

ETAPAS MAYORES DE LAS OSCILACIONES GLACIARES EN
LA CORDILLERA ORIENTAL DE BOLIVIA EN LOS ULTIMOS
20000 AÑOS - INTERPRETACIONES PALEOCLIMATICAS

Jaime ARGOLLO B.*

-

Philippe GOUZE **

INTRODUCCION .- Los Andes bolivianos (14°- 20°Lat. S.) son particularmente favorables al examen de este problema, en efecto, los glaciares de esta cadena montañosa donde los picos sobrepasan los 6000m. de altura, situada en la parte alta de las grandes cuencas endorreicas (Altiplano) han registrado importantes modificaciones de los balances en agua durante el Cuaternario reciente. Una comparación entre las oscilaciones lacustres y las oscilaciones glaciares pueden contribuir a una interpretación paleohidrológica. Esto es lo que será tratado en el presente trabajo con la reconstrucción de las etapas mayores de las oscilaciones glaciares de la Cordillera de Apolobamba y de la Cordillera Real (14°- 16°Lat. S.) La cronología está establecida por dataciones por ^{14}C de turbas fósiles.

Las oscilaciones de los glaciares tropicales del Cuaternario reciente son bien aparentes en la morfología de los antiguos valles glaciares. Pero sólo algunos de ellos han podido ser datados con precisión.

Desde el punto de vista climático se comienza a comprender los mecanismos de estos movimientos glaciares, especialmente por los estudios de modelización de los balances en agua sobre el Altiplano peruano-boliviano (1). Los resultados sugieren que los glaciares serían sobre todo sensibles a las variaciones de las precipitaciones más que a las fluctuaciones de la temperatura.

* Centro de Investigaciones Geológicas, UMSA, Casilla 12198, La Paz, Bolivia.

** Centre ORSTOM, 70-74, route d'Aulnay, 93140, Bondy, Francia.

ETAPAS MAYORES DE LAS OSCILACIONES GLACIARES - DATACIONES.- Nuestras observaciones efectuadas en un estudio de la vertiente W. de la Cordillera -

Real, como un estudio geomorfológico anterior (6), permiten identificar cuatro grupos principales, de morrenas en los antiguos valles glaciares del Cuaternario reciente (Fig.1), cada uno de ellos comprende además - varias generaciones de morrenas pero es difícil por el momento establecer una estratigrafía detallada y representativa en un plano regional.

- El primer grupo (M_1) se sitúa a 1000m. promedio por debajo de la altura actual de los frentes glaciares, esto corresponde al último maximal de la glaciación Choqueyapu (4) que es equivalente del Wurn de Europa. Sus depósitos están poco erodados y descansan localmente sobre los sedimentos orgánicos datados de al menos 27000 años Bp (8), (9), refrendado por una datación de ^{14}C en aproximadamente - 16.600, determinada en una turba retrabajada por estas morrenas, viene a confirmar que la última extensión maximal de las glaciaciones ha tenido lugar después de esta edad (7). En el S. del Perú (Cordillera Vilcanota), esta se sitúa después de 28.650 ± 700 y antes de 14.010 ± 185 años Bp (2).
- El segundo grupo de morrenas (M_2) son muy complejas en el detalle, y marcan una serie de fases de estacionamiento y/o de avances menores que han seguido un retroceso de aproximadamente 300m. en altitud del frente de los glaciares. Los depósitos orgánicos, localizados inmediatamente detrás de estas morrenas son datados en 10.000 años Bp . aproximadamente (6) lo cual indica para este grupo M_2 una edad pleistocena superior.
- El tercer conjunto (M_3), bastante próximo al precedente en altitud pero frecuentemente alejado en distancia, no está todavía bien situado estratigráficamente. Sin embargo, se puede atribuir a estos depósitos como a los anteriores una época anterior al Holoceno. De otra parte los trabajos efectuados en Perú han puesto en evidencia, como en Bolivia, varios avances menores de los glaciares posteriores a 14.000 años Bp. aproximadamente, habiendo culminado el último

alrededor de los 11.000 años Bp (2). Las morrenas M_3 podrán corresponder a esta oscilación a fines del Pleistoceno.

