

Un diagrama de polen del Pleistoceno final y Holoceno de Mullumica

Thomas van der Hammen

Profesor Emérito

Universidad de Ámsterdam

Gerard Noldus

Laboratorio Hugo de Vries,

Universidad de Amsterdam (Holanda)

Ernesto Salazar

Departamento de Antropología

Universidad Católica del Ecuador

INTRODUCCIÓN

En relación con los estudios arqueológicos del tercer autor en el área del valle de Mullumica, se planeó un estudio palinológico - paleoecológico en esta zona, y realizamos una excursión conjunta a este sitio, con una sonda Dachnowsky para la colección de una sección de sedimentos en el pantano del fondo del valle. Esta excursión se realizó en Julio de 1986; y en esta ocasión se pudo coleccionar una sección de 9.5 m de profundidad. El sedimento era, especialmente en la parte superior, muy poco consolidado y con alto contenido de agua; además había, debajo de la capa vegetal superficial, un intervalo de aproximadamente 1 m de profundidad de agua (o material muy acuoso), que no era posible coleccionar. A las 9.25 m se encontró arena gruesa, que era difícil de penetrar con la sonda.

El Valle de Mullumica es un antiguo valle glaciar que se encuentra a unos 50 km. al Este de Quito, en la Cordillera Oriental (fig. 1). La parte pantanosa, donde se realizó el sondeo, se halla a una altura entre 3800 y 3820 m. Hacia el sur, esta parte del valle

está limitada por un flujo de lava y obsidiana, presentando escarpe con abrigos rocosos (Salazar, 1980 & 1985), que fueron habitados durante parte del Holoceno.

Las investigaciones arqueológicas realizadas indican que los abrigos rocosos del flujo de obsidiana fueron habitados temporalmente por grupos del bosque montano que explotaron dicha materia prima a lo largo de la época aborígen del Ecuador. En el periodo precerámico, el uso de ese material parece confinado a sitios arqueológicos de la Sierra Norte, pero a partir del periodo formativo hasta la llegada de los Incas, la distribución de obsidiana arqueológica se expande notablemente a sitios costeros y de la región amazónica, indicando una red de intercambio de gran envergadura en la que la obsidiana es el elemento más conspicuo. Análisis de XRF y NAA han demostrado que buena parte de la obsidiana “exportada” provenía del flujo de Mullumica.

En este contexto, cobra relevancia el estudio de las fluctuaciones climáticas, al menos en lo revelado por la palinología del Valle de Mullumica, a fin de evaluar los recursos bióticos y las condiciones ecológicas disponibles para los grupos precolombinos que accedieron al páramo.

La cabecera de la quebrada principal se encuentra a más de 4400 m, en las faldas de la montaña Yaragala, que alcanza casi los 4500 m. La parte pantanosa del valle y sus cabeceras se encuentran en una extensa zona de páramo con alturas mayores de 3800 m, y en gran parte mayor de 4000 m.

Una descripción global de la vegetación de los páramos andinos del Ecuador se encuentra en Acosta Solís (1984), mientras que una descripción resumida del páramo de los alrededores de Mullumica se encuentra en Salazar, 1984.

El bosque andino parece encontrarse en la zona hasta una altura de aprox. 3400 m en el Valle del Huambi, a una distancia de por lo menos 5 km. al oeste del sitio de perforación. El árbol *Polylepis* se encuentra en la zona hasta aprox. 3800 m. Chaparro paramuno se halla en el Valle del Huambi y más arriba en sitios protegidos, como en la base de los escarpes del flujo de obsidiana, hasta alturas de 4200 m y más. El pajonal de páramo se encuentra entre el límite del bosque y aproximadamente 4100-4250 m. De estas alturas hacia

