



## El Lago Pleistoceno de Soatá (Boyacá, Colombia): Consideraciones estratigráficas, paleontológicas y paleoecológicas

CARLOS VILLARROEL A.  
ANA ELENA CONCHA  
CARLOS MACIA S.

Departamento de Geociencias, Universidad Nacional de Colombia, Apartado Aéreo 14490, Bogotá.

VILLARROEL A., C., CONCHA, A.E. & MACIA S., C. (2001): El lago pleistoceno de Soatá (Boyacá, Colombia): consideraciones estratigráficas, paleontológicas y paleoecológicas.- GEOLOGIA COLOMBIANA, 26, pp. 79-93, 7 Figs., 1 Lámina, Bogotá.

### RESUMEN

El estudio detallado de las sedimentitas aflorantes en las cabeceras de las quebradas Portugalete y Ovachía, NNE y SSE de Soatá, respectivamente, permite establecer la existencia de un lago (Lago de Soatá), que se formó como consecuencia del represamiento del antecesor del río Chicamocha, aguas debajo de la Escuela de Jútua. Dos edades C14 ( $45.900 \pm 1.600$  años AP y  $39.600 \pm 800$  años AP) hacen posible determinar que el desarrollo del lago se dió a mediados del Pleni-glacial Medio, seguramente durante el Interstadial de Chicagota, del Fuquense Medio. Las sedimentitas, aquí estudiadas como una nueva unidad litoestratigráfica –Formación Soatá–, permiten también inferir que las condiciones ambientales reinantes en esa época fueron cálidas y secas, con marcadas variaciones en el régimen de pluviosidad. Adicionalmente, se amplía y precisa el conocimiento de los mamíferos fósiles *Haplomastodon waringi*, *Odocoileus* cf. *salinae* y *Nechoerus* sp., antes estudiados, y se determinan de manera preliminar los gastrópodos encontrados.

Palabras clave: *Lago de Soatá*, *Formación Soatá*, *Pleistoceno Tardío*, *Haplomastodon*, *Odocoileus*, *Nechoerus*, *Gastrópoda*

### ABSTRACT

The detailed study of the sedimentites cropping out at the upper heads of the Portugalete and Ovachia creeks, SSE and NNE of Soatá respectively, allow to establish the presence of a lake (Lake of Soatá), which was a result of the damming of the ancestor of the Chicamocha river downstream of the School of Jútua. Two age dating based on C14 ( $45.900 \pm 1.600$  and  $39.600 \pm 800$  years BP) have been able to determine that the lake was formed in the Middle Pleni-Glacial Age, probably during the interstadial of Chicagota of the Middle Fuquean. The sediments studied as a new lithostratigraphic unit –Soatá Formation– suggest that the environmental conditions were hot and dry with serious variations in the rainy regime. Additionally, the knowledge of the fossil mammals (*Haplomastodon waringi*, *Odocoileus* cf. *salinae* and *Nechoerus* sp.), collected in the Soatá Formation, is more accurate and considerably increased as well as the identification of some gastropods.

Key words: *Soatá Lake*, *Soatá Formation*, *Later Pleistocene*, *Haplomastodon*, *Odocoileus*, *Nechoerus*, *Gastropoda*

### INTRODUCCIÓN

En dos recientes visitas a los afloramientos pleistocénicos de la región de Soatá se han realizado observaciones estratigráficas nuevas, que, además de complementar y precisar la ubicación geográfica y estratigráfica del yacimiento fosilífero de Jútua (VILLARROEL *et al.*, 1996), han permitido estudiar con detalle los depósitos lacustres de Portugalete,

que previamente habían sido mencionados por SARMIENTO & PARRA (1947). Por otra parte, en el presente trabajo se mencionan e ilustran los gastrópodos encontrados en Portugalete y se ahonda en el conocimiento de los mamíferos fósiles con la intención de lograr aproximaciones reales sobre la naturaleza lacustre de las sedimentitas de Jútua y Portugalete, así como sobre las condiciones climáticas reinantes durante la existencia del lago. En el mismo orden

de ideas, se precisa la edad de los depósitos gracias a dataciones C14.

En un contexto regional, los resultados e interpretaciones se integran en los esquemas y cuadros propuestos por Tomás Van der Hammen y su equipo, que han adelantado trabajos detallados sobre el Plioceno y el Pleistoceno de Colombia (un listado de los principales trabajos puede encontrarse en VAN DER HAMMEN 1995:19-31), toda vez que ellos constituyen excelentes marcos de referencia en los que pueden encuadrarse estudios lito-, crono- y bioestratigráficos, así como paleoclimáticos, de las sedimentitas del Cenozoico Superior del país, así afloren en áreas nuevas.

## ESTRATIGRAFÍA

### Formación Soatá

Hasta el presente, en la región de Soatá se han encontrado y estudiado dos sitios con sedimentitas lacustres, distantes 9.5 km el uno del otro (Fig. 1): a) cabeceras del Zanjón Ovachía, al sur de la Escuela de Jútua, situada a 1.600 msnm y a 5.6 Km al NNE de Soatá (Plancha topográfica 152-II-A, Esc. 1:25.000, 1963), y b) cabeceras del Zanjón Portugalete, ubicado a 1.850 msnm y a 4.2 Km al SSE de Soatá (Plancha topográfica 152-II-C, Esc. 1:25.000, 1963). En ambos, los afloramientos son reducidos y aislados, presentan litologías similares y las diferencias que se observan pueden interpretarse como debidas a que se depositaron en posiciones diferentes dentro de una misma cuenca, así como a diferencias en las condiciones ambientales reinantes durante sus respectivas sedimentaciones, por lo cual, en la definición de la Formación Soatá, que se propone como nueva unidad litoestratigráfica, se tienen en cuenta las variaciones litológicas existentes.

Localidad tipo: Teniendo en cuenta las observaciones anteriores, relacionadas con las características de los afloramientos estudiados, y a que en tales condiciones resulta inadecuado designar un estrato-tipo para la formación, se estima conveniente seguir las recomendaciones de la International Stratigraphic Guide (SALVADOR 1994, especialmente página 37) y designar una localidad-tipo, que en este caso es Portugalete, donde se encuentran las secciones más representativas, por lo que es allí donde se han medido secciones detalladas, con el objeto de caracterizar de la mejor manera la unidad.

Tanto en Portugalete como en Jútua, la nueva unidad reposa en discordancia angular sobre las sedimentitas cretácicas de la Formación Capacho, que según VARGAS *et*

*al.* (1987) está esencialmente constituida por “Arcillas negras laminadas, calizas fosilíferas, calizas y areniscas calcáreas con exogyra squamata, calizas con estructura cone in cone y areniscas formando un nivel importante hacia la base.”.

La sección de Portugalete es menos espesa que la de Jútua, a pesar de lo cual otorga mejores posibilidades para obtener información sobre el desarrollo del lago; además, presenta exposiciones fácilmente accesibles, por lo cual, el estudio de la Formación Soatá se basa esencialmente en el afloramiento de Portugalete, aunque las observaciones realizadas en Jútua, como es obvio, complementan el conocimiento de la unidad.

