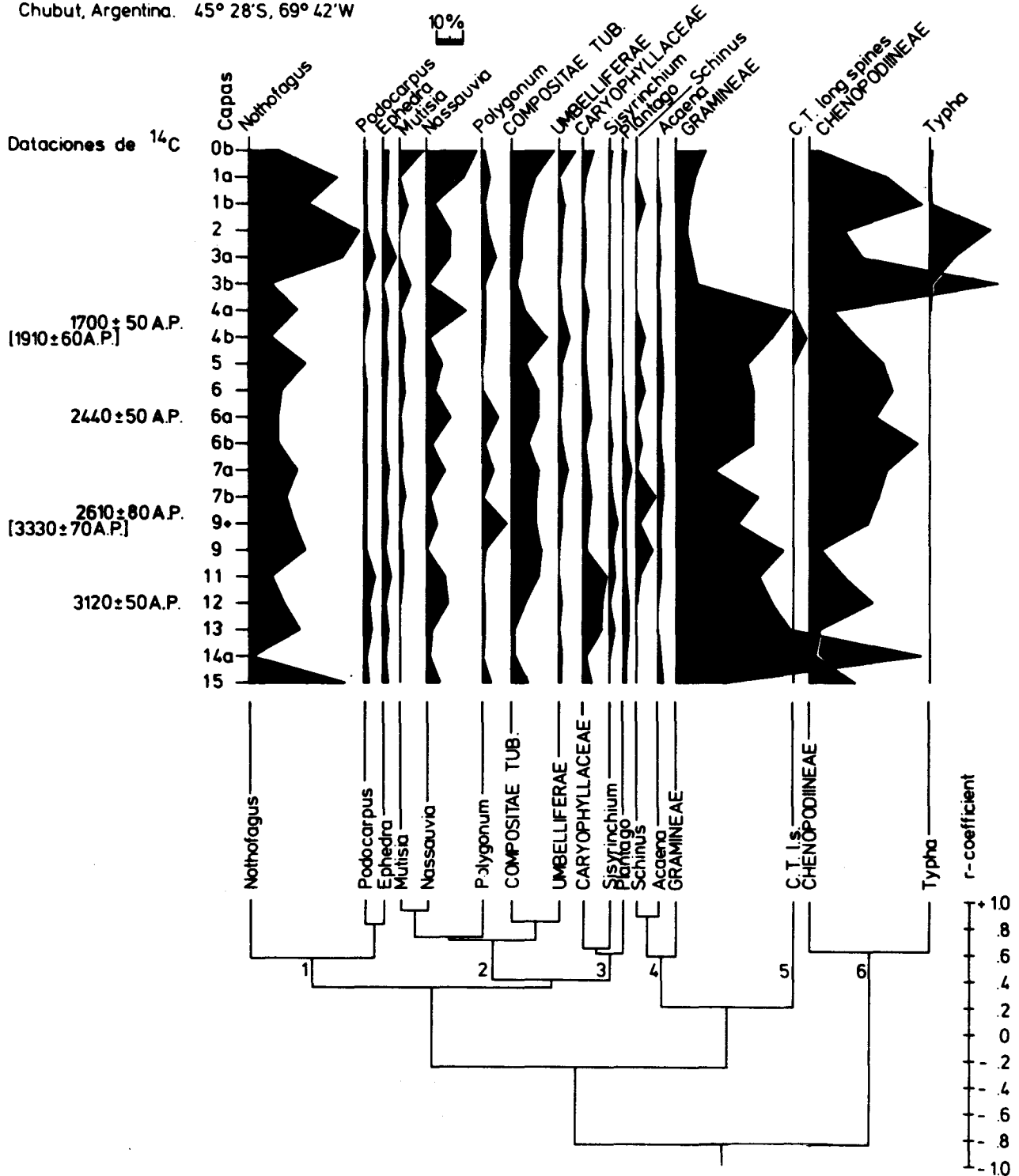


Figura 2: Diagrama polínico relativo del perfil del Alero de las Manos Pintadas. En la parte inferior se ve el dendrograma constituyendo los seis grupos de taxa polínicos.

## BIBLIOGRAFIA

- ASCHERO, A.A. *Secuencia arqueológica del Alero de las Manos Pintadas - Las Pulgas, Departamento Río Senzuer, Chubut*. Relaciones. Sociedad Argentina de Antropología IX (N.S.): 187-209. Buenos Aires, 1975.
- CABRERA, A.L. *Fitogeografía*. en Aparicio y Difrieri (Eds.). *La Argentina. Suma de Geografía*. III (II): 103-207. Buenos Aires, 1958.
- \_\_\_\_\_. *Parte VII. Compositae*. En Correa, M.N. (Fd.), *Flora Patagónica*. Colección Científica del INTA, 451 pp. Buenos Aires, 1971.
- D'ANTONI, H.L. *Paleoecología de la Gruta del Indio (San Rafael, Mendoza) y sus correlaciones*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata. 111pp., Apéndice e Ilustraciones. Copia mimeográfica. La Plata, 1976.
- \_\_\_\_\_. *Los últimos 30.000 años en el Sur de Mendoza, Argentina*. III Coloquio sobre Paleobotánica y Palinología, México D.F. (en prensa). Resumen publicado en *Programa y Resúmenes de los Trabajos*. México D.F., 1977.
- \_\_\_\_\_. *Similarity Matrix*. Program number 04006 D. User's Library, Hewlett-Packard Co. Corvallis, Oregon. 1979 a.
- \_\_\_\_\_. *Cluster Analysis of Correlation Matrices*. Program number 04117 D. User's Library, Hewlett-Packard Co. Corvallis, Oregon. 1979 b.
- \_\_\_\_\_. y V. Markgraf. *Dispersión del polen actual en Argentina en relación con la vegetación*. III Coloquio sobre Paleobotánica y Palinología, México D.F. (en prensa). Resumen publicado en *Programas y Resúmenes de los Trabajos*. Museo Nacional de Antropología, Chapultepec, D.F. México, 1977.
- ETCHICHURY, M.C. *Sedimentología del perfil del Alero de las Manos Pintadas*. Relaciones. Sociedad Argentina de Antropología IX (N.S.): 177-185. Buenos Aires, 1975.
- MARKGRAF, V. and H.L. D'ANTONI. *Pollen Flora of Argentina. Modern Spore and Pollen Types of Pteridophyta, Gymnospermae and Angiospermae*. University of Arizona Press, 208pp. Tucson, 1978.
- SOKAL R.R. and F.H.A. SNEATH. *Principles of Numerical Taxonomy*. Freeman, 359pp. San Francisco, 1963.
- SORIANO, A. *La Vegetación del Chubut*. Revista Argentina de Agronomía 17: 30-66. Buenos Aires, 1950.

# RECORD OF 700.000 YEARS VEGETATIONAL HISTORY IN EASTERN MACEDONIA (Greece)\*

Por T. A. WIJMSTRA, M. C. GROENHART

Hugo de Vries-Laboratorium, Universiteit van Amsterdam,  
Sarphatistraat 221, 1018 BX Amsterdam, The Netherlands

## SUMMARY

In this paper the results of a palynological study of 134 meters of peat and lake sediments are reported. This sequence is part of a 280 meters core drilled in the Tenaghi Phillipon (Eastern Macedonia, Greece). Paleomagnetic studies revealed the presence of the Brunhes Matuyama boundary in the core at a depth of 134 meters. With the available  $^{14}\text{C}$  - datings and the age of the Brunhes Matuyama boundary a time-depth relation could be established. This relation is used as time-base for a time series analysis. The analysed data demonstrate the presence of a 23,000 year, 28,000 year, 43,000 year and 95,000 year period. The arid assemblage present during the glacials could be split up into three subassemblages; comparable to a grass steppe, an *Artemisia-Chenopodiaceae* steppe and a forest steppe.

## INTRODUCTION

In the eastern part of Macedonia between Drama and Kavalla a basin is found. In this basin extensive peat and clay layers are accumulated for at least 900,000 years. All the sediments contained a fair amount of pollen, and consequently a record of the vegetational history for at least a greater part of the Pleistocene can be studied in this area. Previous results from a drill hole made in 1963 were reported for the upper 30 meters and the interval 30-78 meters (Wijmstra, 1969 and Wijmstra et al., 1976, respectively).

In 1977 a new boring was made and 280 meters of peat and clay were sampled for pollen analysis.

From 200 meters to 280 meters sand layers are found intercalated in the clay and peaty clays. The upper part consists of peat. This new drill hole was sampled for paleomagnetic studies at the same time. The samples were taken and analysed by Prof. Opdyke of Lamont Doherty. From these analyses it appears that the Brunhes Matuyama boundary was situated at 134 meters.

## VEGETATIONAL HISTORY

In this paper only the general outlines of the forest vegetation history are reported, while special attention will be given to the development of the steppe vegetation during the various glacial periods. A comparison with deep-sea records is made.

The different steppe and forest phases and their corresponding pollen zones are indicated by numbers for easier comparison and description, in contrary to the more formal stratigraphical zonation introduced in Wijmstra (1969) and Wijmstra et al. (1976), see table I. A short description of the vegetation present during a particular pollen zone is given in this table and it appears that during the interval under discussion the following vegetation types may be recognised, viz., forest vegetation and steppe vegetation.

The forest vegetation period, principally dominated by oak and pine, alternate with steppe vegetation mainly consisting of *Artemisia* and *Chenopodiaceae*.

These periods show a slight difference in hydro- and hygrophytic vegetation. During the steppe period elements like *Menyanthes*, *Nymphaea*, *Typa angustifolia* and *Salix* accompanied by *Sygnemataceae* express a relative dominance. In the forest phases *Alnus*, *Cyperaceae* and *Utricularia* are frequently found.