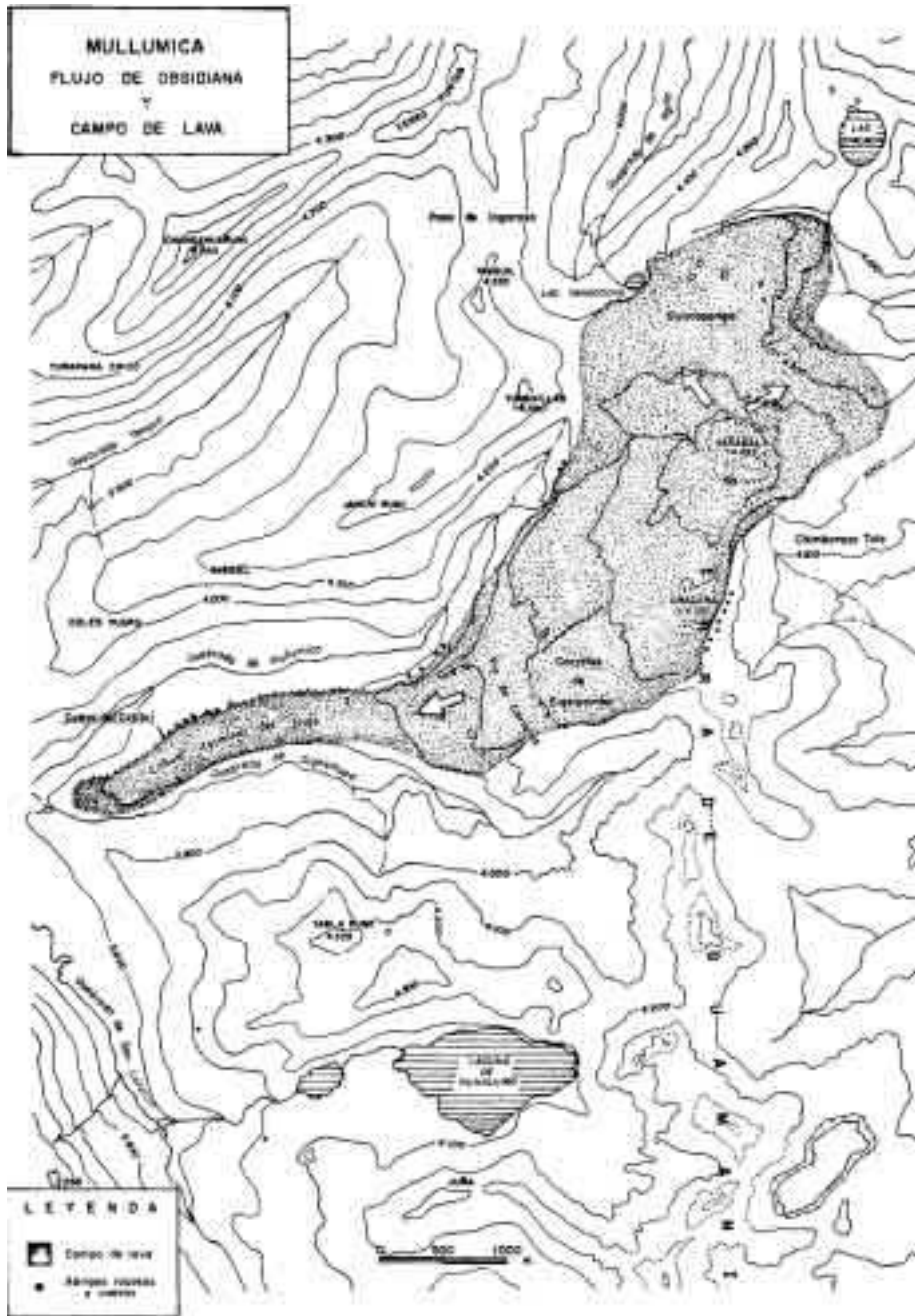


Figura 1. El área de Mullumica con las zonas de vegetación y la localización del sondeo para la sección y diagrama palinológica descrita. (Base tomado de Salazar, 1985).

arriba se encuentra vegetación de super - páramo, con cobertura incompleta del suelo. Como especies del chaparro paramuno Salazar (1984) menciona *Gynoxis oleifolia*, *Hypericum laricifolium* y *Weinmannia*. En el pajonal de páramo se encuentran, fuera de las Gramíneas, muchas especies de Compuestas, *Valeriana*, *Geranium*, *Ranunculus*, *Lupinus*, *Gentiana*, *Halena*, *Puya*, *Vaccinium*, *Lycopodium*, etc. En los pantanos de la zona paramuna se encuentran frecuentemente además Cyperaceae, *Plantago rigida*, *Isoetes* (especialmente también en lagunas) etc. En el superpáramo se encuentran frecuentemente plantas de cojín, como *Distichia* y *Azorella* y especies de Compuestas entre ellas *Senecio nivale* y *Loricaria thujoides*.

