

ANÁLISIS PALINOLÓGICO DEL PÁRAMO DE MUCUBAJÍ, ANDES VENEZOLANOS

Carlos Grau y Dilia Velázquez

Universidad Simón Bolívar. Departamento de Biología de Organismos.

Apdo. 89.000. Caracas 1080. Venezuela

carlos_grau@hotmail.com

COMPENDIO

Se realizó una descripción de cambios de vegetación en el área circundante a la laguna de Mucubají, Estado Mérida, utilizando técnicas palinológicas. Se tomó un núcleo de 120 cm de profundidad. Se procedió a concentrar el polen y a identificar los palinomorfos encontrados. Como resultado se obtuvieron ocho zonas estratigráficas. En la zona más superficial del núcleo se encontró la mayor abundancia de polen. Estos resultados parecen sugerir que en las zonas más profundas la escasa presencia de palinomorfos se debe principalmente a que el sedimento es arena, la cual ofrece poca preservación. Las condiciones climáticas que se pueden inferir a partir del presente análisis palinológico para el páramo de Mucubají, son las correspondientes al ecosistema Páramo, con leves oscilaciones climáticas que no alteran de una manera significativa la composición de la vegetación. Además, se puede interpretar una secuencia de colonización de lo que en principio fue una morrena desnuda.

ABSTRACT

A description of vegetation changes in the Laguna de Mucubají, Venezuelan Andes, was carried out using palynological techniques. To this end, a 120 cm deep bore hole was taken. Pollen was concentrated and the palynomorphs found were identified. Eight stratigraphical zones were found. The highest abundance of palynomorphs was found in the superficial zones. A scarcity of palynomorphs in the deepest parts of the sample is suggested to be the result of poor preservation provided by the sandy till in these zones. Climatic conditions that can be inferred by the present palynological analysis of the Mucubají páramo are corresponded with those of the Páramo ecosystem, with slight climatic oscillations that do not significantly alter the vegetational composition of this

area. Additionally, a colonization sequence can be interpreted of an originally barren moraine.

PALABRAS CLAVE

Secuencias de colonización, cambios climáticos, polen, vegetación.

KEY WORDS

Colonization sequences, climatic change, pollen, vegetation.

INTRODUCCIÓN

Hasta hace unos 20 años se consideraba que el clima de la región Neotropical se había mantenido relativamente estable; sin embargo, se han encontrado suficientes evidencias que sugieren que los trópicos también sufrieron importantes alteraciones climáticas, especialmente durante las épocas glaciales (Simpson, 1975; Schubert, 1988; Colinvaux, 1996). Dichas alteraciones se han hecho particularmente evidentes en las regiones montañosas (Rull, 1985; Schubert y Clapperton, 1990). En lo que respecta a Venezuela, los altos páramos andinos han suministrado la mayor parte de estas evidencias (Rull, 1996).

Al retirarse los glaciares luego del Último Máximo Glacial, dejaron huellas de su presencia en forma de morrenas. Estas están presentes en los Andes del Norte en todas las cordilleras de alrededor de 4.000 m de altitud. Se han reconocido dos complejos morrénicos principales: uno entre los 2.600 y los 2.800 m de altitud y otro entre los 2.900 y los 3.500 m de altitud. Las morrenas del valle de Mucubají pertenecen a esta última etapa, con una edad de 12.650 ± 130 años A.P. (Schubert, 1988; Schubert y Clapperton, 1990).

Estos cambios climáticos han causado desplazamientos en los taxa vegetales. En respuesta, las plantas han cambiado su distribución espacial, expandiendo y contrayendo sus límites territoriales y alterando sus puntos geográficos de abundancia (Ritchie, 1986; Webb, 1997).

En los Andes, esta respuesta ocurre en forma de desplazamientos verticales de los pisos altitudinales de vegetación, siendo el más característico el descenso en altitud de estos pisos ante el descenso en la temperatura y el ascenso de los mismos ante temperaturas más altas (Van der Hammen, 1974).

El objetivo de este trabajo es presentar una evaluación de un registro palinológico del páramo de Mucubají, Estado Mérida, para dilucidar posibles cambios climáticos en esta área y su relación con la flora actual. A la vez, se describen las evidencias palinológicas de una aparente secuencia de colonización primaria.