\*It is with great pleasure that the authors dedicate this paper to Prof. dr. Thomas Van der Hammen, whose work already contributed so much to the knowledge of the Pleistocene vegetation history in South America and Europe.

deep-sea stages	zone	pollen zone	character of vegetation
1	1	Z <sub>1-5</sub>	oak forest differentiated in: <i>Ulmus Tilia</i> zone, a <i>Corylus</i> , a <i>Fraxinua</i> and an <i>Ostry</i> zone
	2	Y <sub>3</sub>	open grass <i>Artemisia</i> steppe with some <i>Chenopodiaceae</i> .
	3	Y <sub>2</sub>	open oak forest with <i>Pistacia</i> , <i>Juniperus</i> , <i>Ulmus</i> .
2	4	Y <sub>5</sub> Y <sub>1</sub>	<i>Artemisia Chenopodiaceae</i> steppe
	5	X <sub>4</sub>	open pine forest with patches of steppe vegetation
	6	X <sub>1 2,3</sub>	<i>Artemisia Chenopodiaceae</i> steppe. Occasional some pine. In lower part <i>Compositae</i>
3	7	P <sub>1-7</sub>	<i>Artemisia Chenopodiaceae</i> steppe with grasses and <i>Compositae</i> and <i>Centaurea solitariales</i> type pollen. In three intervals more trees in the steppe
4	8	V <sub>1-3</sub>	steppe vegetation with <i>Artemisia</i> and <i>Chenopodiaceae</i> in the lower part, increasing influence of pine stands
a	9	U <sub>1-3</sub>	oak forest with at the transition to next zone pine stands. In oak forest <i>Carpinus</i> , <i>Tilia</i> and <i>Ulmus</i>
b		T	steppe vegetation of <i>Artemisia</i> , <i>Chenopodiaceae</i> , <i>Plantago</i> and <i>Compositae</i> .
c	11	S <sub>1-4</sub>	oak forest with at first an <i>Ulmus Tilia</i> zone followed by a <i>Carpinus Fagus</i> zone, at the transition to zone 10 a pine forest with some <i>Abies</i> .
d		R <sub>1-3</sub>	grass steppe with <i>Artemisia</i> and <i>Chenopodiaceae</i> . In middle phase some oak pine shrubs with <i>Cistaceae</i> .
e	13	O <sub>1-2</sub>	oak forest with at first an <i>Ulmus Tilia</i> zone, in the middle part an <i>Abies Rhododendron Carpinus</i> zone with <i>Ilex</i> and evergreen oaks, terminated by a pine zone
		Q <sub>1-3</sub>	
6	14	L <sub>1-5</sub> M <sub>1</sub> R H <sub>3</sub>	steppe vegetation with <i>Artemisia</i> and <i>Chenopodiaceae</i> , lower half some forest steppe with pine
7	15	H <sub>12</sub>	oak forest with evergreen and deciduous oaks with a well-developed <i>Carpinus</i> and <i>Abies</i> zone. In the beginning and <i>Ulmus Tilia</i> zone
	16	G	open oak forest with in the lake floating mats of <i>Cyperaceae</i> and grass vegetation; shore vegetation <i>Chenopodiaceae</i> and <i>Artemisia</i> .

deep-sea stages	zone	pollen zone	character of vegetation
7	17	F	deciduous oak forest with <i>Quercus cerris</i> , stand of pine
8	18	D,E	<i>Artemisia Chenopodiaceae</i> steppe, in the middle part an open oak forest steppe with <i>Artemisia</i> and <i>Chenopodiaceae</i>
9	19	C	deciduous oak forest with <i>Quercus cerris</i> .
	20	B	forest steppe of oak and pine in a <i>Pistacia Artemisia Chenopodiaceae</i> association with much <i>Compositae</i> .
	21	A	mainly deciduous oak forest with some pine
	22	ZZ	forest steppe with oaks, pine; on slopes <i>Abies</i> and <i>Erica arborea</i> vegetation
	23	YY	deciduous Mediterranean oak forest with <i>Buxus</i> and <i>Pistacia</i> ; in upper part <i>Quercus cerris</i> , <i>Q. suber</i> , <i>Erica arborea</i> vegetation
10	24	XX	open steppe vegetation, in lower part a pine forest steppe
11	25	PP	oak forest with evergreen oaks in middle part; here also a zone with <i>Ericaceae</i> vegetation
12	26		<i>Artemisia Chenopodiaceae</i> steppe. In middle part of this zone lower lake levels and forest steppe conditions
13	27		oak forest with <i>Ulmus</i> and <i>Carpinus</i> Regular occurrence of <i>Acer</i> , <i>Taxus</i> . In middle part presence of evergreen oak
	28		open pine oak forest with <i>Artemisia</i> and <i>Chenopodiaceae</i>
14	29		oak forest with <i>Ulmus Taxus</i> , <i>Acer</i> , <i>Ostrya</i> , <i>Celtis</i>
	30		forest steppe with <i>Artemisia</i> and <i>Chenopodiaceae</i>
15	31		oak forest with <i>Zelkova</i> , <i>Fagus</i> , <i>Castanea</i> , <i>Hedera</i> , <i>Fraxinus</i> cf.
16	32		<i>Artemisia Chenopodiaceae</i> steppe with in the lower part some forest steppe with oak and pine
17	33		oak forest with <i>Zelkova</i> , <i>Fagus</i> , <i>Hedera</i> , <i>Taxus</i> , <i>Viscum</i> , <i>Ilex</i>
18	34		open grass steppe with <i>Artemisia</i> and <i>Chenopodiaceae</i> , in middle part some forest steppe

Table I. Pollen zonation and vegetation history of the Tenaghi Phillippon area.

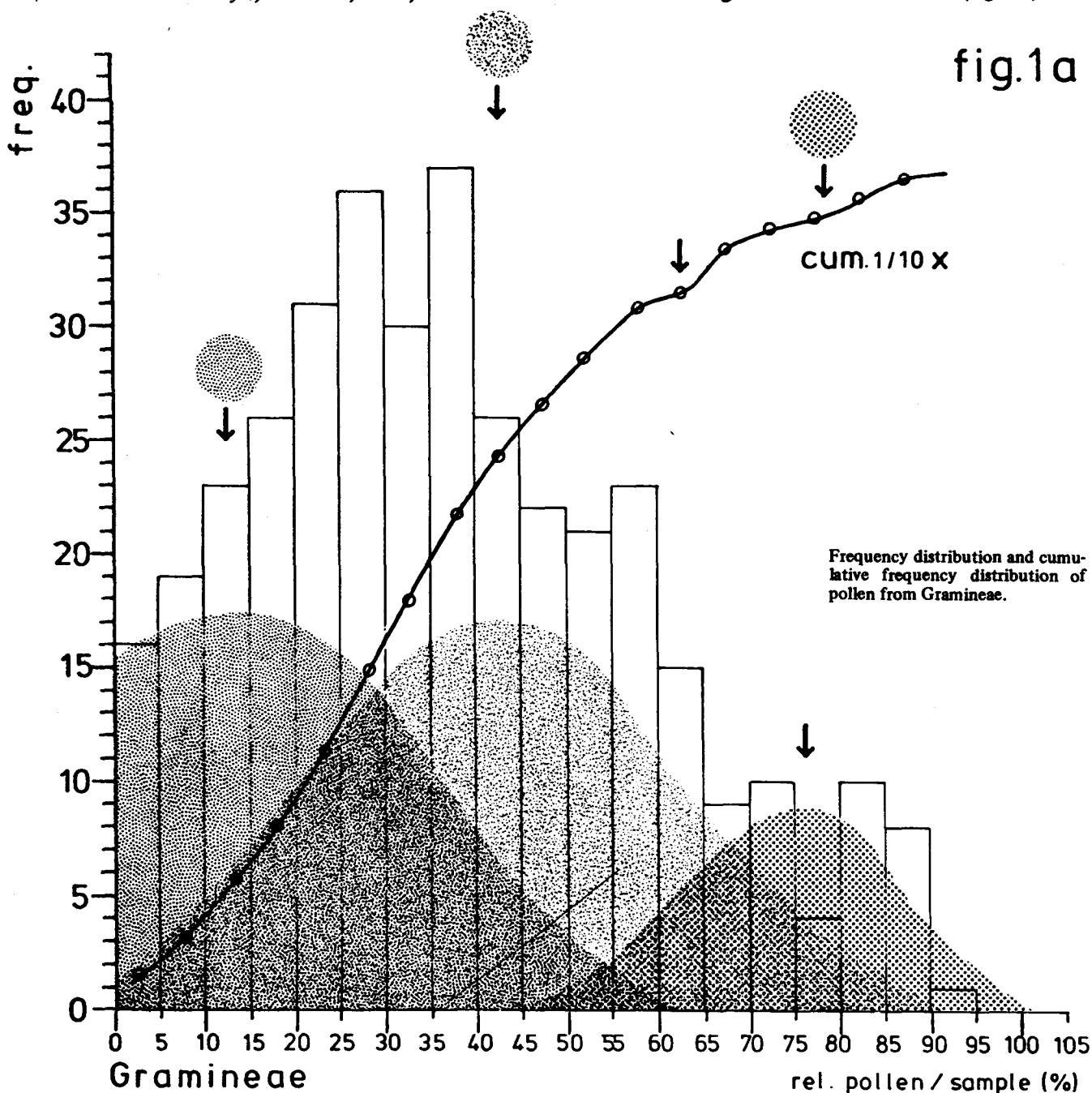
In the forest phases several vegetation sequences may be recognised. There are sequences with a marked development of evergreen vegetation in the middle part of the series. Usually this is accompanied by an *Abies* zone in the pollen diagram. This is considered as a reflexion of an *Abies* forest zonation preceded by an evergreen forest belt on the hill slopes. At the start of this sequence a vegetation of *Cistaceae* with patches of *Tilia*, *Ulmus* and *Pistacia* is often observed. The zones 1, 13, 15, 25 and 27 are characterized by this type of vegetation sequence.

An other forest sequence is composed of a deciduous oak vegetation only. Here usually *Carpinus* is present, accompanied by *Fraxinus* and *Corylus*. This forest sequence existed during zones 9, 11, 17, 19, 21, 29, 31, and 33.

In the pollen zones 15, 23, 25, 27, 29, 31 and 33, trees like *Pterocarya*, *Zelkova*, *Acer*, *Celtis* and

*Fagus* occurred regularly and *Parrotia* is present too. These forests resemble the forest nowadays present along the borders of the Caspian Sea (Zohary, 1973; Walter, 1968, 1974), belonging to the Hyrcanian and Sub-Hyrcanian mesic forest.

The fluctuations of percentages of *Artemisia*, *Chenopodiaceae* and *Poaceae* within the assemblages dominated by these elements suggest the presence of subassemblages representing different vegetation types. In order to make a more extensive analysis of the quantitative differentiation of the elements of these vegetation types the data of the previous taxa were grouped into frequency distributions and cumulative frequency distributions (fig. 1a, b, c). In the frequency distribution of the grasses (fig. 1a) a three modal shape may be recognised and consequently two points of inflexion in the cumulative frequency distribution. Possibly the underlying frequency distributions may explain the observed vegetation differentiation (fig. 1a).



1b. Frequency distribution of pollen from *Artemisia*.