LA SECCIÓN, SU DIAGRAMA PALINOLOGICO Y SU EDAD.

Parece que la superficie actual del pantano del Valle de Mullumica en parte forma una capa vegetal con raíces, flotante sobre una capa de agua o sedimento muy acuoso, de aproximadamente 1 m, que fue imposible de coleccionar con la sonda. Probablemente la capa vegetal superior flotante, sube y baja a medida que entra más o menos agua en el pantano. A 100 cm de profundidad ya principia sedimento algo más consistente, aunque todavía con alto contenido de agua. Hacia abajo el material se vuelve progresivamente más consistente, lo que demuestra una compactación gradual hacia abajo. El material, hasta una profundidad de aproximadamente 825 cm, se puede describir como turba o detrito turboso, con colores claros hasta oscuros y en general conteniendo algo de material minerógeno como arena. A una profundidad de 825 cm hay una transición hacia arcilla de color gris (oscuro y más claro), que a 925 cm reposa sobre arena con gravilla fina, probablemente de origen fluvio-glacial. La abundante presencia de Diatomeas en algunos intervalos, parece indicar la existencia de agua abierta, mientras la presencia de abundantes hongos en ciertos intervalos indica la presencia local de un pantano o turbera.

De cada núcleo de 25 cm de largo cada uno, tomados con la sonda, se tomaron en el laboratorio 2 muestras; así quedó la sección muestreada con distancias de 12.5 cm; solo en la parte infe-

rior se tomaron las muestras con distancias de 6.25 cm. Esas muestras fueron preparadas con KOH, acetolysis y separación de material minerógeno con líquido pesado (mezcla de bromoformo y alcohol). Del residuo de esos tratamientos se prepararon las placas microscópicas para el estudio de polen, esporas y algas. Después del análisis microscópico, se procedió a construir el diagrama palinológico de la sección (fig. 2). Para cada espectro polínico (correspondiendo a una muestra), se calcularon los porcentajes de los tipos de polen con base en la suma de los elementos atribuidos principalmente a uno de cuatro grupos: elementos predominantemente de páramo, de sub-páramo, de la zona del bosque andina y de la zona de bosque subandina. En base de esa suma de polen se realizaron todos los cálculos de porcentajes de los diferentes elementos (polen de familias, géneros o especies), de los grupos mencionados, y de todos los otros elementos (polen, esporas, algas, hongos). Como los sedimentos son en buena parte de pantano, puede haber mucha influencia de polen creciendo localmente en el pantano (producción de polen local), aunque el pantano recibe igualmente la lluvia de polen regional, proviniendo de la vegetación en una zona amplia alrededor del pantano. Como muchos de los elementos de la vegetación zonal de páramo pueden crecer también en el pantano, es muy difícil diferenciar cuales elementos son local y cuales regional.

Este problema era especialmente problemático con el polen de la familia de las Compuestas (Asteraceae). En el caso de sedimentos de laguna, este grupo de polen se puede con confianza incluir como con los elementos de subpáramo (hasta de páramo). En el caso nuestro eso es inseguro, y hay claras evidencias que en algunos intervalos del diagrama son locales. Por esta razón hicimos dos diagramas generales con la variación porcentual de los cuatro grandes grupos, uno incluyendo las Compositae en la suma (y en el grupo de subpáramo), y otro dejando las Compositae fuera de esta suma (y del grupo de subpáramo). Algunos elementos que no fueron incluidos en la suma, pueden llegar a tener porcentajes en relación a esta suma de más del 100%; en este caso una curva de escala reducida es dibujado debajo, con tinte más oscuro.

Los siguientes elementos fueron incluidos en los grupos.

Grupo de elementos subandinos:

Alchornea y *Acalypha*

Grupo de elementos andinos:

Alnus, *Podocarpus*, *Hedyosmum*, *Myrica*, *Weinmannia*,

Urticales, Melastomataceae,

Solanaceae, *Clusia*, *Viburnum*, *Salix*, *Clethra*, *Dodonaea*, *Drimys*
y *Ilex*.