### Afloramiento de Portugalete

En este lugar, la Formación Soatá está constituida por tres niveles de terrazas fácilmente diferenciables tanto por su litología como por la inclinación (no buzamiento) de sus capas, ya que en general la terraza más alta –a su vez la más antigua- se inclina 25 grados, la intermedia 16 grados, mientras que la más joven, que rellena el fondo de la quebrada, es subhorizontal. Las terrazas antiguas e intermedias se han desarrollado sobre ambas laderas de una pequeña quebrada que corre en sentido norte-sur, y que constituye la cabecera de la Quebrada Portugalete. Esta pequeña quebrada surca el flanco occidental de la lomita redondeada que SARMIENTO & PARRA (1947) denominan Alto de Las Aguilas.

Terrazas antiguas. Se ubican a una altura mayor que las otras dos terrazas. Las mejores exposiciones se encuentran sobre el flanco occidental del Alto de las Aguilas y resaltan, en vista panorámica, por sus tonos blanquecinos. En la terraza mejor expuesta se han medido 4.07 m de espesor, siendo su composición predominantemente lodolítica calcárea y limo arenosa (Fig. 2). El análisis microscópico de la muestra Q-P-2, extraída del tope de la columna indica que se trata de una lodolita calcárea, limo arenosa, de textura fragmentaria, nodulosa, de lodo micrítico, con terrígenos angulares dispersos; ocasionalmente las formas nodulosas son de aspecto esferoidal concéntrico; los espacios interfragmentarios presentan un relleno de calcita microcristalina limpia, diagenética. Entre los terrígenos se pueden identificar cuarzo mono y policristalino, plagioclasa, hematita, circón, biotita verde y rojiza, hornblenda y calcita cristalina fragmentada. Adicionalmente, se encuentran fragmentos de foraminíferos fósiles retrabajados y partes de conchillas con calcita cristalina y fragmentos fosfáticos de colofana.

Es interesante anotar la presencia de algunos desarrollos aciculares de carbonato como relleno de

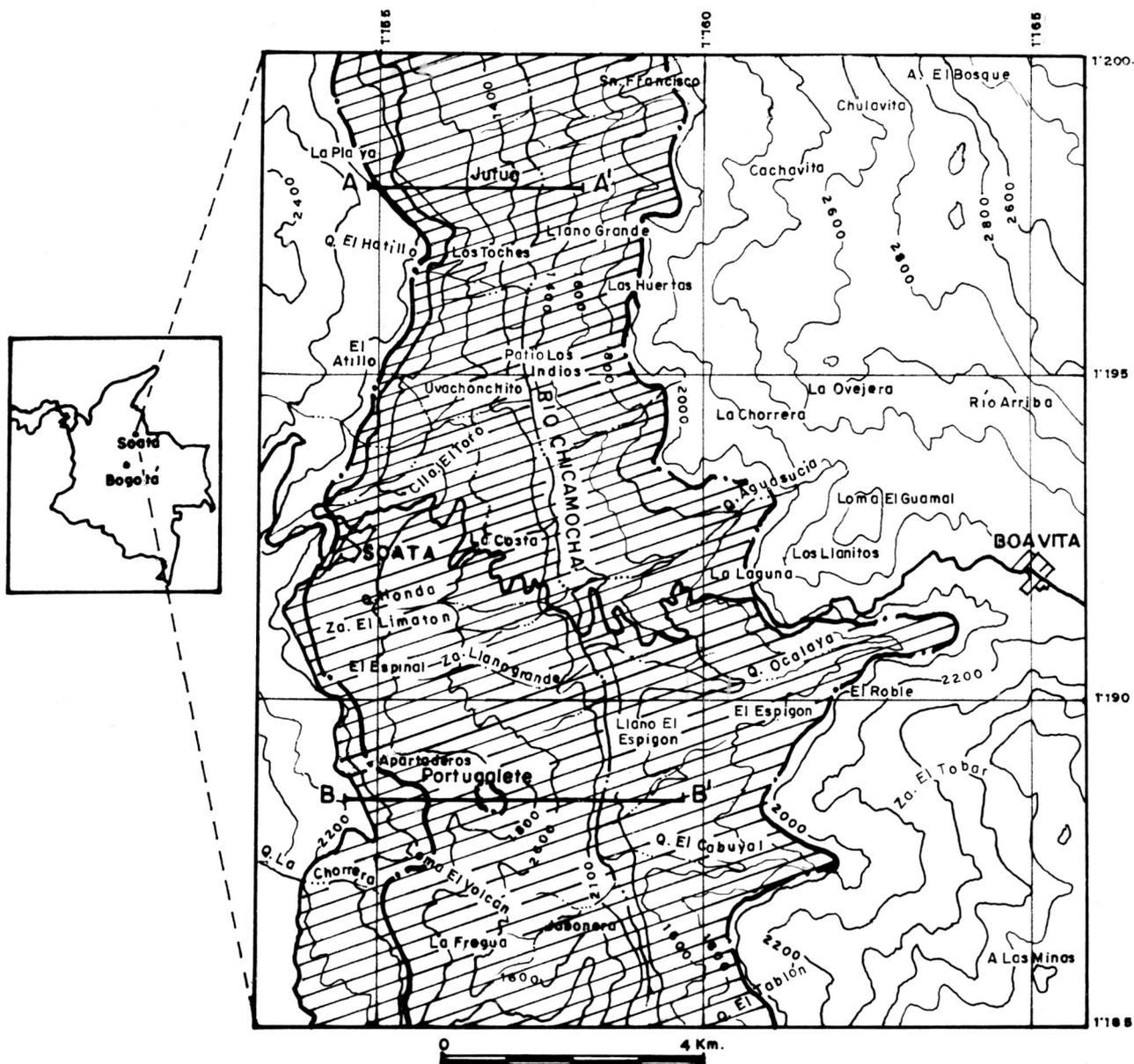
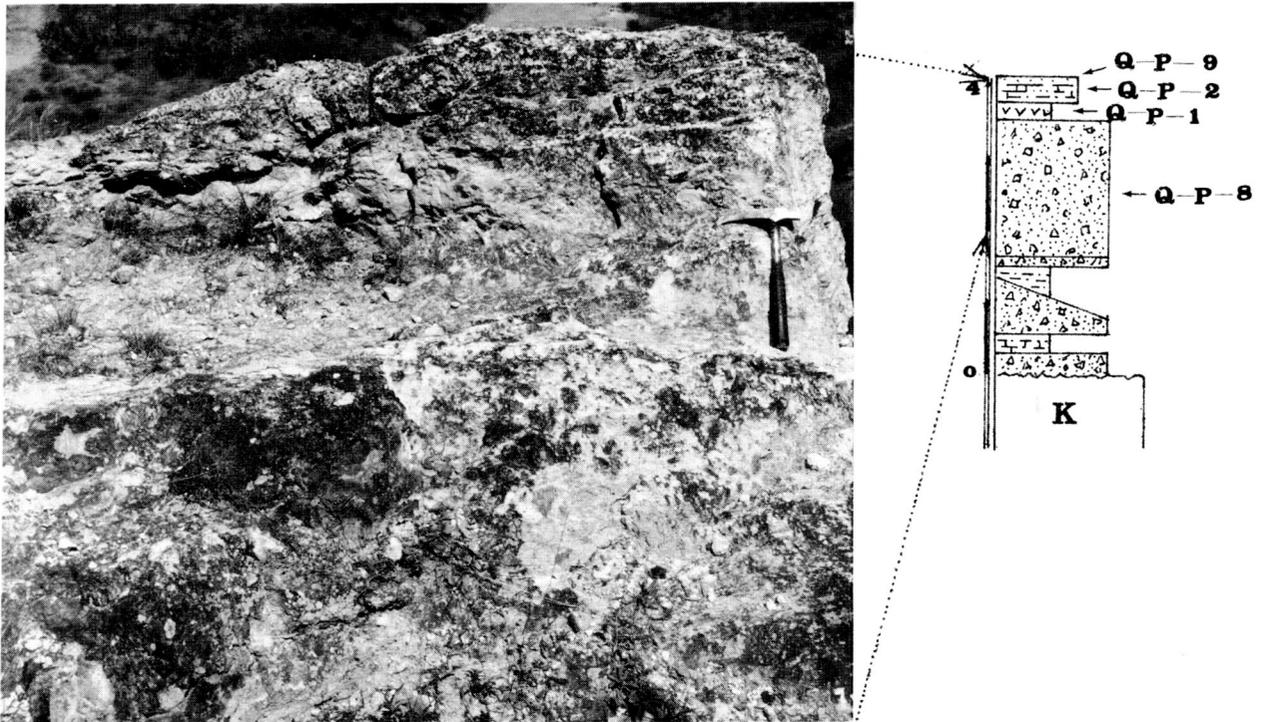