1c. Frequency distribution of pollen from *Chenopodiaceae*.

fig. 1b

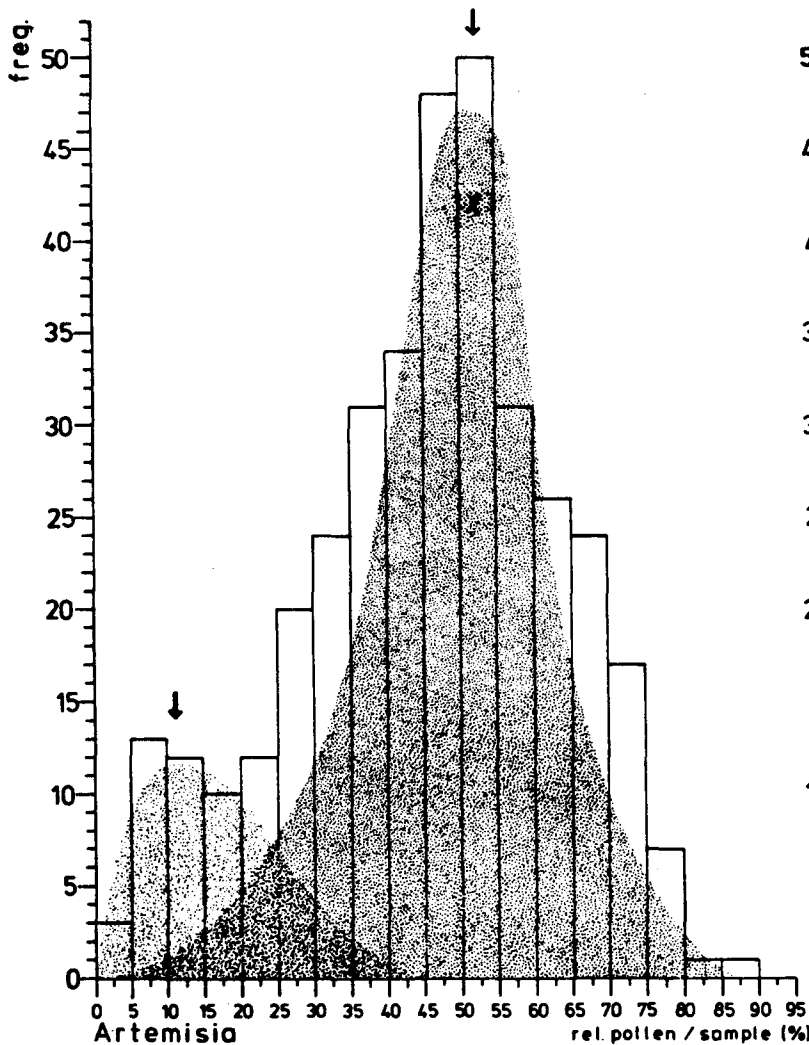
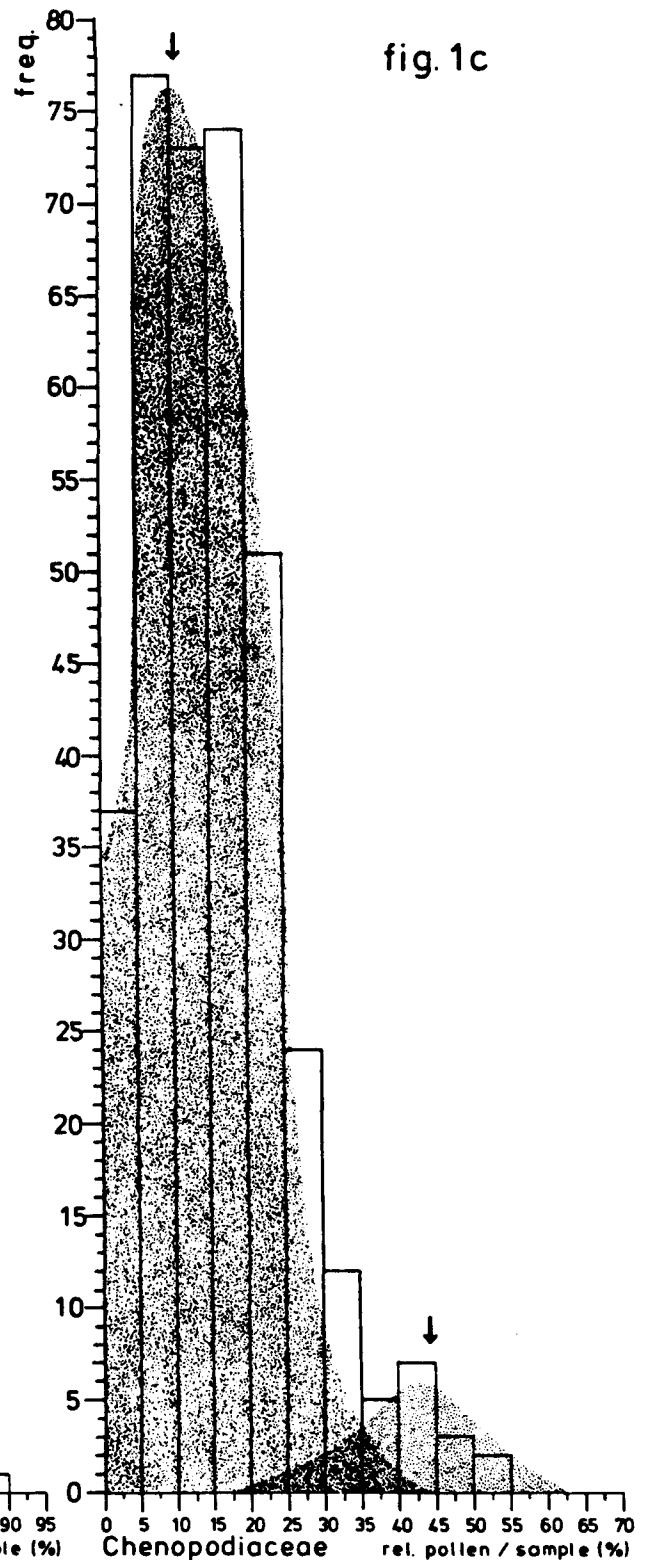


fig. 1c



The histograms for *Artemisia* (fig. 1b) and *Chenopodiaceae* (fig. 1c) show both two maxima indicating two separate underlying distributions for these taxa. These results indicate a possible split up of the grass-*Artemisia*-*Chenopodiaceae* assemblages into at least three subassemblages. In order to explore this possibility further, a cluster analysis of the scores of the three species was made. For this analysis a cluster program, called *Micka*, developed by *McRae* (1970), was used. This program clusters the data into numbers of clusters as defined beforehand by the user. We finally used a weighed Euclidian distance as distance measure in

order to account for scale differences among the variables; and the data were standardized.

The results of this analysis are shown in table II. In this table the centroid of the subassemblages are shown, first for all data, and then for the various pollen zones from table I. From this table II it is evident that the various biozones cluster in the same way, although there are individual differences in the places of the various centroids in the variable spaces. Those differences are caused by a slight variation in ecological conditions within the subassemblages. Looking at the distribution of the clusters in the various pollen zones we see that

		Output cluster analysis, Mikca; Standarized; Weighed Euclidian distance			Output transformed to Relative values		
		Cluster Centroids (absolute)			Cluster Centroids (Relative) %		
Biozone		<i>Artemisia</i>	<i>Chenopodiaceae</i>	<i>Gramineae</i>	Art.	Chen.	Gram.
Total	1	15.262	5.133	4.444	61	21	18
	2	10.379	3.394	9.015	46	15	40
	3	3.733	1.873	14.075	19	10	72
480 t/m 2100	1	12.251	3.124	8.287	52	13	35
	2	7.768	1.507	10.739	39	8	54
2 t/m 8	3	1.527	909	5.800	19	11	70
2260 t/m 2400	1						
10	2						
	3						
2710 t/m 2880	1	12.950	2.450	7.425	57	11	33
	2	2.750	1.150	4.150	34	14	52
12	3	8.350	2.175	11.100	39	10	51
3400 t/m 4240	1	14.208	4.063	5.058	61	17	22
	2	9.384	3.905	12.337	37	15	48
14	3	7.200	4.100	23.150	21	12	67
4780 t/m 4940	1	15.167	6.667	4.700	57	25	18
	2	10.567	6.400	9.100	41	24	35
16	3	4.733	4.767	16.600	18	18	64
5160 t/m 5520	1	11.150	3.650	11.030	43	14	43
	2	5.000	1.225	7.975	35	9	56
18	3	5.000	3.300	45.000	9	6	84
6210 t/m 6280	1						
	2						
22	3						
5760 t/m 5940	1	11.000	5.275	8.175	45	22	33
	2	8.200	3.467	11.700	35	15	50
20	3	3.500	1.250	22.200	13	5	82
6560 t/m 6860	1	10.425	2.875	3.750	61	17	22
	2	6.129	3.457	12.100	28	16	56
24	3	4.067	5.867	38.867	8	12	80
7780 t/m 8440	1	14.840	3.810	2.760	69	18	12
	2	9.292	5.292	6.223	45	25	30
26	3	2.829	1.400	34.286	7	4	89
9480 t/m 9650	1	12.875	5.225	4.875	56	23	21
	2	9.650	5.500	7.950	42	24	34
28	3	4.075	1.900	6.275	33	16	51
9900 t/m	1	9.079	3.600	3.643	56	22	22
10,250	2	4.700	3.100	24.900	14	9	76
30	3	1.200	4.000	32.000	3	11	86
10,580 t/m	1	15.891	5.364	3.273	65	22	13
11,370	2	12.962	9.631	1.362	54	40	6
32	3	10.755	3.918	7.918	48	17	35
11,970 t/m	1	11.133	4.000	2.167	64	23	13
12,770	2	13.925	7.875	2.875	56	32	12
34	3	2.833	2.583	5.833	25	23	52

Table II. Cluster centroids of the total subassemblages and the subassemblages of the biozones for *Artemisia* *Chenopodiaceae* and *Gramineae*. The lack of centroids in biozones 2 and 8 is caused by singularity.

type C clusters are concentrated in the last part of the sequence dominated by open vegetation types; the type A clusters reflecting the most extreme conditions of this sequence, and the type

B clusters occurring when isolated patches of forest exist (see fig. 2). In this figure the distribution of clusters is shown throughout a typical ice age, for instance the Weichselian.

fig.2

B | A | c | CLUSTER

TENAGI PHILIPPON II

Cluster distribution in time during a typical glacial period.