Grupo de subpáramo

Acaena-Polylepis, Ericaceae; Compositae (en el calculo de suma de uno de los diagramas generales no se incluyó).

Grupo de páramo

Gramineae

Un número de elementos de páramo y subpáramo que no son anemófilas y que pueden haber crecido en el pantano no fueron incluidos en ninguna de las dos sumas (Umbelliferae, *Geraniurn*, *Valeriana*, Cruciferae, Ranunculaceae, Caryophyllaceae, Gentianaceae, *Gunnera*, *Plantago*; tampoco fueron incluidas esporas ni algas.

Dos muestras fueron fechadas por análisis de radiocarbono (C14) en el Centro de isótopos de Groningen, bajo la dirección del profesor W.G. Mook, con los siguientes resultados:

Mullumica 1; turba entre 805 y 830 cm de profundidad.

No laboratorio GrN-16091 Edad: 9620+- 90 años AP.

Mullumica 2; n turba entre 760 y 775 de profundidad

No laboratorio GrN-16092 Edad: 7850 +- 90 años AP.

La rata de sedimentación entre esas dos muestras fue entonces de aproximadamente 1 cm en 34.4 años, mientras que la rata de sedimentación promedia entre la muestra Mullumica 2 y el tope de la sección es de aproximadamente 1 cm. en 11.75 años, es decir mucho más rápido. En vista de la progresiva compactación con la profundidad es de esperar que la rata de sedimentación disminuya aceleradamente de abajo hacia arriba. Una evaluación aproximada (saliendo de los promedios dados), llega a una estimación de rata de sedimentación promedia para cada intervalo de un metro de la sección, de 1 cm. en 34.5 años a 8 m hasta de 1 cm. en 3 años a 1 m de profundidad. Utilizando esos valores estimados, llegamos a las siguientes estimaciones aproximadas de edad:

250 años AP	a	150 cm. de profundidad		
700 "	"	a	250 cm.	" "
1400 "	"	a	350 cm.	" "
2300 "	"	a	450 cm.	" "
3600 "	"	a	550 cm.	" "
5300 "	"	a	650 cm.	" "
7600 "	"	a	750 cm.	" "
11050 "	"	a	850 cm.	" "

Extrapolación hacia los 950 cm., la base de la sección, es más inseguro por el cambio fundamental del tipo de sedimento (minerógeno: arcilla y arena); pero debe estar entre 12000 y 14000 años AP.

Interpretación del diagrama (fig. 2)

Para poder interpretar adecuadamente el diagrama de polen, sería necesario un estudio detallado de las comunidades vegetales y su ecología en una zona amplia alrededor de y en el Valle de Mullumica, y especialmente en el pantano del fondo del valle. Mientras que se obtienen estos datos, trataremos de dar una interpretación global, con base en datos globales existentes del Ecuador y del mismo valle (Acosta Soler, 1984; Salazar, 1985), y de datos sobre la vegetación y su historia de los Andes Colombianos (e.g. Cleef, 1981; Van der Hammen & González, 1960; Van der Hammen, 1981; Melief, 1985; Kuhry, 1988).

Para facilitar la descripción e interpretación del diagrama, indicamos zonas palinológicas, con números latinos II hasta VIII, en edad correspondiendo aproximadamente con las zonas palinológicas norte andinas (e.g. Van der Hamner & González, 1960; Melief, 1985 y Kuhry, 1988).

Zona (I y) II (930-852 cm.)

La arena y gravilla fina en la base de este intervalo, debe corresponder a la zona I, anterior a 12.600 AP. y parece reflejar la presencia en la parte alta del Valle de Mullumica, de una lengua glaciar. En el principio de la zona II, el sedimento cambia hacia arcilla relativamente oscura, y se establece un pajonal de páramo en los alrededores (el glaciar debe haber desaparecido completamente o haberse reducido a la parte más alta del valle). Compositae

son relativamente frecuentes (10-) 20 (-30)%; como también *Gunnera*. Diatomeas son abundantes, y parece que existía una laguna en el sitio. La zona II parece corresponder al interestadial Tardiglacial de Guantiva (aproximadamente 12.600 - 11.000 AP); las temperaturas en este tiempo subieron bastante en comparación a la época glacial precedente.