Fig. 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio donde se muestra la máxima extensión del Lago de Soatá en su parte norte.

algunas cavidades, y escasas, pero claras, formas vermiculares y fibrosas agudas, aciculares (de fracción de milímetros) de carbonato de cristalización bilateral y acicular, que podrían corresponder a algunas estructuras vítreas originales de esquirlas y jirones de pómez; aunque también podría tratarse de alguna estructura microorgánica algácea (Fig. 3). La presencia de anfíboles, biotita y feldespato, junto con las formas pumáceas, apoyan la ocurrencia de algún aporte volcánico durante la depositación de la lodolita calcárea. No se observan estructuras que semejen diatomeas, pero pudo haberlas,

siendo posteriormente carbonatadas, ya que este proceso es evidente en las muestras analizadas. El relleno de carbonato interespacial, y algunas concentraciones de centímetros en bandas y formas irregulares, puede atribuirse a precipitación de soluciones saturadas que han filtrado los depósitos lodosos fragmentados en zona vadosa.

Terrazas intermedias. Topográficamente se ubican más abajo que las terrazas antiguas y más alto que la joven. A lo largo de una pequeña quebrada que desciende del Alto de



**Fig. 2.** Fotografía de la parte superior de la terraza antigua, expuesta en el flanco occidental del Alto de Las Aguilas, Portugalete, y columna de la misma (derecha) donde se muestra la litología y la ubicación de las muestras. La escala de la columna se expresa en metros; K representa las rocas cretácicas que infrayacen a las sedimentitas lacustres.

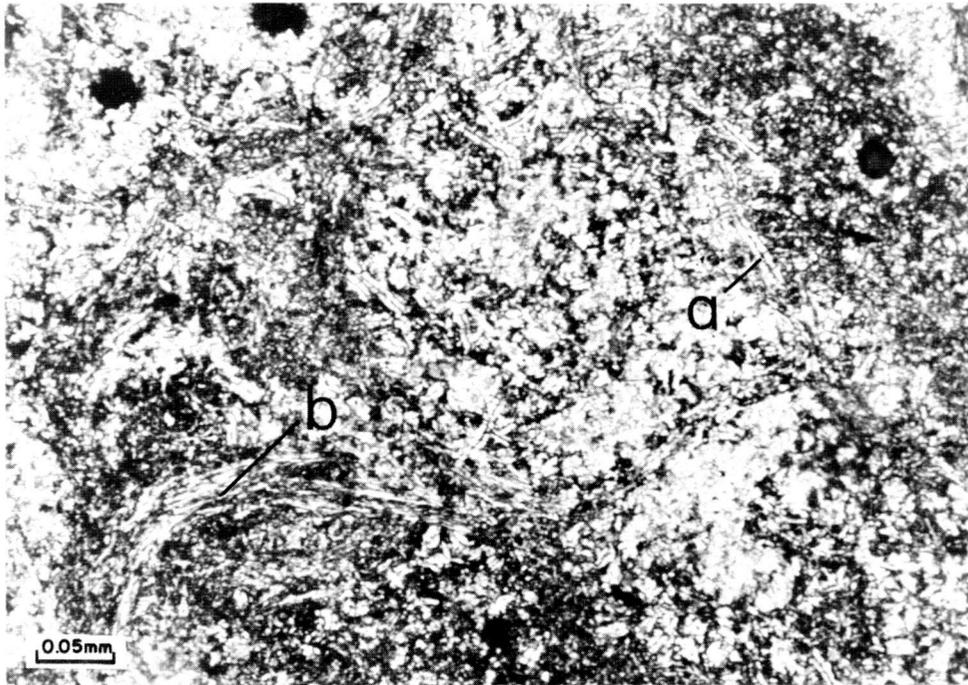
las Aguilas se midieron 16.78 m de espesor. Como se observa en la Fig. 4, en la terraza predominan dos tipos de litologías, en la mitad basal las arcillolitas, y en la superior los conglomerados. Las arcillolitas son grises, ligeramente violáceas, tienen nódulos calcáreos grises de hasta 7 cms de diámetro, presentan huellas de raíces y restos de plantas carbonizadas. El paquete de conglomerados no es uniforme, ya que en él se intercalan delgadas capas arcillosas (de decenas de centímetros de espesor). Se trata de un conglomerado clasto a matriz soportado, donde los clastos son predominantemente planos, angulares a subangulares, y no es posible detectar en ellos ordenamiento diferente al de su disposición plano-horizontal. En realidad, como se ve a lo largo de la pequeña quebrada donde se midió la columna, ocurre una interdigitación entre arcillas y conglomerados hacia el W y NW, ya que los conglomerados se adelgazan progresivamente a partir del Alto de las Aguilas. Hacia el tope se encuentra un nivel gris blanquecino de limolita, posiblemente con ceniza volcánica.

Terraza joven. Como se acaba de indicar, se desarrolla en el fondo de la quebrada tributaria del Zanjón Portugalete, donde sus estratos están dispuestos subhorizontalmente (Fig. 5). Corresponde a la Figura 2, Lámina XLI, de SARMIENTO & PARRA (1947). Allí se midieron 9.95 m de espesor. La parte

basal es esencialmente arcillosa, en superficie presenta “erosión en coliflor”; las arcillas son gris-claras a pardo-amarillentas; en ella se encuentran huellas de raíces, mientras que en el tope se encuentran esporádicos nódulos calcáreos irregulares, que pueden alcanzar unos 5 cm de tamaño. Hacia arriba predominan los conglomerados, en ellos se intercalan delgadas capas limolíticas; son preferentemente matriz soportados, siendo la matriz limoarenosa; sólo hacia el tope se intercala un delgado nivel limolítico gris blanquecino, posiblemente con contenido de ceniza volcánica. Los estratos conglomeráticos de color verdoso son los más ricos en restos fragmentarios de mamíferos fósiles; normalmente, estos restos muestran las aristas redondeadas como consecuencia del transporte que sufrieron. SARMIENTO & PARRA (*Op. cit.*) indican la existencia de fósiles en los niveles basales, que son esencialmente arcillosos.