MATERIALES Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO. UBICACIÓN, GEOMORFOLOGÍA Y CLIMA

El área de estudio se ubica en el nudo geográfico de Mucuchíes, a 3.600 m s.n.m. aproximadamente (Fig. 1). Corresponde geológicamente a sedimentación ocurrida desde el Pleistoceno tardío hasta el Holoceno y se caracteriza geomorfológicamente por un paisaje glacial. El área estuvo cubierta por hielo glacial durante la glaciación Mérida, retirándose los hielos hace aproximadamente 12.650 años (Salgado-Laboriau, *et al.* 1992).

La temperatura disminuye con la altitud, desde un promedio de 27 °C al pie de monte hasta 0 °C a la altitud aproximada de 4.300 ms.n.m., con poca variación estacional en contraste con grandes fluctuaciones diarias, y es afectada principalmente por la altitud y la nubosidad.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA

Se obtuvo un núcleo de sedimento (núcleo MB) de 120 cm según Lanesky *et al.* (1979), con las modificaciones introducidas por Smith (1984) y Bezada y Clapperton (1996).

PROCESAMIENTO

El material se procesó según Rull (1985) y Rull *et al.* (1999), con algunas modificaciones. En este caso, y debido a la amplia variedad de sedimentos encontrados, el núcleo fue separado en secciones de 1, 2, 3, 4 ó 5 cm de ancho, en lugar de hacerlo cada centímetro.

Con el fin de añadir al sedimento una cantidad conocida de palinomorfos como marcador, se introdujo polen exótico en forma de tabletas de carbonato cálcico con esporas de **Lycopodium** sp. (Lycopodiaceae) acetolizadas, con 12.542 esporas por comprimido ($s = \pm 2081$; $V = \pm 3,3\%$), debido a que la espora de

esta especie europea es fácilmente distinguible de los palinomorfos locales. Así, la relación entre el polen exótico contado (EC) en las preparaciones y el añadido (ES) es igual a la relación entre el polen autóctono contado (AC) y el total contenido en la muestra (AS), de forma que el polen contenido en la muestra se puede estimar mediante:

$$AS = AC (ES/EC)$$

Por último, las muestras se resuspendieron en glicerina pura y se transfirieron a viales de vidrio etiquetados.

ANÁLISIS PALINOLÓGICO

El conteo se realizó en barrido vertical a 400x mediante un microscopio marca Zeiss modelo Standard 25. Se contaron 3-5 láminas por nivel, hasta superar 400 granos (Rull, 1985). Se separaron los palinomorfos en polen, esporas de helechos, hongos y algas. Para su determinación se tomaron fotografías a 630x de cada elemento nuevo en el conteo y se compararon con la literatura (Salgado-Laboriau, 1971; Erdtman, 1972; Hooghiemstra, 1984; Velásquez y Rangel 1995). Se analizaron los datos y se elaboraron los gráficos utilizando Psimpoll 3.00 y Psicomb 1.03 (Bennett, 1998). El diagrama de porcentajes relativos fue dividido en zonas utilizando análisis multivariado.

RESULTADOS

Los resultados del análisis palinológico del núcleo MB se muestran como diagramas de porcentaje relativo o proporción (Fig. 2) y de abundancia de granos de polen y otros palinomorfos (Figs. 3 y 4). Se explican estos diagramas a la vez.

ZONAS 1, 2 y 3

La zonas de mayor profundidad, presentaron una escasa presencia de polen. En la zona 2 aparece polen de Asteraceae, Caryophyllaceae y Poaceae, con disminución de **Podocarpus** (Podocarpaceae) y el tipo **Plantago** (Plantaginaceae) (Fig. 2). En la zona 3 se observó un leve incremento en número de todos los palinomorfos (Figs. 2 y 4).

ZONAS 4 y 5

La proporción del polen de Poaceae llega a su valor máximo (>90%) en la zona 4, luego disminuye hacia la zona 5. Asteraceae y Caryophyllaceae dismi-

nuyeron hasta dejar de ser representables, para luego comenzar a aumentar a la mitad de la zona. Aparecieron tipos boscosos, representados por **Hedyosmum** (Chloranthaceae). En la zona 5 aparecieron nuevos tipos polínicos, entre ellos **Montia** (Portulacaceae), **Plantago**, Cyperaceae y Melastomataceae. Se observaron picos en los elementos boscosos, **Alnus** (Betulaceae) y **Hedyosmum**. Poaceae disminuyó hasta 40%, mientras que Asteraceae aumentó notablemente en proporción y en número. Caryophyllaceae aumentó hasta llegar a un máximo de 15% (Figs. 2 y 3). Las algas mostraron un aumento notable, principalmente hacia la zona 5 (Fig. 4).