- Un estudio detallado de la parte alta de los perfiles longitudinales, muestran que los fondos de los valles, fueron el sitio de una sedimentación pantanosa en las proximidades de los glaciares actuales - durante, la mayor parte del Holoceno.

Así sobre los sitios de Cañuma, Sayhuani, Puyupuyu y Cololo en la Cordillera de Apolobamba, depósitos de turberas registran edades comprendidas entre 10.510 y 7.490 años Bp., efectuados por ^{14}C . En la Cordillera Real, en Hichu Khota, en una antigua turbera, situada en altitud a menos de 100m. del glaciar actual, es datado en 4.240 años Bp. en la base y de 500 años Bp. en su parte superior. Los depósitos que presentan un espesor de 4.60m., no presentan ninguna discontinuidad de sedimentación entonces podemos concluir que los glaciares se hallaban permanentemente arriba de la turbera de 10.500 a 500 años Bp. Un estudio reciente de la Cordillera de Tres Cruces (16° - 17° Lat. S.) confirma estos resultados (8). Sin embargo, oscilaciones de poca amplitud han podido producirse a juzgar por los depósitos observados en las proximidades inmediatas de los glaciares actuales. Así en Puyupuyu y Cololo, las arcillas con bloques, pueden ser atribuidas a pequeños avances glaciares, que se intercalan en los depósitos pantanosos del Holoceno. Estas arcillas son posteriores a 7.490 y 8.475 años Bp.; ellas están recubiertas por las capas orgánicas datadas en 1.760 y 1.110 años Bp.

- Un último grupo de morrenas (M_4) recubren las formaciones pantanosas holocénicas en la parte senital de los valles, esto fue comprobado en la antigua turbera de Hichu Khota 4.240 - 500 años Bp., donde una de las morrenas transporta turbas datadas de 220 años Bp. Estos depósitos glaciares que encontramos por todas partes en la Cordillera Oriental situados a 100, y algunas veces a 200m., por debajo de los frentes glaciares actuales. Ellos revelan la existencia de un último e importante avance de los glaciares, que habrían comenzado después del Siglo XIV de la era cristiana y se habría prolongado con oscilaciones menores al menos hasta el Siglo XVIII y comienzos del Siglo XIX.

11 LOS FACTORES CLIMATICOS DE LA EVOLUCION DE LOS GLACIARES - PRIMERAS INTERPRETACIONES .- Los datos precedentes definen las tendencias ma yores de las oscilaciones glaciares durante el curso de los 20.000 años últimos en Bolivia.

- Un primer retroceso de gran amplitud ha comenzado un poco antes de los 14.000 años Bp. y probablemente después de 16.000 años Bp. esto fue acompañado por una erosión de versantes debajo de 4.220m. de altura provocado por las lluvias torrenciales indicando temperaturas próximas a los valores actuales (6), (7).

Este gran retroceso glaciar parece entonces ligado a un recalentamiento del clima. Las fases de estancamiento y/o de avances menores de los glaciares al final del pleistoceno (M_2 , M_3) indican que los balances glaciares han mejorado momentaneamente, este se traduce al nivel de un retroceso menos rápido. Esto coincide con las fuertes elevaciones del nivel de los lagos del Altiplano entre 12500 y 11000 años Bp. aproximadamente (5), extensión lacustre Tauca (1) cuyo origen es atribuido a las lluvias de aproximadamente 200mm/año, superiores a los valores actuales (9). Este aumento de las precipitaciones ha alimentado mejor los glaciares y consiguientemente una disminución de temperatura, sugerido por los estudios geomorfológicos (6), ha podido participar a menor ablación de los glaciares.