#### Afloramiento de Jútua

En la secuencia predominan las limolitas y las arcillolitas (Fig. 6), algunas de las cuales son levemente calcáreas, de tonos gris claros y gris-violáceos, unos pocos niveles presentan motas pardo-amarillentas a pardo-rojizas. En la mitad superior de la columna existe un lente



**Fig. 3. Microfotografía de la sección delgada de Q-P-2. Nícoles cruzados. Roca compuesta fundamentalmente por carbonato micro y criptocristalino. En la fotografía se destacan abundantes formas calcáreas algáceas (a). En la parte central inferior izquierda (b) se observan formas aciculares, fibrosas, curvas de carbonato con el aspecto de vidrio volcánico (pómez) que han sido carbonatadas, ellas, junto con fragmentos de hornblenda, biotita y feldespato (no observables en la fotografía), evidencian algún aporte de ceniza volcánica durante la depositación.**

delgado, de unos 30 metros de largo, con cristales y finas capitas y vetillas de yeso. Dos metros más arriba de este nivel se encuentra un estrato lenticular pardusco, de unos 15 cm de espesor, con abundantes restos de plantas carbonizadas. En general, los conglomerados son escasos y de poco espesor, son matriz-soportados, ferruginosos, con clastos pequeños y poco abundantes; al parecer, estos conglomerados se adelgazan hacia el Este, interdigitándose con niveles arcillosos.

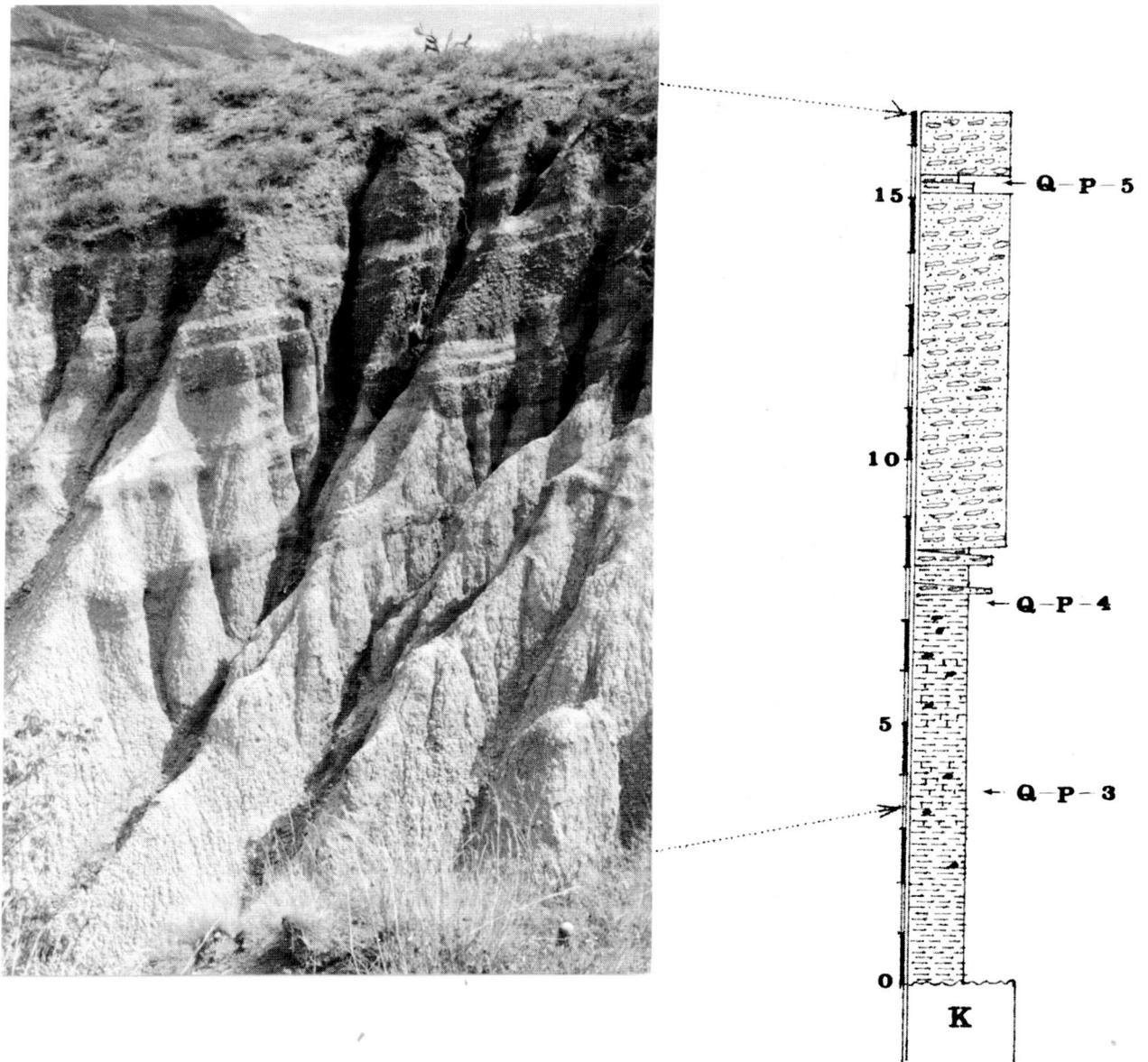
En la secuencia de Jútua se han descubierto mastodontes en capas arcillosas, lo que hace posible encontrar fósiles bien preservados y completos, como parece haber sido el caso de un ejemplar que fue extraído por personas desconocidas, y del que ahora, en superficie, sólo se encuentran pequeños fragmentos.

**Edad**

Con base en el estudio de los mamíferos fósiles descubiertos en Jútua, VILLARROEL *et al.* (1996) atribuyeron las sedimentitas del antiguo Lago de Soatá al Pleistoceno.

El material fósil encontrado en Portugalete permite profundizar un poco más en las identificaciones de algunas de las formas de mamíferos, a pesar de lo cual la edad establecida sobre esa base no puede precisarse más. No obstante, esta limitante pudo superarse gracias a que las conchillas de los gastrópodos de las muestras Q-P-4 y Q-P-7, correspondientes a las terrazas intermedia y joven de Portugalete, respectivamente, pudieron ser datadas por el método C14, en el R.J. Van de Graaff Laboratorium (Utrecht, Holanda). La edad obtenida para Q-P-4 es de 45.900 ±1.600 años AP y para Q-P-7 de 39.600 ±800 años AP, con lo cual puede establecerse que el Antiguo Lago de Soatá, y por ende las sedimentitas de la Formación Soatá, se formaron durante el Pleistoceno Tardío, más específicamente durante el Pleni-glacial Medio, es decir que el lago existió a fines del Interstadial de Chicagota y comienzos del Estadial de Tagua (Cuadro Cronoestratigráfico de VAN DER HAMMEN 1995a, Fig. 1), correspondiente al Fuquense Medio de VAN DER HAMMEN & HOOGHIEMSTRA (1995: 57).

**Correlación**



**Fig. 4.** Fotografía de la parte media y superior de la terraza intermedia, aflorante en una pequeña quebrada que corta el flanco occidental del Alto de Las Aguilas, y columna de la misma terraza (derecha), con indicación de la litología y la ubicación de muestras. La escala se expresa en metros; K corresponde a las rocas cretácicas que infrayacen a las sedimentitas lacustres; las pequeñas manchas de la columna representan nódulos calcáreos.

La Formación Soatá, cronológicamente, puede correlacionarse con la parte superior de la Formación Sabana, de la sabana de Bogotá (véase HELMENS & VAN DER HAMMEN 1995: 119).