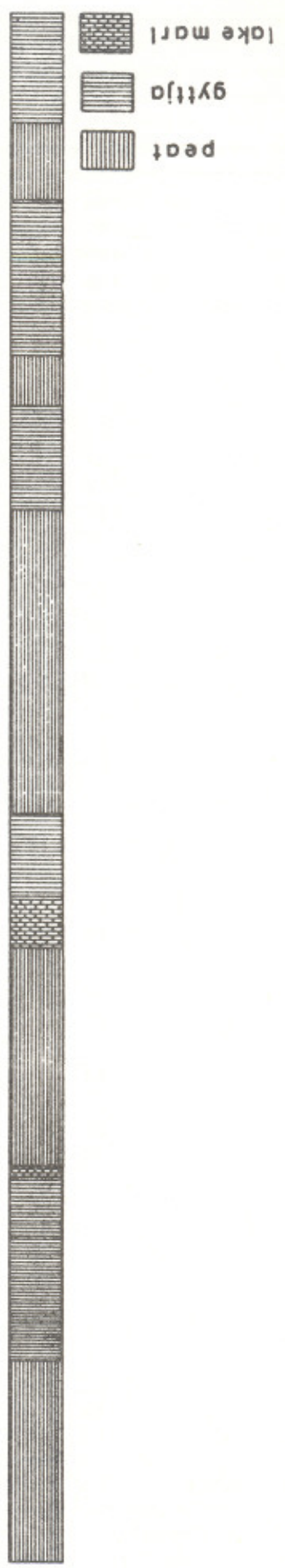
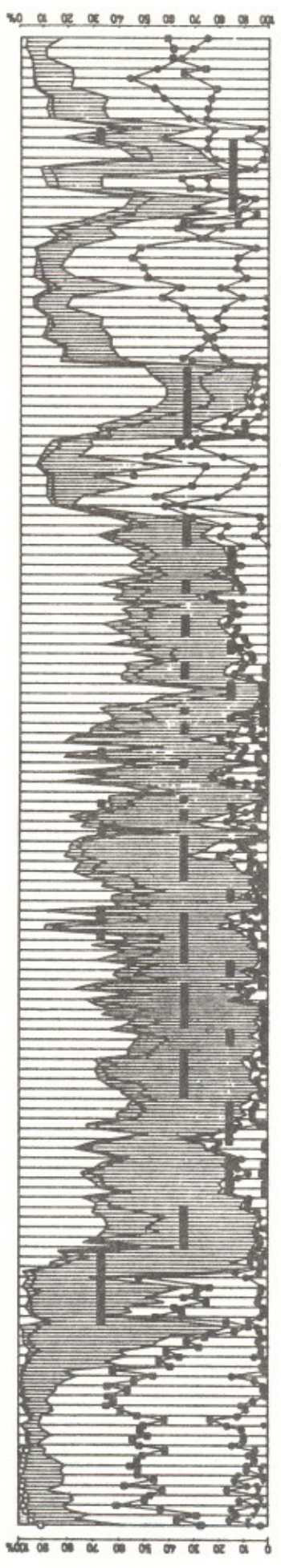
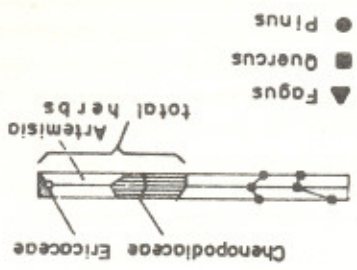


fig.2

This pattern is also found in other intervals corresponding to periods of probable ice extension in the northern hemisphere (for correlation steppe vegetation and ice extension, see *Wijmstra*, 1969, 1976).

If our cluster analysis is a meaningful tool in recognizing vegetation types, then it is probable that the accompanying species of the pollen zone dominated by *Artemisia*, *Chenopodiaceae* and *Gramineae* show a meaningful different preference for the three vegetation types/pollen subassemblages under discussion. In order to explore this possibility two tables were made, III and IV, respectively, and a cumulative frequency distribution for the three subassemblages (figs. 3 and 4).

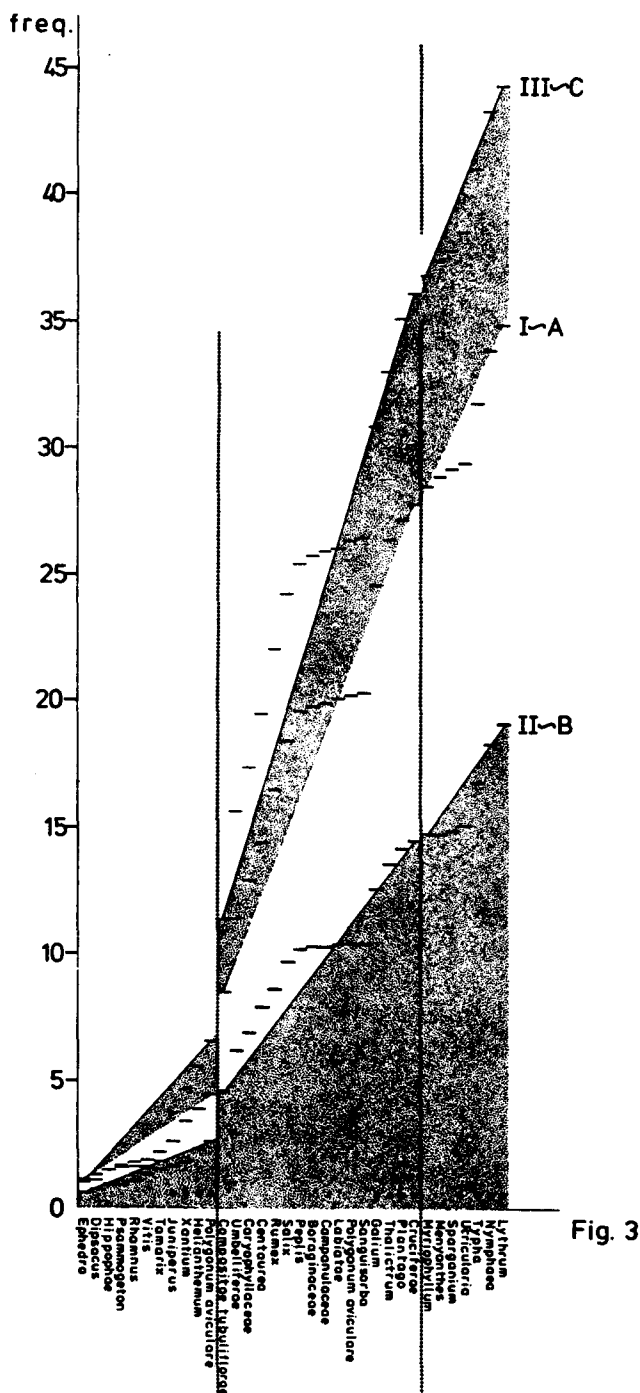
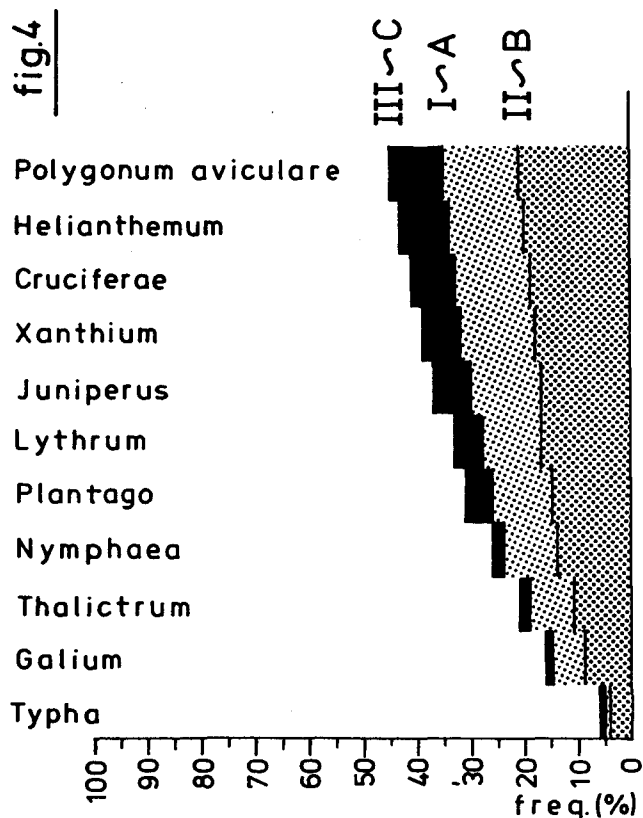


Fig. 3

Cumulative frequency distribution for the additional species in the three clusters.



Cumulative frequency distribution for the differential species in the three clusters.

Table III is a kind of synoptic table based on all core samples considered as a vegetation sample within the three subassemblages differentiated by their composition in *Artemisia*, *Chenopodiaceae* and *Gramineae*. The presence figures are classified in relative presence classes. The classes are indicated by a Roman numeral preceded by a point to distinguish them from the traditional customary tables in plan sociology. According to similarity in presence classes the species are rearranged to the final structure of table III.

The differentiating species were arranged in the same way in table IV. The cumulative frequency distribution show the overall differences between the clusters. The differences were tested by ordinary statistical procedures. All the results point into one direction, namely that the three subassemblages are accompanied by different species combinations, respectively, and they show to be independent from the original cluster analysis. We can consider this result a test on the reliability of the analysis.

When we try to translate our subassemblages into vegetation types some difficulties arise. We could say that in the biozones dominated by subassemblages (C) a grass steppe with *Artemisia* was the main vegetation type. In subassemblages (A) *Eurotia ceratoides* is found present beside *Artemisia herba-alba* pollen types. This pollen type is produced by the species *A. austriaca*, *A. herba-alba*, *A. scoparia*, *A. persica*, *A. maritima* and *A. fragrans*.