- Un segundo retroceso de gran amplitud ha conducido a las morrenas a una posición próxima a la actual hacia 10.000 años Bp. En Perú una turba datada de 9.980 ± 255 años Bp. se sitúa bajo el hielo actual indicando así que los glaciares eran en su época más reducidos (2). Esta reducción de volumen se ha mantenido con algunas os cilaciones menores todavía no bien conocidas, al menos hasta los 500 años Bp., ya sabemos por el estudio de terrazas fluviales (6), las oscilaciones de esporas y pólenes (10) y de las diatomeas (11) que la historia del Holoceno ha sido marcada por varias fases de enfriamiento climático, por ejemplo con temperaturas inferiores a 4°C aproximadamente en relación a los valores promedios actuales - hacia 3.120 ± 150 años Bp. Estos enfriamientos no parecen haber

tenido consecuencias mayores sobre los balances de los glaciares; la reducción de estos últimos en el Holoceno no se puede entonces explicar por las condiciones climáticas secas. Esto está confirmado a los 10.000 años Bp por una sequía al menos parcial de los lagos del Altiplano Sur y para el Holoceno por los índices de sequía en las terrazas fluviales (6), al igual que por un descenso del nivel del Lago Titicaca (12), (13), (14).

Los factores climáticos del avance glacial de los últimos siglos quedan por el momento difíciles de determinar. Teniendo en cuenta las observaciones precedentes, parece que el aumento de precipitaciones es la causa principal de la subida reciente del Lago Titicaca (13) así como las trazas de erosión activa de las versantes a esta época (6), (7) son también argumentos en favor de esta hipótesis, aunque tampoco está excluida una eventual variación de temperatura.

CONCLUSIONES .- Después del último máximo glacial que es posterior a 28000 años Bp. y anterior a 14.000 años Bp aproximadamente, el retroceso de los glaciares al fin del Pleistoceno fue frenado por una serie de fases de estacionamiento y/o de avances, aproximadamente sincrónicos con los balances en agua sobre cuencas del Altiplano.

Un último avance de los hielos, por demás importante y conocido en todos los Andes Centrales, ha culminado en el transcurso de los últimos siglos (14-18). Este está seguido de un retroceso reciente, posterior al Siglo XVIII.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- (1) M. SERVANT Bull. H.F.E.O., 1,50, 1977, P. 325- 327.
- (2) J.H. MERCER et. H. PALACIOS Geology, U.S., 5, 10, 1977, P.600-604.
- (3) H.NOGAMI Geographical Review of Japan, 43, 1970, P.338-346.
- (4) M. SERVANT et. J.C. FONTES Cah. ORSTOM, Ser. Geol. X, 1, 1978, p. 9-23.
- (5) M. SERVANT et. J.C. FONTES Cah. ORSTOM, Ser. Geol. XIV, 1, 1984, p.15-28.
- (6) M. SERVANT, J.C. FONTES, J. ARGOLLO et J.F. SOLIEGE Comptes rendus, 292, Serie II, 1981, p.1209-1212.
- (7) J. ARGOLLO Thèse de 3er. Cycle, Université d'Aix-Marseille - II, 1982, 110p.
- (8) R. HULLER, Zur Gletschergeschichte In der Cordillera Quimsa Cruz, Univ. Zurich, 1985, 188 p.
- (9) S. HASTENRATH et J. KUTZBACH Quaternary Research, 24, 1985, p.249-256.
- (10) J.P. YBERT Cah., ORSTOM, Ser. Geol. XIV, 1, 1984, p.29-34.
- (11) S. SERVANT-VILDARY Acta geológica Academiae Hungaricae, 25, 1-2, 1982, p.179-210.
- (12) C. VARGAS Thèse de 3e. cycle, Université de Bordeaux, I, 1982, 91p.
- (13) D. WIRRHANN Une période Holocene de bas niveau du lac Titicaca, Bolivie, en preparation.
- (14) P. HOURGIART, P. CARBONEL, J.P. PAYPOUQUET, O. WIRRHANN et C. VARGAS Proposé a Hydrobiología.