ZONA 6

Aumentó la variedad de palinomorfos, añadiéndose **Ilex** (Aquifoliaceae), **Bocconia** (Papaveraceae) y Euphorbiaceae. Las Asteraceae llegaron aquí a su máximo en porcentaje (45%) y abundancia (55×10^4 granos/cm³). Cyperaceae, **Plantago** y Melastomataceae aumentaron en proporción. Estas últimas alcanzaron aquí su máximo en proporción y número. Las Caryophyllaceae y Poaceae llegaron a su máxima abundancia (Fig. 3). Aparecieron Gentianaceae, Acanthaceae y **Geranium** (Geraniaceae). Las dos últimas alcanzaron aquí su máximo. Comenzó a observarse Pteridophyta. Las algas incrementaron su abundancia. Los hongos comenzaron a aparecer en esta zona (Fig. 4).

ZONA 7

Se observaron los máximos de abundancia de **Podocarpus** y **Alnus**. **Hedyosmum** desapareció, para reaparecer luego hacia el final de la zona, al igual que **Hypericum** (Clusiaceae). El tipo **Acaena / Polylepis** (Rosaceae) se inició aquí, al igual que **Aragoa** (Scrophulariaceae). Las Asteraceae disminuyeron en proporción. Las Poaceae disminuyeron fuertemente al principio de la zona, para luego aumentar hasta un pico hacia el final. Las Cyperaceae mostraron un máximo de abundancia y de porcentaje. **Plantago** presentó su máxima proporción. Las Caryophyllaceae mostraron un pico, descendieron hasta dejar de ser representables, y luego aumentaron hasta llegar a su máxima proporción. También estuvieron presentes, en menor proporción, **Geranium** y **Draba** (Brassicaceae) (Figs. 2 y 3). Lycopodiaceae mostraron una presencia importante, con dos picos de abundancia. **Isoetes** (Isoëtaceae) comenzó a aumentar en número a partir de la mitad de la zona. Las algas y los hongos mostraron abundancias similares (Fig. 4).

ZONA 8

En la zona más superficial del núcleo, **Podocarpus** mantuvo su proporción y abundancia, mientras que las Bombacaceae, el tipo Euphorbiaceae, **Ilex** y el tipo **Acaena/Polylepis** disminuyeron hasta dejar de ser representables. **Hypericum**, **Aragoa**, **Bocconia** y **Hedyosmum** mostraron máximos. Las Asteraceae aumentaron en proporción. Las Poaceae mostraron un descenso en proporción, que se correspondió con un aumento en las Cyperaceae. Estos tres tipos, Asteraceae, Poaceae y Cyperaceae mostraron abundancias similares, con picos hacia el final. En el mismo punto, los tres tipos mostraron un descenso en su representación porcentual. **Plantago** mostró un pico hacia el final. Las Caryophyllaceae y **Montia** mostraron abundancias y porcentajes similares, mientras que **Draba**, **Geranium**, Tiliaceae y Celastraceae tienden a desaparecer del diagrama de porcentajes (Figs. 2 y 3). Entre los Pteridophyta, **Isoetes** y Lycopodiaceae fueron abundantes y mostraron varios picos. Aparecieron las Cyatheaceae. Los hongos y algas fueron abundantes. Aparecieron Briophyta. En todos los grupos, a excepción de las Cyatheaceae, se observó un descenso alrededor de los 10 cm de profundidad y un máximo en los primeros 2 cm (Fig. 4).

DISCUSIÓN

Las zonas 1 y 2, que corresponden a la parte inferior y relativamente más antigua del núcleo, presentan características similares en cuanto a abundancia de palinomorfos y tipo de sedimento. Los tipos polínicos presentes aparecen representados por un alto porcentaje, aun cuando el gráfico de abundancia muestra que son escasos (Figs. 2 y 3). Esta escasez de palinomorfos podría deberse principalmente a que el sedimento es arena, que brinda pocas posibilidades para la preservación del polen (Rull *et al.* 1999). Es probable que se trate de la parte inferior de la morrena glacial adyacente al punto en donde se tomó la muestra (Fig. 1). Esta morrena sería posteriormente colmatada por sedimentos, hasta llegar a la condición actual. En este caso, se puede pensar que en este punto había solamente material morrénico crudo ("till"). Esta roca estructural erosionada por el glaciar, con poca capacidad para mantener vida vegetal, fue luego colonizada al mejorar las condiciones del suelo, como se observa en los siguientes niveles.