Vegetation types comparable to this pollen association are found nowadays in the high pla-

Centroids													
Dominant species	Cluster C			Cluster A			Cluster B			Relative Freq. (N=2961)			
Artemisia	3.733 19			15.261 61			10.379 46						
Chenopodiaceae	1.873 10			5.133 21			3.394 15						
Gramineae	14.075 72			4.444 18			9.015 40						
Additional species	Pres. fig.	Rel. Pres. % fig.	Pres. Class Modif.	Pres. fig.	Rel. Pres. % fig.	Pres. Class Modif.	Pres. fig.	Rel. Pres. % fig.	Pres. Class Modif.	I	II	III	
<b>in common:</b>													
1. Compositae tubuliflorae	145	10.9	.VI	120	11.3	.VI	66	11.3	.VI	331	4.0	2.2	4.8
2. Umbelliferae	128	9.6	.V	87	8.1	.V	48	8.2	.V	263	2.9	1.6	4.3
3. Caryophyllaceae	50	3.7	.III	46	4.3	.III	21	3.6	.III	117	1.5	0.7	1.7
4. Centaurea	62	4.6	.III	46	4.3	.III	31	5.3	.III	139	1.5	1.0	2.1
5. Rumex	79	5.9	.III	63	5.9	.III	22	3.7	.III	164	2.1	0.7	2.6
6. Salix	65	4.9	.III	59	5.5	.III	34	5.8	.III	158	1.9	1.1	2.2
7. Ephedra	32	2.4	.II	34	3.2	.II	19	3.2	.II	85	1.1	0.6	1.0
8. Peplis	37	2.7	.II	36	3.3	.II	14	2.4	.II	87	1.2	0.5	1.2
9. Myriophyllum	23	1.7	.I	21	1.9	.I	9	1.5	.I	53	0.7	0.3	0.7
10. Boraginaceae	10	0.7	.I	7	0.6	.I	2	0.3	.I	19	0.2	0.1	0.3
11. Campanulaceae	6	0.4	.I	2	0.1	.I	0	0.0	.I	8	0.1	0.0	0.2
12. Dipsacus	2	0.1	.I	8	0.7	.I	2	0.3	.I	12	0.2	0.1	0.1
13. Hyppophaea	11	0.8	.I	7	0.6	.I	6	1.0	.I	24	0.2	0.2	0.4
14. Labiatae	4	0.3	.I	6	0.5	.I	4	0.6	.I	14	0.2	0.1	0.1
15. Menyanthes	17	1.2	.I	14	1.3	.I	0	0.0	.I	31	0.4	0.0	0.6
16. Psammogeton	7	0.5	.I	3	0.2	.I	0	0.0	.I	10	0.1	0.0	0.2
17. Polygonum viviparum	9	0.6	.I	4	0.3	.I	0	0.0	.I	13	0.1	0.0	0.3
18. Rhamnus	3	0.2	.I	0	0.0	.I	2	0.3	.I	5	0.0	0.1	0.1
19. Sanguisorba	3	0.2	.I	2	0.1	.I	1	0.1	.I	6	0.1	0.0	0.1
20. Sparganium	11	0.8	.I	10	0.9	.I	3	0.5	.I	24	0.3	0.1	0.4
21. Utricularia	20	1.5	.I	6	0.5	.I	6	1.0	.I	32	0.2	0.2	0.7
22. Vitis	3	0.2	.I	1	0.1	.I	8	1.3	.I	12	0.0	0.3	0.1
23. Tamarix	8	0.6	.I	5	0.4	.I	5	0.8	.I	18	0.2	0.2	0.3
<b>differential:</b>													
24. Polygonum aviculare	30	2.2	.II	17	1.6	.I	9	1.5	.I	56	0.6	0.3	1.0
25. Cruciferae	31	2.3	.II	19	1.7	.I	9	1.5	.I	59	0.6	0.3	1.0
26. Plantago	61	4.6	.III	26	2.4	.II	17	2.9	.II	104	0.8	0.6	2.1
27. Galium	130	9.8	.V	128	12.0	.VI	68	11.7	.VI	326	4.3	2.2	4.4
28. Typha	74	5.5	.III	73	6.8	.IV	53	9.1	.V	200	2.4	1.7	2.5
29. Thalictrum	65	4.9	.III	55	5.1	.III	30	5.1	.VI	150	1.8	1.0	2.2
30. Nymphaea	67	5.0	.III	61	5.7	.III	45	7.7	.IV	173	2.1	1.5	2.3
31. Lythrum	29	2.1	.II	30	2.8	.II	24	4.1	.III	83	1.0	0.8	1.0
32. Juniperus	48	3.6	.II	25	2.3	.II	3	0.5	.I	76	0.8	0.1	1.6
33. Xanthium	28	2.1	.II	25	2.3	.II	6	1.0	.I	59	0.8	0.2	0.9
34. Helianthemum	27	2.0	.I	15	1.4	.I	14	2.4	.II	56	0.5	0.5	0.9
Total frequency	1325	(98.6) =100%		1061	(98.2) =100%		581	(98.7) =100%		(37.9)(19.3)(44.4)(98.6) / 2961			
Presence Classes: .I = 0 -2.0% .IV = 6.1- 8.0% .II = 2.1-4.0% .V = 8.1-10.0% .III = 4.1-6.0% .VI =10.1-12.0%													
Total X <sup>2</sup> (marginal prerequisites) = 120.93 df = 2x33=66 Total G (test acceptable) = -160.52 p >.001													
Differential species: X <sup>2</sup> = 20.2 X <sup>2</sup> <sub>10; .05</sub> = 18.307 < X <sup>2</sup> = 20.2 < X <sup>2</sup> <sub>10; .025</sub> = 20.483 df = (2-1)(11-1)=10													

Table III. Distribution of the presence of the additional species in the three clusters.

	Cluster C			Cluster A			Cluster B			Total
	Pres. fig.	Rel. Pres. (N=590)	Rel. Pres. (N=1342)	Pres. fig.	Rel. Pres. (N=474)	Rel. Pres. (N=1342)	Pres. fig.	Rel. Pres. (N=278)	Rel. Pres. (N=1342)	
<i>Polygonum aviculare</i>	30	5.1	2.2	17	3.6	1.3	9	3.2	0.7	56
<i>Cruciferae</i>	31	5.3	2.3	19	4.0	1.4	9	3.2	0.7	59
<i>Plantago</i>	61	10.3	4.6	26	5.5	1.9	17	6.1	1.3	104
<i>Galium</i>	130	22.0	9.7	128	27.0	9.5	68	24.5	5.1	326
<i>Typha</i>	74	12.5	5.5	73	15.4	5.4	53	19.1	4.0	200
<i>Thalictrum</i>	65	11.0	4.8	55	14.6	4.1	30	10.8	2.2	150
<i>Nymphaea</i>	67	11.2	5.0	61	12.9	4.6	45	16.2	3.4	173
<i>Lythrum</i>	29	4.9	2.2	30	6.3	2.2	24	8.6	1.8	83
<i>Juniperus</i>	48	8.1	3.6	25	5.3	1.9	3	1.1	0.2	76
<i>Xanthium</i>	28	4.6	2.1	25	5.3	1.9	6	2.2	0.5	59
<i>Helianthemum</i>	27	4.6	2.0	15	3.2	1.1	14	5.0	1.1	56
	590	99.6	44.0	474	100.1	35.3	278	100.0	21.0	1342

Table IV. Cluster differentiation within the set of differential species.

teaus and mountains of northeastern Anatolia, an area covered by steppe associations, and the steppe areas in the Soviet Union (Walter, 1974).

In the subassemblages B and C *Typha*, *Lythrum*, *Pepelis* and *Menyanthes* are frequently found and they are accompanied by *Equisetum* and *Phragmites* (macro-remains). This assemblage is a characteristic for the alkalitrophic swamps and bogs in the Ukraine and Dnjepr area (Walter, 1974). These bogs and swamps are found in the forest-steppe and steppe zones. In our opinion a forest-steppe may be postulated from elements available in subassemblage B. Whereas during the periods when subassemblage A appear the vegetation resembles a grass-steppe.

In order to get an impression of the climatological implications we propose the following model. In our opinion we may compare our vegetation reconstruction with a transect in Turkey running from the Black Sea border to the inner Anatolia plateau (Zohary, 1973). (See the previous comparison of the interglacial vegetation with the Hyrcanian and Sub-Hyrcanian mesic forest). This implies that the climate for the interglacial forests may have a mean annual temperature of 14° C (extreme max. of 39° C, and extreme minimum of -9° C). The rainfall is scattered over the year between 760 and 1260 mm.

The intermediate steppe and steppe-forest climate of zone B may be reflected by the climatological data of Ankara (Walter et al., 1975; mean annual temperature 11.7° C, extreme mean of -24.9° C and rainfall of 341 mm concentrated in winter).

The climatical condition for the steppe vegetation comparable to pollen subassemblage A, may be postulated as follows: mean annual rainfall between 200-300 mm; extreme minimum temperature of about -26° C, mean January temperature of ca. -4.5° C. For the boundary steppe-forest/steppe we may use the isohyete of 450 mm rainfall (Schmidt, 1969).

#### DATING AND CORRELATION OF THE SECTION

In this part we will discuss the absolute dating of the section, the correlation with the deep-sea stratigraphy, and with the Northwestern European sequence.

The age of the Brunhes Matuyama boundary at 134 meters, the base of the Pangaion interstadial (pollen zone 13) at 120,000 years and the available <sup>14</sup>C-datings provide the points for the construction of a regression line showing sedimentation rate as a function of time. The result of the calculation is

$$y = -25,000 + 1090 X \quad (R = 0.98)$$

Here y represents the age in years, x the depth of the section.

From this calculation and the coefficient of determination R, we can conclude that there exists a linear relation between depth and time.

With the calculated time-depth regression line it is possible to determine the age of the boundaries of the various pollen assemblages and also the age of the pollenspectra. After the establishment of the age of the various sample points it is possible to determine by interpolation the value of the total tree pollen content at an equidistant sample distance of ca. 2000 years. These sample values were used as an input for the time series analysis (see below).

If we use the age of the stage boundaries as defined by Shackleton and Opdyke (1976; see table V) and we compare these with the calculated age of the pollen zones as defined in table I, we can compare events in the Tenaghi Phillippon section with those in the deep-sea (see table VI). As shown in the table there is apparently a good agreement between the calculated age of the pollen zone boundaries and the deep-sea stage boundaries.

The maximum observed difference does not exceed 30,000 years at pollen zone boundaries 31-32.

Analysing the vegetation history we may conclude that all deep-sea stage boundaries can be matched with a change from steppe vegetation to forest vegetation and vice versa. The transition

Boundary	Depth in core (cm)	Age (B.P.)
1-2	25	13,000
2-3	45	32,000
3-4	72	64,000
4-5	82	75,000
5-6	127	128,000
6-7	190	195,000
7-8	235	251,000
8-9	275	297,000
9-10	320	347,000
10-11	345	367,000
11-12	377	440,000
12-13	430	472,000
13-14	462	502,000
14-15	500	542,000
15-16	567	592,000
16-17	635	627,000
17-18	660	647,000
18-19	715	688,000
19-20	725	
20-21	750	
21-22	777	
22-23	825	

Table V. Stage boundaries in core V28-239 (after Shackleton & Opdyke, 1976: 455).