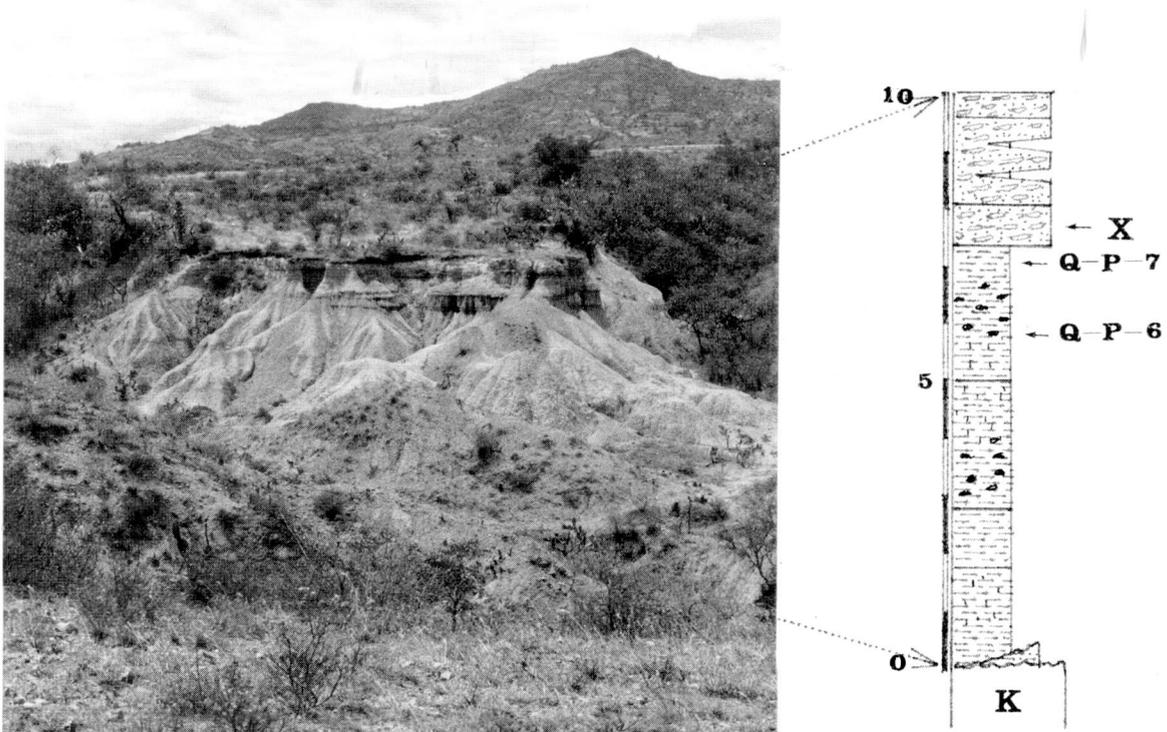
## PALEONTOLOGÍA

### Invertebrados fósiles

En varios niveles de las columnas correspondientes a

las terrazas de Portugalete se han encontrado conchillas de gastrópodos, cuya identificación provisional y parcial se basa en la comparación con especímenes similares que el primer autor colectó en la vereda de Pubenza (municipio de Tocaima, Cundinamarca). El Dr. Van der Hammen tuvo a bien facilitarnos las determinaciones de los gastrópodos de esta última localidad.

Muestra Q-P-4: Se ubica hacia la parte media de la terraza intermedia (Fig. 4); sólo contiene un ejemplar de



**Fig. 5. Vista panorámica y columna de la terraza joven de Portugalete (derecha), con indicación de la litología y la ubicación de muestras (X indica el nivel de mamíferos fósiles). La escala se expresa en metros; K representa las rocas cretácicas de la Formación Capacho, que infrayacen a las sedimentitas lacustres de la Formación Soatá; las pequeñas manchas de la columna representan nódulos calcáreos.**

un gastrópodo indeterminado (Lámina I: c y d).

**Muestra Q-P-7:** Procede de un nivel situado hacia el tope de la terraza joven (Fig. 5); contiene varios ejemplares del gastrópodo *Neocyclotus cf. cingulatus* (Lámina I: a y b).

**Muestra Q-P-8:** Comprende un conjunto de conchillas de gastrópodos que se colectaron en la parte media de la terraza antigua (Fig. 2) y de las que pudieron identificarse:

a). *Drymaeus* sp.: es una forma ligeramente más pequeña que la especie de Pubenza; es, además, más angosta y la primera vuelta es menos redondeada; en general, las líneas de crecimiento son más marcadas que en la especie de comparación. En uno de los ejemplares se ha conservado la coloración original pardo-amarillenta (Lámina I: g, h, i);

b). *Helicina cf. concentrica*: se encontraron sólo tres conchillas; la especie es aproximadamente del mismo tamaño que la de Pubenza; en relación con ésta, la diferencia más clara es el menor desarrollo de la selenizona (Lámina I: e y f);

c). Cf. *Bulimulus*: en general, es más pequeña que la forma de Pubenza; proporcionalmente es más larga que ella y con un ángulo espiral menor, a lo que se puede añadir que tiene dos vueltas menos y sólo se cuentan 5 ó 6 (Lámina I: j y k).

**Muestra Q-P-9:** Corresponde a una muestra ubicada en el tope de la terraza antigua (Fig. 2); contiene ejemplares de *Drymaeus* sp, semejantes a los de la Muestra Q-P-8; adicionalmente se encuentran otras dos formas no identificadas (Gastropoda indet. sp C, forma grande, y Gastropoda indet. sp D, forma pequeña).

**Vertebrados fósiles**

Como se indicó anteriormente, los especímenes de Portugalete se colectaron en el tope de la terraza joven, es decir, en el paquete conglomerático que cubre las limolitas y arcillolitas que conforman la mayor parte del espesor de la terraza (Fig. 5; el nivel con más restos de mamíferos fósiles está marcado con X). Todos los especímenes, sin excepción, son fragmentarios y tienen las aristas redondeadas, lo que indica que sufrieron transporte antes de llegar al lugar donde se los encontró.



**Fig. 6. Parte superior de la secuencia de sedimentitas lacustres aflorantes en Jútua.**

La colección contiene varios fragmentos de cornamentas de cérvidos y escasos especímenes de mastodontes. El estudio de este material, sumado a la revisión del de Jútua, así como adicionales y más extensas revisiones bibliográficas, nos permite precisar y ampliar resultados previos (VILLARROEL *et al.* 1996).

Orden CAVIOMORPHA  
Familia HYDROCHOERIDAE Gill, 1872  
Subfamilia Hydrochoerinae WEBER, 1928  
Género *Neochoerus* HAY  
*Neochoerus* sp.

Aunque no se encontró material adicional al fragmento de incisivo ya estudiado (VILLARROEL *et al.* 1996: 84), observaciones más cuidadosas y comparaciones más detalladas, permiten algunas precisiones sobre el hydrochoerinae de Soatá.

La diagnosis de *Neochoerus* menciona que la talla del género sería de un tercio al doble mayor que la de *Hydrochoerus* (MONES 1991: 49); lo fragmentario del material de Jútua impide controlar este rasgo, aunque la comparación de las medidas de los anchos de los incisivos inferiores indica que la especie de Soatá, *Neochoerus* sp., era más grande que la especie actual (*Hydrochoerus hydrochoeris*), y que *N. tarijense*: en la primera, tal ancho mide 16.4 mm, en la segunda 10.2 mm –por error, VILLARROEL

*et al.* (1996: 84), indican que ese ancho es 8.0 mm-, mientras que en *N. tarijense* alcanza 13.8 mm. No obstante, la consideración debe tomarse con precaución, ya que no siempre hay concordancia entre el ancho del incisivo y la robustez de la mandíbula, y quizá también en la talla, como se puede verificar en dos de las tres especies en comparación.