Por otra parte, la presencia de este suelo desnudo y la ausencia de elementos indicadores de humedad, como serían los hongos, podrían interpretarse como un descenso en la temperatura con respecto a la época actual.

Si bien en la zona 2 se observa la presencia de Poaceae, es a partir de las zonas 3 y 4 cuando se puede comenzar a vislumbrar la secuencia de colonización. La presencia de Caryophyllaceae y Asteraceae como elementos pioneros sugiere una mejora en las condiciones del suelo (Fig. 3). Esta suposición es reforzada por un aumento en la presencia de algas (Fig. 4) que, aunque leve, sugiere un incremento en la humedad del suelo (Rull, 1985). La cantidad de palinomorfos en las zonas 3 y 4 es baja, de modo que leves variaciones causan grandes efectos en los porcentajes relativos (Figs. 2 y 3). Al igual que en las zonas 1 y 2, la baja cantidad de granos de polen por unidad de volumen de sedimento puede deberse a que éste ofrece una baja calidad de preservación (Tabla I).

En la zona 5 hay un aumento en diversidad de tipos polínicos en comparación con zonas anteriores. Sin embargo, la presencia de polen de **Podocarpus** y **Alnus** no significa necesariamente la presencia de estos árboles en la localidad. Salgado-Laboriau (1979) señala que tanto **Podocarpus** como **Alnus** presentan una alta capacidad de dispersión de polen. A causa de esto, su polen está generalmente presente en el suelo del páramo aún cuando son árboles de bosque (Fig. 3). Por otra parte, **Hedyosmum** tiene una capacidad de dispersión de polen más moderada que la que presentan los anteriores, por lo que su presencia en la zona 5 podría indicar que el mismo se encuentra cercano al punto de muestreo. Salgado-Laboriau (1979) señala que el polen de **Hedyosmum** puede ser un mejor indicador de la distancia entre el bosque y el sitio de deposición.

En esta misma zona, la disminución en el porcentaje de polen de Poaceae, junto con un aumento proporcional del polen de Asteraceae y Caryophyllaceae (Fig. 2) podría indicar condiciones frías y de poca humedad. En estas condiciones tiende a disminuir la presencia de Poaceae (Salgado-Laboriau, 1979; Balsey y Luteyn, 1992). Por otra parte, el aumento en el polen de **Espeletia** (Asteraceae) puede estar contribuyendo al incremento en porcentaje y número del polen de Asteraceae en general (Salgado-Laboriau, 1979).

En la zona 6, el polen de **Ilex** y de Melastomataceae, sugiere fuertemente la presencia de estas plantas en la localidad, ya que estos grupos tienen muy poca capacidad de dispersión de polen (Salgado-Laboriau, 1979). Estas plantas de bosque montano podrían ser indicadoras de un aumento en la temperatura (Rull, 1985). Adicionalmente, el aumento en proporción y abundancia de las Cyperaceae, algas y hongos sugiere un aumento en la humedad (Figs. 2 y 4). De hecho, el aumento en el número de tipos presentes, sobre todo de aquellos elementos herbáceos característicos del páramo como **Geranium** y **Montia**,

indican condiciones climáticas del Páramo propiamente dicho, el cual es más húmedo que el Superpáramo (Vareschi, 1970). Cabe destacar que el incremento en abundancia de polen puede ser consecuencia del elevado número de granos de polen de Asteraceae. Tan alta cantidad de polen de Asteraceae posiblemente se deba a un evento de floración localizado (Rull com. pers.). El incremento observado en la concentración de polen para esta zona sugiere un aumento en la capacidad de preservación del sedimento (Tabla I).

En la zona 7 (Fig. 3) continúa el aumento en la diversidad de tipos polínicos, iniciado en la zona anterior. Lo observado en ambas zonas podría ser interpretado como una secuencia de colonización (Olf *et al.* 1993). Hay, sin embargo, un descenso notable tanto en la abundancia como en el porcentaje de casi todos los tipos polínicos hacia el centro de la zona, llegando a desaparecer la mayor parte de ellos del gráfico de abundancia. El aumento en porcentaje de **Podocarpus** y **Alnus** puede interpretarse como un efecto de la reducción en abundancia del resto de los tipos. La abundancia de **Alnus** y **Podocarpus** no varía significativamente a lo largo del muestreo, por tratarse de tipos de gran dispersión. De modo similar, el aumento en porcentaje de gramíneas y **Plantago** se puede atribuir también al mismo efecto (Fig. 2). La considerable disminución de la concentración de polen en esta zona (Fig. 3) no puede atribuirse a una baja calidad de preservación del sedimento, por tratarse éste de limo y turba (Tabla I) ya que ambos tipos de sedimento se caracterizan por poseer una buena capacidad de preservación de polen (Rull *et al.* 1999). Es posible que haya ocurrido un breve período de condiciones similares a Superpáramo, aunque como se dijo anteriormente la presencia de algas y hongos sugiere condiciones más húmedas, que aumentan hacia el final de la zona (Fig. 4).