Pollen zone	Age	Depth Tenaghi Phillippon	Stage boundary	Age V28-239
3-4	13,500	5.70	1-2	13,000
6-7	28,000	11.20	2-3	32,000
7-8	54,000	17.00	3-4	64,000
8-9	64,000	21.00	4-5	75,000
13-14	125,000	34.80	5-6	128,000
14-15	200,000	43.00	6-7	195,000
17-18	246,000	51.10	7-8	251,000
20-21	294,000	59.50	8-9	297,000
23-24	330,000	65.90	9-10	347,000
24-25	348,000	68.80	10-11	367,000
25-26	400,000	78.10	11-12	440,000
26-27	445,000	85.90	12-13	472,000
27-28	497,000	95.00	13-14	502,000
30-31	536,000	101.90	14-15	542,000
31-32	562,000	106.00	15-16	592,000
32-33	621,000	116.80	16-17	627,000
33-34	649,000	121.80	17-18	647,000
34-35	701,000	131.00	18-19	688,000

Macedonia sequence

Deep-sea sequence

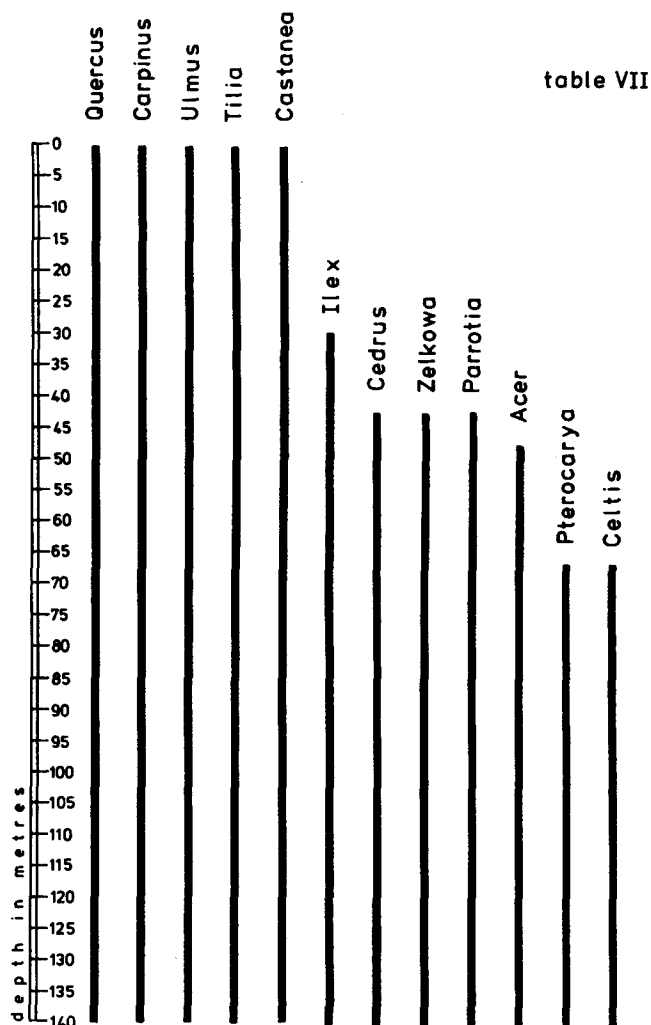
Table VI. Calculated age of pollen zone boundaries compared with the age of the deep-sea stage boundaries from core V28-239.

at glacial stages 2, 6, 10, 12, 16 and the pollen zones 3-4, 13-14, 23-24, 25-26 and 31-32 took place very rapidly. Stages 4, 8, 14 and 18 do not show such a rapid change and neither do the vegetation changes.

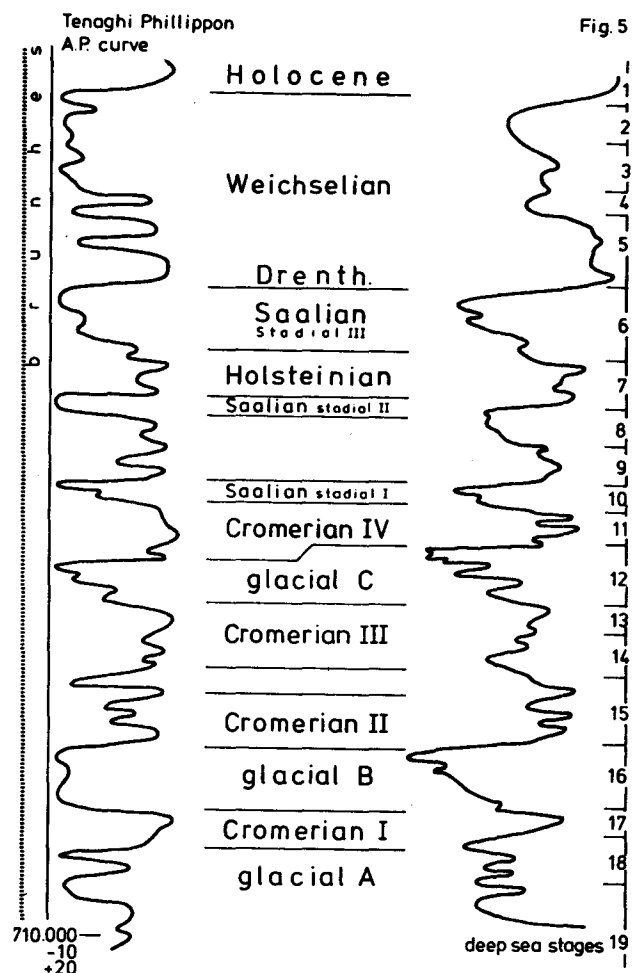
For a correlation with N.W.-Europe table VII is of importance. In this table the range of some important forest elements is put out. From this table it may be noticed that *Parrotia*, *Zelkova* and *Celtis* can be found up to pollen zone 15. Pollen of the *Quercus robur/pubescens* type is present throughout the whole section. This is also the case for *Ulmus*, *Carpinus betulus*, *Tilia*, *Castanea* and *Fagus*. *Rhododendron* is restricted to pollen zone 13 (29-35 m), while *Ilex* is found for the last time in this zone.

For correlation of pollen zone 15 with the Holsteinian the presence of especially *Parrotia* and *Celtis* may be used. Erd (1966) pointed out that in N.W.-Europe *Celtis* was found for the last time in an interglacial of Holsteinian age. After pollen zone 15 we could not find *Celtis* and hence we suggested to correlate pollen zone 15 with the Holsteinian. The absence of *Pterocarya*, a species also to be expected in an interglacial of Holsteinian age, can be explained by the absence of a suitable biotope for the species. This correlation is corroborated by the expected age of the Holsteinian of ca. 200,000-220,000 years (Evans, 1977). According to our calculation, pollen zone 15 must fall between 195,000 and 220,000 years B.P.

As consequence of the previous correlation the two interstadials in zone 14 (L1 - L3; see table I)



Range-chart of some taxa in the Tenaghi Phillippon - 134 m core.



Correlation of the continental forest-steppe vegetation phases and the deep-sea stages. In the middle part tentative correlation with the N.W. - European sequence.

are comparable to the interstadials of Bantega and Hoogeveen as defined by *Zagwijn* (1973).

Pollen zone 25 is the first pollen zone below the Holsteinian/Symvolon interglacial (pollen zone 15) which has also a characteristic interglacial character as may be deduced from its pollen content and vegetational reconstruction. This pollen zone 25 may be correlated with the 4th interglacial of the so-called Cromer complex (*Zagwijn*, 1975).

The steppe period of pollen zone 26 should then be correlated with the glacial C of *Zagwijn*. The next warm period consisting of pollen zones 27-31 is interrupted by two foreststeppe periods. This might be the equivalent of the so-called Cromer III interglacial in the sense of *Zagwijn* (1974). If the pollen zones 27 - 31 represent one single interglacial, this interglacial hence took some 100,000 years. This is the equivalent of a whole glacial cycle in the upper part (the Weichselian).

Pollen zone 32 has the characteristics of a full glacial cycle (the Weichselian) and can be correlated with the glacial B of the Netherlands (*Ruegg et al.* 1977).

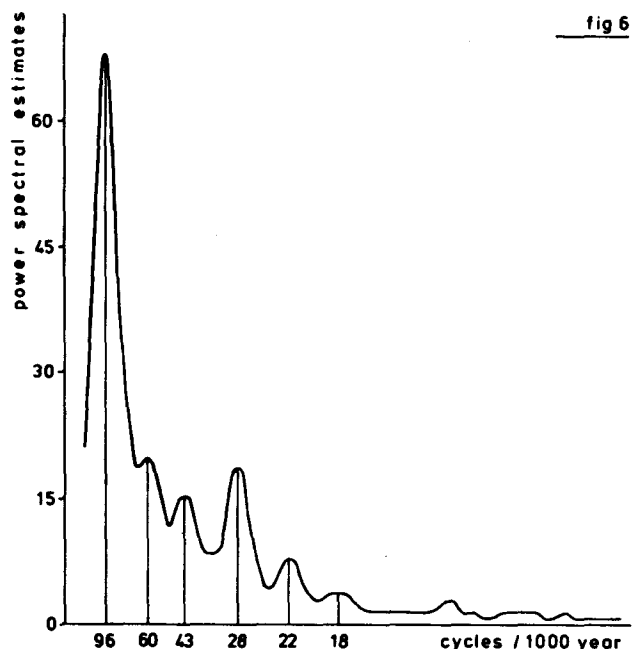
Pollen zone 33 has an interglacial character and can be correlated with the so-called Cromer II of *Zagwijn* (1971).

With the previous data fig. 5 was constructed; this figure shows the correlation with the deep-sea stages and the Tenaghi section.

#### TIME SERIES ANALYSIS OF THE DATA

With the constructed time-base as explained in the previous section the time series was sampled at equidistant intervals. The estimates of the NAD/AP curve obtained in this way were used as input data. BMD provides a program for time series analysis (*Dixon*, 1976). The results of the analysis is shown in fig. 6. The presence of a 95.000, 43.000, 28.000 and 23.000 year period may be noticed in this figure. When we compare these periods with the periods propose by *Hays et al.* (1976) we find a good correspondance at the 95.000 and 43.000 year period. The 28.000 and 23.000 year period shows some difference with the results of *Hays et al.* (1976). This slight dissimilarity can be explained by the difference in latitude. For the analysis of their data *Hays et al.* (1976) used the summer insolation curve for 60° N, while our site is situated at 41° N. Insolation curves for different latitudes are shown in *Imbrie et al.* (1980; fig. 3) and a clear shift of insolation minima can be noticed.

This is the first time that similar frequencies corresponding to variations in the earth's orbit are discovered as a response in a continental vegetation differentiation in time. It is known from *Hays et al.* (1976) that these frequencies are already recognised from deepsea records for some time. In our opinion the striking correlation between these two independent sets of data from the deep-sea and the continental Tenaghi cores, resulting in similar observed frequencies, support a better foundation of the astronomical theory of the Pleistocene Ice Ages. This theory implies that the earth's orbital variations influence climate by changing the seasonal and latitudinal distribution of the incoming solar radiation.



Spectrum of the arboreal pollen variation in the Tenaghi Phillippon - 134 m core, during the Brunhes normal epoch.