Por otra parte, MONES (1984: 6 y 1991: 38) incluye las características del surco anteromediano del incisivo entre los rasgos diagnósticos de la subfamilia Hydrochoerinae WEBER, aunque aclara que en algunos casos, por ejemplo en *Neochoerus*, podría ser un carácter inconstante, a él habría que añadir que la forma del surco parece ser un rasgo variable a nivel genérico. Lo anterior indicaría que la presencia y forma del surco anteromediano podría no poseer un valor taxonómico a nivel subfamiliar y genérico, aunque no se tiene información sobre su valor taxonómico en el rango específico. En el caso del ejemplar Soatá-5, dicho surco es muy amplio si se compara con lo que se observa en *H. hydrochoeris* y *N. tarijense*; además, en estas dos últimas el fondo del surco es estrecho. Adicionalmente, hay que mencionar que el esmalte de la cara anterior en *Neochoerus* sp., de Soatá, y en *N. tarijense*, es estriado, lo que no ocurre en *H. hydrochoeris*, donde es liso.

Geográficamente, así como por el ancho del incisivo, la forma colombiana se muestra próxima a la especie *N. (N)*

*sirasakae* del Ecuador, ilustrada por HOFFSTETTER (1952), por lo que, eventualmente, podría pensarse en su pertenencia a esta especie (que MONES 1984: 8 y 1991: 61, incluye en la sinonimia de *Nechoerus aesopi*), no obstante, una vez más cabe recordar que la pobreza del material torna incierta cualquier referencia específica.

En conclusión, las nuevas observaciones y consideraciones relacionadas con los caracteres morfodentarios del espécimen de Soatá, y su comparación, permiten encarar, con más seguridad que antes, su pertenencia al género *Nechoerus*, su atribución específica debe postergarse hasta el descubrimiento de material nuevo y más representativo.

Familia CERVIDAE Gray, 1821  
Subfamilia Odocoileinae POCOCK, 1923  
Tribu Odocoileini POCOCK, 1923  
Género *Odocoileus* RAFINESQUE, 1832  
*Odocoileus* cf. *O. salinae* (FRICK, 1937)

**Material estudiado:** Además de los tres fragmentos de cornamenta encontrados en Jútua (Soatá-6), dos de ellos ilustrados en VILLARROEL *et al.* (1996:85), ahora se dispone del siguiente material encontrado en los conglomerados de la terraza joven de Portugalete: cuatro bases de cornamentas, dos derechas ( Soatá - 8 y Soatá - 9) y dos izquierdas (Soatá -7 y Soatá - 10), un calcáneo derecho con el *sustentaculum tali*, pero sin la extremidad libre del *tuber calcanei* ni la apófisis grande (Soatá -11).

**Observaciones y comentarios:** En todos los fragmentos estudiados se observan rugosidades con gránulos poco definidos y pronunciados. Estas irregularidades son más marcadas sobre las caras anteriores (Lámina I: m). Adicionalmente, en los cuatro fragmentos basales sobresale un grueso reborde granuloso alrededor de la base, el mismo que es más pronunciado en la cara anterior que en la posterior (Lámina I: l y m). El segmento basal es corto (hasta el desprendimiento de la primera rama mide 3.5 cm en Soatá - 10 y Soatá - 8), es de sección oval, con la cara anterior plana a ligeramente cóncava, como ocurre en *O. salinae* del Ecuador (véase HOFFSTETTER 1952). Por lo que se conserva de Soatá - 9 y Soatá - 10, se puede deducir que la primera rama debía dirigirse hacia adentro, arriba y ligeramente hacia atrás, como ocurre en las especies del género *Odocoileus*.

El material de Portugalete permite ampliar y precisar la descripción del cérvido de Jútua, previamente estudiado por VILLARROEL *et al.* (1996), ahora puede afirmarse con bastante seguridad su pertenencia a *Odocoileus*; no obstante, es necesario reconocer que aún no es posible establecer una identificación específica, conformándose con resaltar las

semejanzas existentes entre las cornamentas de la forma de Soatá y las que ilustra HOFFSTETTER (1952, Fig. 109) como correspondientes a *Odocoileus salinae* (FRICK 1937) y *Odocoileus* sp. Las variaciones en el tamaño, la robustez y la ornamentación de los fragmentos de cornamenta que se estudian parecen corresponder más a variaciones ontogénicas que a diferencias específicas; sin embargo, esta observación sólo puede ser una aproximación, dada la calidad del material.

Familia GOMPHOTHERIDAE Cabrera, 1929  
Subfamilia Anancinae HAY, 1922  
Género *Haplomastodon* HOFFSTETTER, 1950  
*Haplomastodon waringi* (HOLLAND, 1950)

Además del material de Jútua, reportado por VILLARROEL *et al.* (Op. Cit.), en Portugalete se encontró la corona de un M1 derecho (Soatá - 13), un fragmento de colmillo (Soatá - 17), una epífisis proximal de un peroné (Soatá - 14) y otros fragmentos óseos de difícil identificación .

El desgaste mediano de Soatá-13 (Grado 3 de la escala de SIMPSON & PAULA COUTO 1957:137) permite distinguir claramente tres lófos con estructura treboliforme simple, por lo que el molar estudiado puede atribuirse seguramente a *Haplomastodon waringi*, en atención a que SIMPSON & PAULA COUTO (1957) y FICCARELLI *et al.* (1992: 148), sostienen que en el trópico sudamericano y la región templada de Brasil, sólo vivió la especie *H. waringi* (HOLLAND 1920). No obstante, es necesario recordar que el arreglo taxonómico de los mastodontes sudamericanos, en general, y los de la parte septentrional de este continente, en particular, dentro del que se circunscribe la distribución de los mastodontes del presente estudio, no ha alcanzado aún una estabilidad adecuada. A este respecto, y sólo a manera de ejemplo, podemos indicar que ALBERDI & PRADO (1995) consideran, de forma preliminar, que *Haplomastodon* es sinónimo de *Stegomastodon*, de donde resulta que la especie que pobló Ecuador, Colombia y Brasil, durante el Pleistoceno Medio y Superior, fue *Stegomastodon waringi*, mientras que FICCARELLI *et al.* (1995) consideran que la especie que pobló los países septentrionales fue *Haplomastodon chimborazi*.

Hasta el presente, los mastodontes colombianos no han sido objeto de un estudio integral y exhaustivo, por lo cual, consideramos prematura su atribución a uno o más géneros, y/o a una o más especies.

## CONSIDERACIONES SOBRE EL LAGO DE SOATÁ Y SUS DEPÓSITOS CONEXOS

Un primer aspecto que requiere consideración es la

existencia o no de un lago en el área donde actualmente afloran las sedimentitas de Jútua y Portugalete, ya que la identificación cierta de estos depósitos como correspondientes a los de un lago podría tornarse incierta dada su ubicación y aislamiento. En realidad, el análisis y el estudio de algunas de sus características permiten establecer que las sedimentitas están genéticamente relacionadas con ambientes lacustres, por ejemplo, la disposición en pares simétricos de las terrazas antiguas e intermedias de Portugalete sólo pueden deberse a que su depositación se produjo en un cuerpo de agua, así mismo, el hecho de que el espesor de los conglomerados de la terraza intermedia disminuya gradualmente a medida que se aleja del Alto de las Águilas, y que la estructura predominante en el conglomerado sea la disposición paralela de sus clastos, esencialmente planos y subangulares, puede explicarse no sólo por su escaso transporte, sino también porque su depositación ocurrió en un medio subacuático tranquilo. A lo anterior puede sumarse la presencia de formas algáceas calcáreas (identificadas en sección delgada) en las sedimentitas de la terraza vieja de Portugalete.