El polen encontrado en la zona 8, la más superficial del núcleo, sugiere condiciones similares a las actuales. El helecho acuático **Isoetes** es un indicador inequívoco de la presencia de una lámina de agua, ya que esta planta crece sumergida a poca profundidad (Salgado-Laboriau, *et al.* 1992).

La gran abundancia de algas y hongos, la presencia de Bryophyta (Fig. 4), así como la abundancia de Cyperaceae (Fig. 3) confirman la interpretación de una condición inundada local.

La presencia de Caryophyllaceae, **Montia**, **Geranium** y **Draba**, todos elementos herbáceos típicos del Páramo propiamente dicho, así como también el máximo de porcentaje de **Hypericum** son indicadores de condiciones de pára-

mo muy similares a las actuales (Salgado-Laboriau, 1979). Los cambios en el suelo y en el aumento de la diversidad, observados en el presente trabajo son similares a observaciones hechas en estudios de sucesiones primarias en suelo mineral crudo (Olf, *et al.* 1993).

CONCLUSIONES

Los palinomorfos que más información aportaron para el presente análisis fueron los de miembros de las familias Asteraceae, Poaceae, Cyperaceae, Melastomataceae y Caryophyllaceae, así como también de los géneros **Hedyosmum**, **Hypericum**, **Plantago** y **Montia**. Los otros elementos que aportaron más información fueron **Isoetes**, algas y hongos.

A partir del análisis palinológico del núcleo MB, para el páramo de Mucubají se pueden inferir condiciones climáticas correspondientes al ecosistema Páramo, con leves oscilaciones climáticas que no alteran de una manera significativa la composición general de la vegetación.

De los resultados del presente trabajo se podría interpretar una secuencia de colonización probable de lo que en principio fue una morrena desnuda compuesta por material mineral crudo. Se observaron cambios en la estructura del suelo que apoyan esta interpretación.

La presencia de este suelo mineral y la ausencia de elementos indicadores de humedad en los niveles más profundos del núcleo MB, y en consecuencia los más antiguos, podrían interpretarse como un descenso en la temperatura con respecto a la época actual.

AGRADECIMIENTO

A Arturo Mieussens por la determinación de las coordenadas para el mapa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Balsev, H. and Luteyn, J.L., (Eds). 1992. Páramo: An Andean Ecosystem Under Human Influence. Academic Press Inc., San Diego, CA, EEUU. 282 p.
- Bennett, K.D. 1998. Programas de computación Psimpoll 3.00 y Pscomb 1.03. Department of Plant Sciences, University of Cambridge. <http://www-palecol.plantsci.cam.ac.uk/>

- Bezada, M. y Clapperton, Ch. 1996. Estudio preliminar de la morfología de los glaciares Pleistocénicos de los Andes Venezolanos. XLVII Convención Nacional de ASOVAC, Barquisimeto, Edo. Lara.
- Colinvaux, P.A. 1996. Quaternary environmental history and forest distribution in the Neotropics. The University of Chicago Press, Chicago. Pp. 359-405.
- Erdtman, G. 1972. Pollen morphology and plant taxonomy. Corrected reprint of the edition of 1952. Hafner Publishing Company, New York. 553 p.
- Hooghiemstra, H. 1984. Vegetational and climatic history of the high plains of Bogotá, Colombia: A continuous record of the last 3.5 million years. Diss. Bot. 79. J. Cramer. Vaduz.
- Lanesky, D.E., Logan, B.W., Brown, R.G. and Hine, A.C. 1979. A new approach to portable vibracoring underwater and on land. J. Sediment. Petrol. 49: 654-657.
- Oloff, H., Huisman, J. and Van Tooren, B. F. 1993. Species dynamics and nutrient accumulation during early primary succession in coastal sand dunes. J. Ecol. 81: 693-706.
- Ritchie, J.C. 1986. Climate change and vegetation response. Vegetatio 67: 65-74.
- Rull, V. 1985. Analisis palínico de dos turberas holocenas situadas en el subpáramo de los Andes venezolanos. Trabajo presentado como requisito para optar al título de Master Scientarum en Biología, Mención Ecología. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas I.V.I.C. Centro de Estudios Avanzados, Caracas. 103 p.
- Rull, V. 1996. Late Pleistocene and Holocene climates of Venezuela. Quatern. Int. 31: 85-94.
- Rull, V., Mata, L., Hidalgo, M. y Morillo, D. 1999. Métodos de laboratorio en paleopalínología. Servicios Geológicos Especializados. PDVSA. Caracas. Pp 21-24.
- Salgado-Laboriau, M.L. 1971. Contribuição à palinologia dos cerrados. Academia Brasileira de Ciências. Rio de Janeiro. 291 p.