## CONCLUSIONS

A survey of the palynological data as put forward in this article resulted in a 730,000 years vegetation history of the eastern mediterranean area. During this time-interval a regular alternation of steppe phase and forest phase could be demonstrated. During the time-interval in research at first a close accordance with the Hyrcanian mesic forest in the sense of Zohary (1973) could be demonstrated by the presence of *Parrotia*, *Zelkova*, *Pterocarya*, *Celtis*, etc. In the last and before the last interglacial this forest-type was replaced by a less luxurious oak forest. This might be due to the frequent interruption by steppe vegetation during the glacials, resulting in a gradual extermination of more demanding forest tree components.

In the steppe periods a sequence can be noticed from a grass steppe to an *Artemisia-Chenopodiaceae* steppe, indicating a decline in precipitation. In the Weichselian the periods with the severe decline in precipitation are dated between 20,000 and 14,000 and round about 70,000  $14_C$  years ago.

The presence of the Brunhes Matuyama boundary at 134 meters in our section provided an approximate dating of the various biozones. This resulted in a good correlation with the deep-sea sequence.

A still tentative correlation with the N. W. -European sequence was also put forward in this article. This correlation is based on the approximate absolute datings of the various stratigraphic units,

and the last appearance of *Celtis*. Still the most difficult problem is the correlation of the N.W. -European Lower Middle Pleistocene sequence with the Tenaghi-zonation. This is partly due to the fact that in N.W. -Europe the record is strongly influenced by the Saalian glaciation and partly by the fact that in the lower half of the Upper Pleistocene a long period without marked extension of the ice caps must be present.

The time series analysis of our data showed a good accordance with the deep-sea record periods as proved by Hays *et al.* (1976). The periods found in their study are also found present in the continental vegetation history of the Macedonian record. This points, in our opinion, to an extra terrestrial source, causing the correspondance in time of the major biological changes as observed on land and sea.

## Acknowledgements

In the first place the authors would like to thank Prof. J. Opdyke who made the paleomagnetic analysis of the Macedonian section and the Foundation for Scientific Research (Z.W.O.), who provided the funds for this research. We feel that without their contribution this paper would never have been written. Furthermore the authors would like to thank Ms. J. dos Santos for typing and editing the manuscript and Mr. G. Oomen for drawing the illustrations.

## REFERENCES

- DIXON, W.J. (ed), 1976. Biomedical Computer Programs, University of California Press, Berkeley etc.: 773 pp.
- ERD, K., 1966. Pollenkörner des Zügelbaumes (*Celtis*) im Holstein Interglazial von Pritzwalk (Prignitz). *Geologie. Beitr.*, 55: 7-13
- Evans, P., 1971. The Phanerozoic time-scale. A supplement part 2. Towards a Pleistocene time-scale. Special Publ. No. 5. Geol. Soc. of London: 121-355.
- HAYS, J.D., J. IMBRIE & N.J. SCHACKLETON, 1976. Variations in the earth's orbit: pacemaker of the ice ages. *Science*, 194: 1121-1132.
- IMBRIE, J. & J.Z. IMBRIE, 1980. Modeling the climatic response to orbital variations. *Science*, 207: 943-953.
- McRAE, D.J., 1970. MIKCA: A Fortram IV iterative K-means cluster analysis program: 21 pp. Reissue (photocopy) of the Technical Centre (Department of Sociology), University of Amsterdam.
- RUEGG, G.H.J. & J.G. ZANDSTRA, 1977. Pliozäne und pleistozäne gestauchte Ablagerungen bei Emmerschans (Drenthe, Niederlande). *Med. Rijks Geol. Dienst, N.S.* 28(4): 66-99.
- SCHMIDT, G., 1969. Vegetationsgeographie auf ökologisch-soziologisches Grunde. G. Teubner Verlagsgesellschaft, Leipzig: 596 pp.
- SHACKLETON, N.J. & N.D. OPDYKE, 1976. Oxygen-isotope and paleomagnetic stratigraphy of pacific core V28-239 Late Pliocene to Latest Pleistocene. In: R.M. Cline & J. Hays (eds). Investigation of Late Quaternary paleo-oceanography: 449-464. Geological Society of America, Memoir 145.
- WALTER, H., 1968. Die Vegetation der Erde in öko-physiologischer Betrachtung. Bd. II. Die gemäßigten und arktischen Zonen. G. Fischer Verlag, Jena: 1001 pp.
- WALTER H., 1974. Die Vegetation Osteuropas, Nord-und Zentralasiens. G. Fischer Verlag, Jena: 452 pp.
- WALTER, H., E. HARNICKELL & D. MUELLER-DOMBOIS, 1975. Climate-diagram maps of the individual continents and the ecological climate regions of the earth. Supplement to the vegetation monographs. Springer-Verlag, Berlin etc.
- WIJMSTRA, T.A. 1969. Palynology of the first 30 meters of a 120 m deep section in Northern Greece. *Acta Bot. Neerl.*, 18(4): 511-527.
- WIJMSTRA, T.A. & A. SMITH, 1976. Palynology of the middle part (30-78 meters) of the 120 m deep section in Northern Greece (Macedonia). *Acta Bot. Neerl.*, 25(4): 297-312.
- ZAGWIJN, W.H., 1973. Pollenanalytic studies of Holsiteinian and Saalian Beds in the Northern Netherlands. *Med. Rijks Geol. Dienst, N.S.* 24: 139-156.
- ZAGWIJN, W.H., 1974. Variations in climate as shown by pollen analysis, especially in the Lower Pleistocene of Europe. In: Wright, A.E. & F. Moseley (eds). Ice-ages: ancient and modern: 137-152. Geological Journal Special Issue No. 6.
- ZAGWIJN, W.H., 1975. Correlaties van Laat-Tertiaire in Kwartaire afzettingen in de gebieden rond de Noordzee. In: Zagwijn, W.H. & C. J. van Staaldin (eds). Toelichting bij geologische overzichtskaarten van Nederland: 122-123.
- ZOHARY, M., 1973. Geobotanical foundations of the Middle East. 2 Vols.: 739 pp. G. Fischer Verlag, Stuttgart, Swets & Zeitlinger, Amsterdam.

## Se posesiona Nueva Junta Directiva de la Academia

El día jueves 30 de septiembre de 1982 a las 5:30 p.m. se reunió la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales en el Auditorio de la casa del Fondo Cultural Cafetero para dar posesión a la Junta Directiva elegida para el período 1982-1984, y para hacer entrega del diploma de Miembro Honorario al académico Vicente Pizano Restrepo.

Asistieron los académicos: Vicente Pizano Restrepo, Jorge Arias De Greiff, José Rafael Arboleda, Gerardo Reichel Dalmatoff, H. Daniel González, Gonzalo Correal, Alberto Cadena, Julio Carrizosa, Luis Duque Gómez, Hernando Groot, Eduardo Caro Cayzedo, María Teresa Murillo, Francisco Lleras, Augusto Gast Galvis, Lorenzo Panizzo, José A. Lozano, e Inés Bernal de Ramírez.

Se aprobó el siguiente Orden del Día:

- 1o. Palabras de saludo del presidente de la Academia,
- 2o. Entrega del Diploma de Miembro Honorario al Académico Vicente Pizano Restrepo.
- 3o. Palabras del presidente saliente.
- 4o. Posesión de la Junta Directiva.
- 5o. Palabras del Dr. Luis Eduardo Mora.
- 6o. Palabras del Dr. Jorge Eliécer Ruiz, asesor cultural de la Presidencia, a nombre del Gobierno Nacional.
- 1o. Palabras de saludo del Presidente de la Academia.

El académico Jorge Arias abre la sesión dando un saludo cordial al Dr. Jorge Eliécer Ruiz, asesor cultural de la Presidencia de la República, a doña Ayda Martínez, Directora del Fondo Cultural Cafetero, y a todos los presentes, deseando a los Miembros de la nueva Junta Directiva una exitosa gestión, especialmente en lo referente a consecución de nueva Sede permanente para la Academia.

2o. Entrega del diploma al nuevo Miembro Honorario.

El Dr. Arias De Greiff llama al estrado al Dr. Vicente Pizano Restrepo, a quien la Academia ha otorgado el título de Miembro Honorario. El presidente hace una pomeneri-

zada descripción de la ingente labor desarrollada a través de la vida por el Doctor Pizano, resaltando la labor científica desarrollada como colaborador de Albert Einstein, y luego frente a los diversos estamentos gubernamentales que requirieron sus servicios.

Se entrega el diploma al Doctor Vicente Pizano, el cual a continuación agradece al Dr. De Greiff y a la Academia, manifestando que de su labor dentro de esta Corporación guarda los recuerdos más agradables de su existencia.

3o. Palabras del Presidente saliente.

El Dr. Arias hace un breve recuento de las labores iniciadas y cuya continuación quedan al encargo de la nueva Junta Directiva. (Anexo 1). A continuación llama al estrado a los académicos Hernando Groot, Inés Bernal de Ramírez y Julio Carrizosa Umaña, nuevos miembros de la Junta Directiva y declara oficialmente su posesión.

4o. Palabras del nuevo presidente.

Toma la palabra el Dr. Luis Eduardo Mora-Osejo y pone a consideración de la Academia el plan de trabajo a desarrollar en el período que comienza (Anexo 2).

5o. Palabras del Dr. Jorge Eliécer Ruiz.

El Dr. Ruiz a nombre del Dr. Belisario Betancur, Presidente de la República, presenta un saludo a la Academia y manifiesta el deseo del Gobierno de adherirse a los programas de esta colectividad. Exalta la idea manifestada por el señor Presidente de la República en diversas ocasiones de propender por una nueva alianza entre la Ciencia y las Humanidades, de la cual existen varios ejemplos dentro de la Academia, como es el caso del Dr. Vicente Pizano, quien sacó tiempo de sus actividades científicas para organizar el Museo de Arte Colonial; nombra otros ejemplos más, en los cuales se conjugan el conocimiento científico con la vocación humanística, y manifiesta que éste deber ser el espíritu que anime la nueva Expedición Botánica.

# DISCURSO DE POSESION DEL SEÑOR PRESIDENTE DE LA ACADEMIA, doctor Luis Eduardo Mora-Osejo

Señor Asesor para Asuntos Culturales  
de la Presidencia de la República,

Señores Académicos Miembros  
de la Junta Directiva,

Señores Académicos,

Señoras y Señores:

Al asumir la Presidencia de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, deseo, en primer lugar, expresar en nombre de quienes integramos la nueva Junta Directiva, los debidos agradecimientos por la confianza que tuvo a bien depositar en nosotros la Academia, al elegirnos para presidir sus destinos durante este nuevo período estatutario.

Somos concientes de la alta y a la vez delicada responsabilidad que inmerecidamente nos ha sido confiada. Si la hemos aceptado es por cuanto nos animan la más firme voluntad de servicio y el deseo de contribuir, merced al esfuerzo común y a la participación eficaz de todos, al ascenso permanente de la Institución, cuyos primeros 50 años están próximos a cumplirse.