Zona III (852-825 cm.)

El sedimento continúa siendo arcilla. En esta zona llegan a dominar completamente las Gramíneas, y desaparecen las Compositae (y también los elementos de bosque andino). Esa desaparición parece indicar que ambos el bosque andino y la vegetación, de tipo sub-páramo, (resp. el chaparro paramuno) desaparecieron completamente de la zona; probablemente el valle esta ahora en la parte alta de la zona del pajonal. El clima entonces se enfrió considerablemente; en edad esta zona corresponde aproximadamente a la del estadal Tardiglacial de El Abra (aproximadamente 11.000 - 10.000 años AP).

Zonas IV y V (825-732 cm.)

La base de esta zona corresponde a la transición de arcilla a turba, las diatomeas disminuyen y hasta desaparecen, lo que podría indicar también un descenso relativo del nivel del agua (aunque también podría indicar un descenso del aporte de ceniza volcánica). Se inicia el desarrollo del pantano. Hay una disminución relativa (del polen) de Gramíneas, y aumento de Compositae. Parece que nuevamente entra chaparral de páramo. Además suben elementos del bosque andino (hasta unos 15-20% de polen). Hay un aumento notorio en o cerca al límite III - IV al polen de *Valeriana*, Cruciferae, Ranunculaceae, Caryophyllaceae, Gentianaceae. Ya que todos son insectófilos, eso podría indicar su presencia cercana en el pantano, o si no en el propio pajonal de páramo en los alrededores. El aumento temporal y local de polen de *Plantago*, parece indicar el inicio de turbera de *P. rigida* en la zona. Las temperaturas deben haber sido más altas que en la zona III. La base debe corresponder al principio del Holoceno (aprox. 10.000 AP), y todo el intervalo IV + V aproximadamente al periodo 10.000-7.500 AP.

Zona VI (732-640 o 605 cm)

Durante esta zona el polen de Compuestas aumenta en proporción, aunque con fuertes altos y bajos. En el segundo diagrama general (sin Compuestas) aumenta considerablemente el porcentaje de polen del bosque andino (hasta 30 y 50%), y en la segunda parte aparecen los elementos de bosque subandino en porcentajes apreciables (hasta más de 10%). Todo eso parece indicar un aumento del chaparral paramuno en la zona, y un acercamiento (subida) considerable del propio límite del bosque andino (y del límite superior del bosque subandino). Especialmente notable son los porcentajes (hasta de 13 y 17%) de polen del tipo de *Polylepis*, lo que indica la presencia abundante de este árbol en el valle medio de Mullumica. Todo esto parece indicar un incremento considerable de la temperatura media anual. Esta zona debe tener una edad comprendida entre aproximadamente 7500 y 5000 años AP.

Durante la zona VI (hasta los comienzos de la VII), se presenta una clara sucesión en la turbera local. Mientras bajan las Diatomeas a cero, vemos que después de un máximo de *Hymenophyllum* tipo y un violento máximo de *Isoetes*, se presentan máximos fuertes de *Plantago*, *Lachemilla* - tipo y Compositae, seguido por un máximo de *Ophioglossum* - tipo y de esporas de Fungi, y uno muy notorio de Cypraceae y luego de Umbelliferae. Esta sucesión reflejada tan claramente en el diagrama de polen, se podrá interpretar más preciso en términos de vegetación y ecología, una vez que los pantanos de la zona hayan sido estudiados en más detalle.

Zona VII (640 o 605 cm - 500 cm)

En esta zona los valores de polen del bosque andino llegan a máximos considerables, hasta de más de 50%, *Polylepis* es todavía alto, especialmente en la primera parte. También se presenta un máximo de Gramineas entre los dos máximos de elementos del bosque andino, que parece indicar algún descenso temporal del límite superior del bosque. Las diatomeas son ausentes en la mayor parte de esta zona, que además muestra una descomposición más fuerte del material turboso y altos porcentajes de esporas de hongos y por consiguiente todo parece indicar la presencia local de turbera (con abundantes Cypraceae) de tipo menos húmedo. Posi-

blemente el *Lycopodium*, que muestra porcentajes altos de esporas, crecía también en este pantano. Las temperaturas medias anuales durante esta zona deben haber sido relativamente altas, como en la anterior, pero probablemente hay un intervalo con temperaturas algo más bajas. La precipitación efectiva, que probablemente venía descendiendo ya durante la zona VI debe haber sido relativamente baja. La zona VII debe estar comprendida entre aproximadamente 5000 y 3000 años AP.