- Salgado-Laboriau, M.L. 1979. Modern pollen deposition in the Venezuelan Andes. *Grana* 18: 53-68.
- Salgado-Laboriau, M.L., Bradley, R.S., Yuretich, R. and Weingarten, B. 1992. Paleocological analysis of the sediments of Lake Mucubají, Venezuelan Andes. *J. Biogeogr.* 19: 317-327.
- Schubert, C. 1988. Climatic changes during the last glacial maximum in northern South America and the Caribbean: a review. *Interciencia* 3: 128-137.
- Schubert, C. and Clapperton, C. M. 1990. Quaternary glaciations in the Northern Andes (Venezuela, Colombia and Ecuador). *Quatern. Sci. Rev.* 9: 123-135.
- Simpson, B. 1975. Pleistocene changes in the flora of the high tropical Andes. *Paleobiology* 1: 273-294.
- Smith, D.G. 1984. Vibracoring fluvial and deltaic sediments: Tips on improving penetration and recovery. *J. Sediment. Petrol.* 54: 660-663.
- Van der Hammen, T. 1974. The Pleistocene changes of vegetation and climate in tropical South America. *J. Biogeogr.* 1: 3-26.
- Vareschi, V. 1970. Flora de los páramos de Venezuela. Universidad de los Andes. Ediciones del Rectorado. Mérida, Venezuela. 429 p.
- Velásquez, C y Rangel, J.O. 1995. Atlas palinológico de la flora vascular del páramo I: Las familias más ricas en especies. *Caldasia* 17(82-85): 509-568.
- Webb III, T. 1997. Spatial response to climate change: a paleontological perspective. In: Huntley B., Cramer W., Morgan A.V., Prentice H.C. and Allen J.R.M. (Eds.). *Past and Future Rapid Environmental Changes: The Spatial and Evolutionary Responses of Terrestrial Biota. Series 1: Global Environmental Change. Vol. 47. 55 – 72. Springer-Verlag, Berlin.* 523 p.

TABLA I. Descripción estratigráfica del núcleo MB. Profundidad 270 cm, largo núcleo 120 cm.

Zona	Muestras	Profundidad (cm)	Tipo de sedimento
1	MB-85 a MB-79	120 a 93	Arena gruesa
2	MB-78 a MB-75	93 a 76	Arena gruesa.
3	MB-74 a MB-69	76 a 68	Arena arcillosa gris.
4	MB-68 a MB-64	68 a 63	Arena arcillosa gris.
5	MB-63 a MB-58	63 a 57	Arena arcillosa gris con algo de turba.
6	MB-57 a MB-44	57 a 43	Arena gris con algo de turba. Arcilla gris y limo hacia la parte superior.
7	MB-43 a MB-17	43 a 17	Limo negro en la parte inferior. Turba en la parte superior.
8	MB-17 a MB-1	17 a 1	Turba negra