Guiados por los derroteros que diseñaron los fundadores de la Institución, será para nosotros más fácil cumplir con acierto nuestras tareas. Los mismos derroteros que la han guiado a través de su existencia fecunda, es decir: propender por la consolidación de la ciencia en nuestro medio como herramienta poderosa para escudriñar la realidad, obtener el conocimiento válido de la misma, difundirlo eficazmente entre nuestros conciudadanos y promo-

ver su utilización inteligente en la interacción con la naturaleza que nos sirve de apoyo y sustento.

Permítaseme, enunciar a continuación los temas en cuyo desarrollo habremos de concentrar nuestros esfuerzos. De ninguna manera, quisiera abusar de vuestra amable atención con la exposición pormenorizada de los mismos. Me referiré solamente a aquellos que considero de mayor trascendencia en la vida de la Academia.

El primero de ellos toca con la necesidad inaplazable de dotar a la Institución de una sede propia que le permita desplegar plenamente sus actividades, en particular, la difusión del conocimiento científico y cumplir sus funciones de Entidad asesora del Gobierno Nacional, en materias atinentes a las Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

Timbre de honor ha sido y será siempre para la Academia de Ciencias de Colombia, la afortunada circunstancia de haber iniciado y cumplido esta primera etapa de su historia en la sede del Observatorio Astronómico Nacional, que en buena hora se mantiene incólume, a manera de testigo excepcional de aquellos tiempos luminosos, cuando bajo el cuidado e inspiración del insigne Mutis, florecieron por primera vez las Ciencias Exactas, Físicas y Naturales en el suelo colombiano.

Pero, precisamente, esta feliz circunstancia, reclama del Estado la urgencia de dotar a la Institución de una sede que le permita desarrollar decorosamente y de acuerdo con las necesidades de la hora presente, las funciones para las cuales fue estatuida por el mismo Estado.

Resultaría cuando menos contradictorio, que la Academia de Ciencias de Colombia, de tan ilustre estirpe y en esta hora, cuando universalmente se reconoce a la ciencia, como la palanca poderosa capaz no sólo de transformar el planeta, sino a la sociedad humana y ahora al hombre mismo, tuviera que celebrar su primer cincuentenario, privada de las facilidades de una sede propia.

Por otra parte, en el próximo año celebraremos el bicentenario de la iniciación de labores de la Expedición Botánica. Con tal motivo, el Señor Presidente de la República ha propuesto acertadamente, retomar el espíritu que animó esa fecunda empresa científica e iniciar con renovado empeño otra similar que tendría por objeto profundizar en el conocimiento de nuestra realidad natural, bajo el nombre de "SEGUNDA EXPEDICION BOTANICA".

La Academia Colombiana de Ciencias, que por mandato legal y voluntad expresa de sus fundadores, le incumbe propender por la publicación de los textos de la Flora de la Real Expedición Botánica al Nuevo Reino de Granada, se sumará a este laudable empeño y prestará la colaboración que le corresponda, al lado de los institutos especializados en la materia de Colombia y de España; con el propósito firme de ver convertido en realidad ese antiguo y entrañable anhelo, al cual dedicara tanta energía y desvelos, uno de nuestros más eximios académicos fundadores ya fallecido, el doctor Enrique Pérez Arbeláez, Botánico y Humanista, continuador como el que más de la obra de Mutis, y a quien al asumir la máxima responsabilidad que la Academia asigna a sus Miembros, deseo rendir homenaje de admiración y respeto.

Al lado de estas tareas que por su trascendencia son prioritarias, considero asimismo pertinente que la Institución comprometa sus esfuerzos en completar otras tareas que de suyo siempre han merecido su atención y estudio.

En primer término, propongo que la Academia con el apoyo del Estado y la colaboración de las entidades del Sector Educativo, asuma el liderazgo en los empeños dirigidos al mejoramiento cualitativo de la enseñanza de las ciencias en todos los niveles y tras los objetivos de fomentar el pensar crítico, la reflexión creativa y de motivar a los educandos por el conocimiento de la realidad natural del país, comenzando con la del contorno inmediato. La Academia tiene el privilegio de contar entre sus miembros a figuras consagradas de la Ciencia que a la par ostentan la condición de "Maestros", en el más alto y digno significado de la palabra. Por qué

entonces, no brindarles la oportunidad de asumir esta tarea cuyos efectos benéficos a corto y a largo plazo, a nadie escapan?

Así, la ciencia poco a poco dejaría de ser en nuestro medio una actividad exotérica, restringida al ámbito de pocos individuos meritorios, dotados de mentalidad y voluntad excepcionales, para convertirse en la actividad difundida en amplios sectores de la sociedad, al igual de lo que ocurre con otras actividades culturales.

Por otra parte, merced a meritorios esfuerzos individuales y recientemente a la ayuda económica y eficaz de COLCIENCIAS, se ha logrado consolidar conocimientos sobre aspectos importantes de la realidad colombiana, como son los atinentes a la geografía, a la conformación geológica del subsuelo, a las características predominantes del clima, a la Etnología y Antropología, en fin, a la Flora y la Fauna. Sin embargo, estos conocimientos permanecen, en buena parte, desconocidos de la Nación y lo que es más preocupante, apenas se les utiliza escasamente y ni siquiera han sido incorporados a los contenidos programáticos de las asignaturas que configuran los pñsumes de los establecimientos de enseñanza primaria, secundaria y superior.

Continuamos aferrados a la transmisión de contenidos estereotipados que, por lo general, no suelen referirse directamente a nuestra realidad y, en muchos casos, ciertamente, a ninguna realidad. No es sorprendente entonces, que no sean muchos quienes poseen conocimientos, así sean elementales, de los rasgos predominantes de nuestro clima, de las regularidades de la distribución de la vegetación natural, de las especies nativas que conforman nuestros montes y selvas. La enseñanza libresco que todavía suele predominar en nuestros planteles educativos, priva al grueso de nuestros conciudadanos de compenetrarse con esas realidades y de sentir el interés por estudiarlas y conocerlas. Necesariamente la SEGUNDA EXPEDICION BOTANICA tendrá que comenzar como en su momento lo intuyera Mutis, por llenar estos protuberantes vacíos.

El aporte concreto y prioritario de la Academia, consistiría, en primer lugar, en el establecimiento de una cátedra abierta al amplio público que llevaría por nombre el de Don José Celestino Mutis y que estaría dedicada a divulgar el pensamiento del insigne sabio gaditano, en la hora presente, y a impulsar el conocimiento de la naturaleza del país, transmitiendo los conocimientos ya consolidados y fomentando la investigación científica. Por otra parte, la Academia prepararía Textos Didácticos para

los diferentes niveles del sistema educativo colombiano, en cuyos contenidos se incorporarían conocimientos consolidados sobre los diferentes aspectos de la realidad natural del país.

Como complemento de esta labor, la Academia publicaría en forma de libro una selección de notables artículos científicos, aparecidos en su Revista, referentes a aspectos propios de la realidad colombiana, tales como: Las Formaciones Vegetales de Colombia, la Estratigrafía de Colombia, el Clima de Colombia, los Suelos de Colombia, las Lagunas de Colombia, los Volcanes de Colombia, entre otros. Por otra parte, se regularizará la publicación de la Revista y su distribución nacional e internacional oportuna.

Desde luego, la puesta en práctica de estas iniciativas debe apoyarse en el pleno funcionamiento de las Comisiones Estatutarias, enriquecidas por el trabajo individual de cada uno de sus miembros.

Tendremos asimismo que dedicar especial atención y empeño a la organización de la Biblioteca y Hemeroteca, así como al enriquecimiento de sus fondos; merced a la activación del canje de la Revista de la Academia, considerada por organizaciones expertas, como una de las mejores en su género en la América Latina.

Asimismo, el funcionamiento pleno de la Biblioteca y Hemeroteca y de las salas de estudio, contribuirá a crear en nuestra sede, una atmósfera que estimule el trabajo individual y de las Comisiones, así como la celebración de mesas redondas, simposios y seminarios.

Si esto ya se ha logrado en nuestro país en otras áreas del quehacer cultural, por qué no habremos de conseguirlo para las Ciencias Exactas, Físicas y Naturales?

Quizás, ha faltado hacer conocer más de la Nación los resultados de la actividad investigativa en el área de las ciencias que nos competen; probablemente, circunstancias históricas bien conocidas y el impulso relativamente tardío que durante el presente siglo se dio a la investigación científica fundamental y a la formación de nuevas promociones de Investigadores en las principales Universidades del país, interrumpiendo la brillante tradición del Siglo XIX, sea la razón por la cual el Estado y la Sociedad no hayan dado el suficiente apoyo al

desarrollo de las Ciencias Exactas, Físicas y Naturales en nuestro medio.

Resulta así sorprendente constatar que el actual aporte global del país a la investigación científica, al acercarse el fin del Siglo XX, sea apenas del 0.11% del producto nacional. Será necesario ahora corregir esta situación de suyo aberrante y propender, asimismo, por un mayor reconocimiento y estímulo al investigador. Tales medidas redundarán en el fortalecimiento de la investigación, cuantitativa y cualitativamente. Cumplida la fase descriptiva de los diferentes aspectos de nuestra realidad natural, tendremos que avanzar hacia la formulación de modelos, teorías y leyes que interpreten fenómenos propios de nuestro medio natural, en especial aquellos que definen nuestra condición de país tropical y andino, como ya ha comenzado a ocurrir en algunas áreas.

Así, con el transcurrir del tiempo se habrá consolidado una gran experiencia y un patrimonio de conocimientos científicos, en referencia a nuestro propio país, que puestos luego al servicio de los colombianos, les permitirán asentarse sobre la realidad natural que le correspondió en suerte, no ya a manera de habitantes foráneos que se limitan a repetir prácticas procedentes de otras latitudes remotas, sino como hombres capaces de comprender la multivariabilidad de facetas de la naturaleza tropical andina, y, en tal medida, aprenderán a utilizarla adecuadamente, sin que ello signifique deterioro cuando no destrucción irreversible.

Señores Académicos Miembros de la Mesa Directiva,  
Señores Académicos,  
Señores y Señoras:

De esta manera, dejo expuesto a grandes rasgos, los propósitos que me animan y las acciones a cuya aplicación quisiera dedicar prioritariamente mis esfuerzos desde la elevada posición para la cual, vosotros, Señores Académicos, tuvieron a bien elegirme. Sé que contaré con el apoyo decidido y entusiasta de los colegas Miembros de la Junta Directiva y de todos y cada uno de vosotros. Desde luego, ello compromete mi gratitud y voluntad de no ahorrar esfuerzo alguno en la realización del programa que presento a vuestra docta consideración.

Muchas gracias