Zona VIII (500 cm. - 100 o 0 cm.)

Al principiar esta zona, aparecen nuevamente diatomeas que poco después vuelven a desaparecer, cuando hay un máximo de Fungi, en el tope de la turba relativamente descompuesta. Luego vuelven a aparecer las Diatomeas, coincidiendo su máximo con los valores más altos de polen de elementos de bosque andino y subandino. Durante esta zona, el promedio del porcentaje de Gramineas es más alto que durante las 2 zonas anteriores, aunque las curvas muestran fuertes máximos y mínimos. El clima en general parece haber sido de temperaturas algo más bajas, y en parte más húmedo que en las 2 zonas anteriores, aunque hay aparentemente variaciones relativamente marcadas de ambas, humedad y temperatura. En la zona VIII la curva de Chenopodiaceae muestra valores máximos; posiblemente en ella se refleja actividades humanas; volveremos a este tema en la discusión final. La edad de esta zona está comprendida aproximadamente entre 3000 años AP y el presente.

RESUMEN Y DISCUSIÓN

Aunque, por falta de datos fitosociológicos y sinecológicos detallados locales, la interpretación de los datos que presenta la sección de Mullumica y su diagrama palinológico no pueda ser sino global, parece evidente que grosso modo se conforma a la secuencia de vegetación y clima conocida de los Andes septentrionales. Parece posible aplicar una zonación que se ajusta aproximadamente a las zonas establecidas en Colombia; estimaciones de edad basa-

das en las fechas de C¹⁴ y de evaluación de incremento de rata de sedimentación y de compactación progresiva, nos llevan a edades comparables con las ya mencionadas.

La sedimentación debe haber comenzado con material fluvio-glacial, cuando aun había hielo glacial en la parte alta del valle. Cuando en el principio del Tardiglacial ya subieron las temperaturas, el sedimento cambió de arenoso-gravilloso a arcilloso lagunar, aproximadamente hacia 12.600 AP o algo antes. Durante el interstadial de Guantiva (12.600-aprox. 11.000 AP) el sitio se encontraba ya en zona de pajonal de páramo, con algo de chaparral paramuno. En seguida se enfrió el clima durante el estadal de El Abra (aprox. 11.000-10.000 AP), y el sitio parece haberse encontrado en la zona alta del pajonal de páramo. Hace unos 10.000 años AP, principia el Holoceno y un mejoramiento progresivo del clima (temperatura ascendiente). La laguna principió a volverse progresivamente un pantano. El límite de bosque andino se aproxima durante este intervalo, que correspondería a zonas IV V, y que duraría hasta aproximadamente 7500 AP.

La zona VI (aproximadamente 7500-5000 AP) muestra ya máximos considerables de los elementos de bosque; es probable que durante esos máximos el límite de bosque andino se hallaba bastante cerca (más cerca que hoy día); hacia el final de esta zona, bosque de *Polylepis* debe haber invadido el valle medio de Mullumica. Durante esa zona VI se presenta en el pantano una sucesión de tipos de vegetación de pantano, que inició aparentemente con una especie de *Plantaginetum rigidae* y termina con aparente dominio de Cyperaceae y Umbelliferae.

La zona VII parece representar un intervalo algo menos húmedo en el pantano, y además temperaturas relativamente altas, con los valores más altos de polen del bosque andino.

Continúa el bosque de *Polylepis*, especialmente en la primera parte de esta zona, que se puede fechar entre aproximadamente 5000 y 3000 años AP.

La zona VII, entre aproximadamente 3000 AP y el presente, parece en general haber sido algo más húmeda y de temperaturas algo más bajas, pero se presentan variaciones relativamente marcadas de ambas. Al principiar esta zona, *Polylepis* parece haber

desaparecido del valle medio de Mullumica. Luego regresa (estimado entre aproximadamente 1600 y 800 AP), para desaparecer luego casi por completo hasta hoy día. Es posible que esa última desaparición, pero quizás también la anterior, sean producidas por utilización humana (leña, casas) de este árbol.