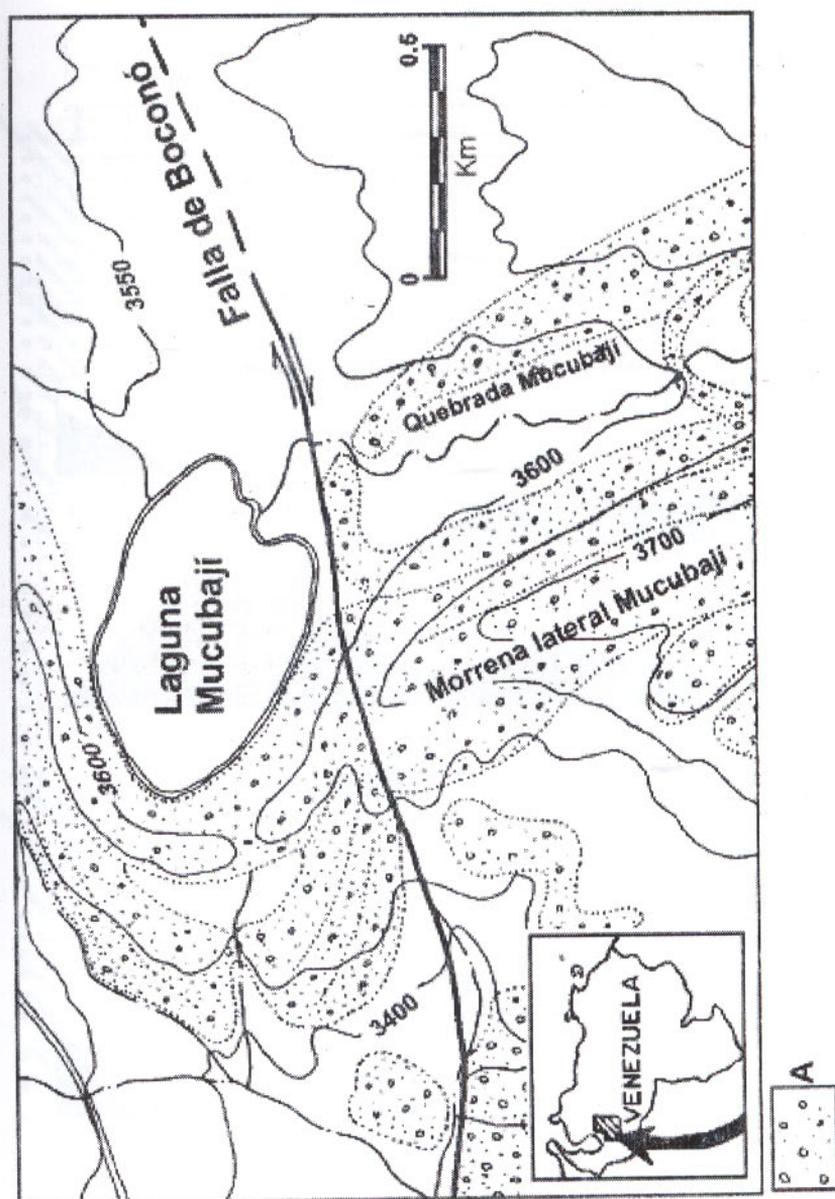


Fig. 1. Mapa geológico del valle glacial de Mucubají, Andes venezolanos. A: "Till" morrénico. X: Ubicación aproximada del punto de perforación para el núcleo MB. Elevación en metros sobre el nivel del mar. Modificado de Salgado-Laboriau *et al.* (1992).