En lo que se refiere a las características del Lago de Soatá pueden adelantarse las siguientes consideraciones:

No cabe duda que en la configuración del paisaje actual de la región dominan la gran profundización del valle del río Chicamocha y la intensa erosión de sus laderas. Estimamos que estos y otros rasgos se deben al gradual e incesante levantamiento de la región durante el último evento de la Orogenia Andina. Consecuentemente, puede aceptarse que gran parte de las sedimentitas depositadas por el antiguo lago de Soatá fueron erodadas hasta reducirse a pequeñas escamas, que se conservaron gracias a su ubicación en sectores más o menos protegidos, como es el caso de las cabeceras de los zanjones Portugalete y Ovachía.

El antiguo Lago de Soatá debió formarse por el represamiento del curso del río antecesor del Chicamocha, aguas abajo de Jútua, donde el valle se estrecha considerablemente; sin embargo, queda aún por establecer, con precisión, el lugar del represamiento. La acumulación del agua alcanzó una profundidad cercana a los 400 m (véase Fig. 7, A y B), según se deduce de la diferencia de altura existente entre los remanentes lacustres más altos (conservados en Portugalete) y la base de las sedimentitas de Jútua, que pudieron haberse depositado cerca del fondo del lago.

A juzgar por la altitud a la que se encuentran los afloramientos superiores del zanjón Portugalete, se puede

admitir que las aguas alcanzaron la actual curva de nivel de 1950 msnm. Si se toma como referencia esta cota a ambos lados del valle del río Chicamocha, el ancho del lago, en las proximidades de Soatá, pudo ser de unos 7 km aproximadamente (Fig. 1). Asimismo, si se prolongan ambas curvas de 1950 hacia el sur, a lo largo del valle del río Chicamocha, se puede establecer que el represamiento de las aguas llegó hasta las proximidades de Chusvitá, ubicada 5 km al NNW de Socotá, lo que significa que la extensión máxima del lago fue superior a 30 km.

Los lagos son sistemas muy sensibles (TALBOT & ALLEN 1996), de modo que pequeños cambios en la forma de la cuenca y/o en los elementos ambientales los afectan ostensiblemente. En este sentido, es admisible pensar que las variaciones que se observan en los depósitos de Portugalete y Jútua reflejan la naturaleza, los rasgos y el desarrollo del lago de Soatá. Así podemos aceptar que el lago constituyó un sistema hidrológico cerrado, bien oxigenado, con poca variación en el nivel de sus aguas (esto último posiblemente debido a variaciones en el régimen de pluviosidad); la desecación del lago se produjo de manera gradual, más como consecuencia de cambios climáticos que por modificaciones en la estructura de la cuenca, o por aperturas bruscas de la barrera de represamiento. También, como se expone más abajo, resulta verosímil admitir que los descensos del nivel de las aguas pudieron ser episódicos y lentos.

Las sedimentitas de Portugalete y Jútua se depositaron sobre la ladera occidental de la cuenca lacustre; sus acumulaciones se dieron en períodos de tiempo y condiciones fisiográficas y ambientales diferentes, como puede deducirse de la diferencia de altura que las separa (en promedio, las de Portugalete se ubican 250 m más alto que las de Jútua), de las características litoestratigráficas, y de que las sedimentitas de Portugalete se hubieran depositado en una pequeña bahía que se formó cuando el nivel del lago, luego de alcanzar su máxima altura, comenzó a descender, conectando el pequeño cerro redondeado (que SARMIENTO & PARRA 1947 denominan Alto de Las Águilas) con la orilla occidental del lago. Es interesante anotar que la cima del Alto de Las Águilas supera los 1950 msnm y que en ella no existen indicios lacustres, lo cual indica que el mencionado alto formó una pequeña isla en el momento de máxima extensión del lago (Fig. 1 y Fig. 7B). Por su parte, las sedimentitas de Jútua (por lo menos los niveles superiores) debieron acumularse en las últimas etapas de la existencia del lago y seguramente constituyen depósitos cercanos al fondo de la cuenca lacustre.

El estudio de las sedimentitas de Portugalete y Jútua

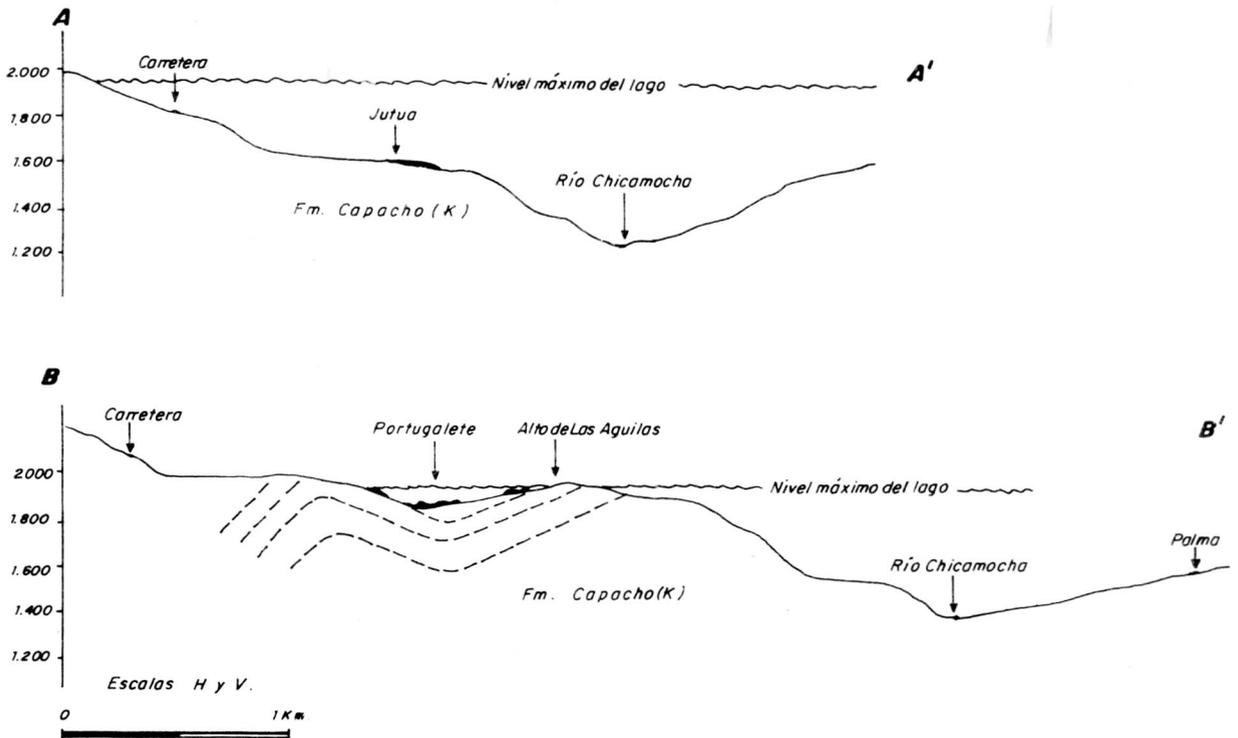


Fig. 7. Perfiles topográficos donde se representan los afloramientos lacustres, marcados como manchas oscuras, de Jútua (A-A') y Portugalete (B-B'). También se indica el nivel máximo alcanzado por el antiguo Lago de Soatá.