Una curva de polen que podría llegar a ser bien interesante es la de las Chenopodiáceas. Es un grupo que no parece ser abundante en la vegetación de páramo; como es anemófila, puede haber sido transportada por el viento desde zonas más bajas, donde abunda. Una especie de Chenopodiaceas que fue cultivada ampliamente por los indígenas es *Chenopodium quinoa*, la quinoa. Si la curva de Chenopodiaceae efectivamente representa los cultivos de quinoa en las zonas cercanas más bajas, podría dar una impresión de la extensión relativa de la presencia humana con su cultivo de quinoa en estas zonas.

Aunque las fechas estimadas en la parte superior de la sección ya no son muy confiables, parece que vale la pena tratar de estimar los intervalos de máximos y mínimos de la curva de Chenopodiaceae, para así poderles confrontar con datos arqueológicos:

Presencia baja	500 AP - presente
Presencia alta	(1100-) 900 - 500 AP
(Ausente	1400 - 1100 AP)
Presente	2800-1400 AP
(Ausente	3500-2800 AP)
Presencia a valores bajas	4000-3500 AP
(Ausente	6000-4000 AP) (zona VI superior y VII inferior)
Presencia con valores bajas	8000-6000 AP (zona V hasta VI interior)

Una posible hipótesis sería entonces que a fluctuaciones de *Polylepis* durante el Holoceno superior serían causadas por habitantes locales o temporales del Valle medio de Mullumica (valores bajos entre aproximadamente 4000 y 1500 AP y entre aproximadamente 800 AP y el presente), y las fluctuaciones de Chenopodiaceae serían el reflejo de la extensión de cultivos en la zona baja aledaña (hacia el Oeste). Confrontación con datos arqueológicos (tomando en cuenta que las fechas son muy aproximadas) y nuevos diagramas palinológicos fechados podrían indicarnos si esta hipótesis es factible.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Señora Anita Malo de Van der Hammen por su asistencia en el campo, con la ejecución del sondeo.

REFERENCIAS

- Acosta-Solis, M.. 1984. *Los páramos andinos del Ecuador*. Publicación científica MAS, Quito. 222 pp.
- Cleef, A.M. 1981. The vegetation of the paramos of the Colombian Cordillera Oriental. *Dissertationes Botanicae* 61 (Vaduz, T. Cramer). 320 pp. También en: *El Cuaternario de Colombia*, Vol. 9 Ámsterdam: T. Van der Hammen, editor
- Kuhry, P. 1988. Palaeobotanical-Palaeoecological Studies of Tropical High Andean Peatbog Sections (Cordillera Oriental, Colombia). *Dissertationes Botanicae*, Band 116, 241 pp. Berling-Stuttgart, J. Cramer. También en: *El Cuaternario de Colombia* vol. 14 Amsterdam T. Van der Hammen, ed.
- Melief, A.B.M. 1985. "Late Quaternary Paleocology of the Parque Nacional Natural los Nevados (Cordillera Central), and Sumapaz (Cordillera Oriental) area, Colombia". Thesis, Amsterdam, 162 pp. También en: *El Cuaternario de Colombia*, vol. 12, Amsterdam: T. van der Hammen, editor.
- Salazar, E. 1980. *Talleres prehistóricos en los altos Andes del Ecuador*. 133 pp. Ecuador: Publicación Departamento de Difusión Cultural, Universidad de Cuenca.
- _____ 1985. *Investigaciones arqueológicas en Mullumica (Prov. de Pichincha)*. Informe preliminar. Museo del Banco Central, Departamento de Investigaciones Antropológicas.
- Van der Hammen, T. & E. González. 1960. Holocene and Late glacial climate and vegetation of Páramo de Palacio (Eastern Cordillera, Colombia, South America). *Geol. & Mijnbouw* 39(12): 737-746.
- Van der Hammen, T. 1981. "The Pleistocene changes of vegetation and climate in the Northern Andes", en *The glaciation of the Ecuadorian Andes*. Edited by S. Hastenrath, apendix IV: p. 125 145. Rotterdam: Balkema.