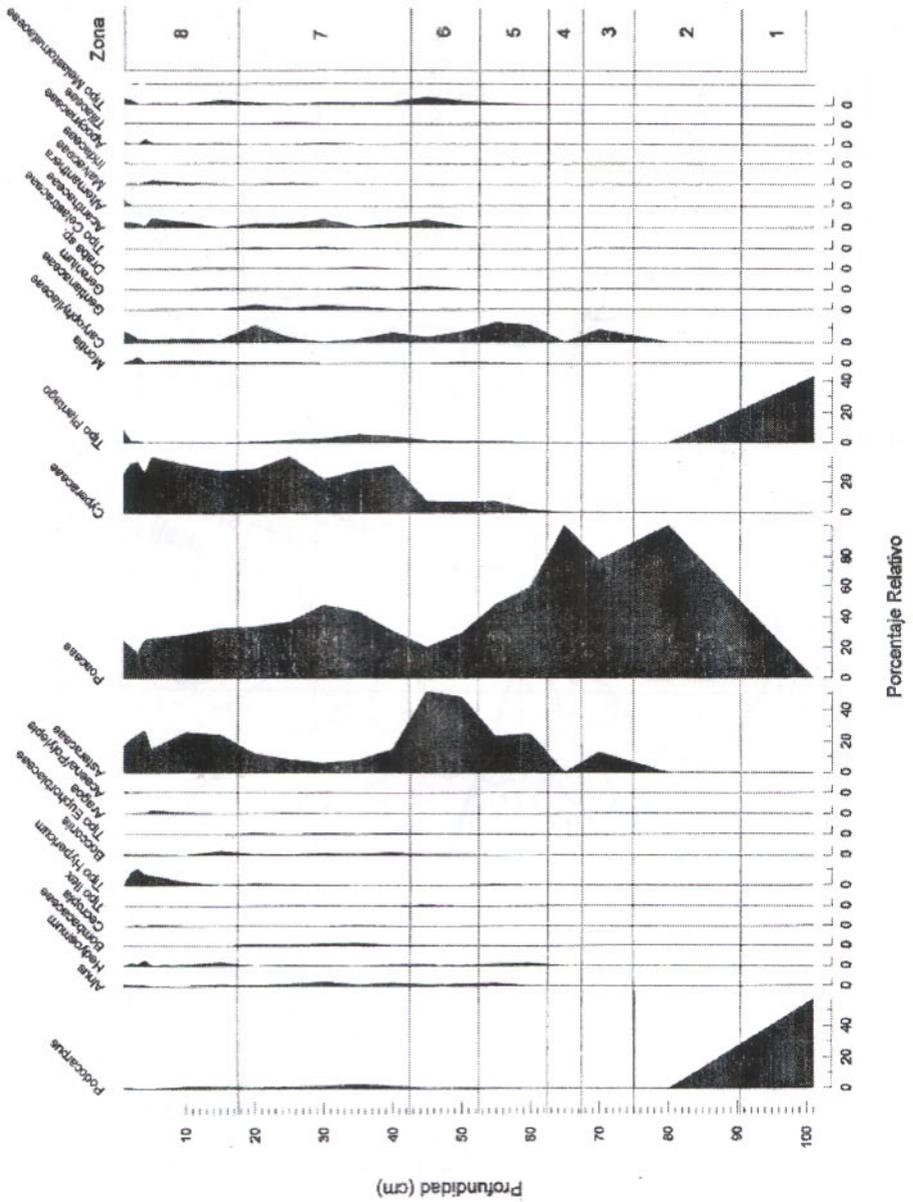


Fig. 2. Diagrama de porcentajes relativos de polen para el núcleo MB.

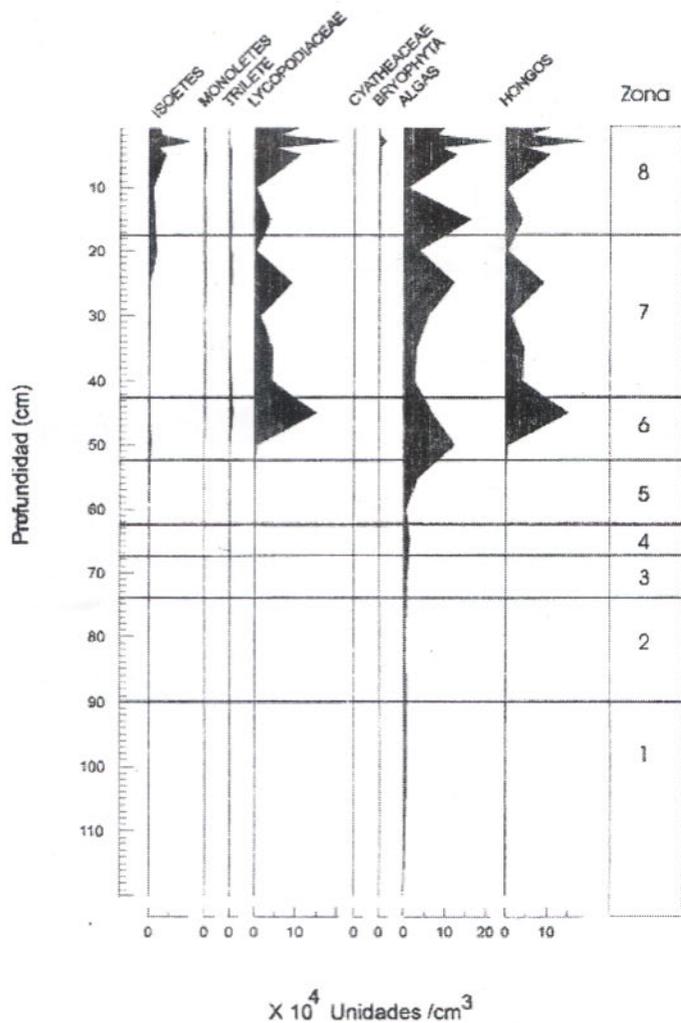


Fig. 4. Diagrama de abundancia de otros palinomorfos (Pteridophyta, Bryophyta, algas y hongos) para el núcleo MB.