permite también establecer que los tres niveles de terrazas de Portugalete corresponden a tres estabilizaciones sucesivas (en etapas tempranas) del descenso general de las aguas, ya que las terrazas intermedias y joven representan secuencias progradantes, es decir, secuencias en las que el tamaño de grano aumenta hacia arriba (véase Figs. 4 y 5). Adicionalmente, es interesante anotar, que la terraza joven se depositó luego de la erosión parcial de la base de la intermedia, hecho que indicaría que antes de la depositación de la terraza joven ocurrió un leve ascenso del nivel de las aguas del lago. La composición de las terrazas también refleja variación en el régimen de sedimentación, toda vez que en las terrazas más antiguas predominan las litologías lodolítico-calcareas, mientras que en las dos más jóvenes dominan las siliciclásticas, siendo el carbonato un componente poco abundante; en otras palabras, la sedimentación química fue más importante en los estadios iniciales de la existencia del lago.

De manera general, el carbonato de calcio está presente en la mayor parte de cada una de las tres columnas de Portugalete, así como en la secuencia de Jútua. Este carbonato puede considerarse alóctono, y, seguramente, fue introducido en la cuenca por los cursos de agua que, en su recorrido, disolvían el carbonato de los

niveles calcáreos de la Formación Capacho y de otras unidades cretácicas que constituyen buena parte del vaso del lago (véase VARGAS *et al.*, 1976); no obstante, no puede descartarse que parcialmente el carbonato de las sedimentitas fuera biogénico, es decir que resultara de la disolución de las conchillas de los gastrópodos y de los huesos de los mamíferos, que hoy se encuentran fosilizados.

En lo que se refiere al ambiente reinante durante la existencia del lago, la presencia de nódulos calcáreos, en diferentes niveles de las columnas, así como de cristales y venas de yeso, en el tope de la terraza intermedia y en la parte superior del paquete sedimentario de Jútua, indican el predominio de climas cálidos secos, con esporádicos periodos de alta pluviosidad. En efecto, es conocido que la formación de caliche y calcreta se da en regiones áridas y semiáridas, donde la evaporación excede la pluviosidad. Los nódulos calcáreos han sido objeto de detallados estudios petrográficos, los que han permitido establecer que su acumulación está asociada con el desarrollo del caliche y la calcreta; al respecto, WET *et al.* (1998:196) precisan que si el promedio anual de precipitación es <50 cm/año se forman capas de calcreta a unas decenas de centímetros de la superficie del suelo, pero si el promedio

de precipitación es superior al indicado la formación de la calcreta descendiendo aproximadamente 1 m y se hace nodular, como ocurre en las columnas de Portugalete y Jútua.

De la misma forma que en el caso de los nódulos calcáreos, la precipitación de cristales de yeso está relacionada con procesos de evaporación en climas cálidos secos, aunque, en esta situación se hace necesario tener en cuenta, adicionalmente, otras variables como la concentración y la salinidad de las aguas, que, obviamente, no pueden considerarse en el presente caso.

También es posible que la presencia de restos de mamíferos fósiles (muy fragmentarios y desgastados), dentro de los niveles conglomeráticos de la terraza joven y la parte superior de la secuencia de Jútua, esté relacionada con la formación de riachuelos que corrían hacia remanentes de agua estancada, donde seguramente acudían los animales a saciar su sed. La heterogeneidad del conjunto faunístico es consecuente con esta interpretación, no de otra forma puede explicarse, por ejemplo, la presencia de mastodontes (*Haplomastodon*) y ciervos (*Odocoileus*), animales de bosques abiertos, junto a chigüiros (*Nechoerus*), posibles habitantes de regiones cálidas y húmedas, y cánidos (*Dusicyon*), que prefieren zonas secas y abiertas.

En conclusión, puede admitirse que el Lago de Soatá existió durante un periodo en el que predominaron condiciones cálidas y secas, con marcadas variaciones en la pluviosidad. Es también seguro que el desarrollo de la vegetación en las márgenes del lago fue pobre, como puede deducirse de la ausencia de niveles de turba (con excepción del observado en la secuencia de Jútua) y de materia orgánica como componente de las sedimentitas que forman las columnas estudiadas.

Cabe anotar que, gracias a las edades radiométricas ( $45.900 \pm 1.600$  y  $39.600 \pm 800$  años), las interpretaciones ambientales del Lago de Soatá pueden integrarse en un contexto más regional, ya que ellas son congruentes con los ambientes que predominaron durante el Interstadial de Chicagota (véase VAN DER HAMMEN 1995a, fig. 1) de la última glaciación en Colombia; por otra parte, es interesante indicar que el desarrollo del lago ocurrió durante la parte media del Pleni-glacial Medio, época de alta pluviosidad, según HELMENS & VAN DER HAMMEN (1995: 121).

Finalmente, queda por señalar que las temperaturas más altas y los climas secos que se dedujeron pueden explicarse por la menor altitud del lago (en promedio 1.800 msnm) con relación a las regiones que sirvieron de base para la elaboración del cuadro de VAN DER HAMMEN (1995a),

ya que ellas, por lo general, se encuentran por encima de los 2.500 msnm.

#### AGRADECIMIENTOS

Queremos dejar expresa constancia de nuestro sincero reconocimiento al Doctor Tomás Van der Hammen por las extensas conversaciones que sostuvimos en varias ocasiones, y que enriquecieron enormemente el presente trabajo; asimismo, agradecemos su intermediación en la datación radiométrica de las muestras. Los colegas Manuel Moreno M. y Luis Jorge Mejía, lo mismo que los estudiantes Paola Cardona, Leonardo Jiménez y Felipe Lozano, del Departamento de Geociencias, participaron en los trabajos de campo. Nuestro agradecimiento a todos ellos.

#### BIBLIOGRAFÍA

- ALBERDI, M. T. & PRADO, J. L. (1995): Los mastodontes de América del Sur.- En Alberdi, M. T., Leone, G. & Tonni, E. P. (Edit.). Evolución biológica y climática de la región pampeana durante los últimos cinco millones de años. Un ensayo de correlación con el Mediterráneo Occidental. Monografías. Museo Nacional de Ciencias Naturales- Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Pp. 279-291.
- FICCARELLI, G., AZZAROLI, A., COLTORTI, M., DRAMIS, F., FEJFAR, O., HIRTZ, A. & TORRE, D. (1992): Stratigraphy and Paleontology of Upper Pleistocene deposits in the interandean depression, northern Ecuador.- Journal of South American Earth Sciences, 6 (3): 145-150
- FICCARELLI, G., BORSELLI, V., HERRERA, G., MORENO ESPINOSA, M. & TORRE, D. (1995): Taxonomic remarks on the South American Mastodonts referred to *Haplomastodon* and *Cuvieronius*.- Geobios, 28 (6): 745-756
- FICCARELLI, G., AZZAROLI, A., BERTINI, A., COLTORTI, M., MAZZA, P., MEZZABOTTA, C., MORENO ESPINOSA, M., ROOK, L. & TORRE, D. (1997): Hypothesis on the cause of extinction of the South American Mastodonts.- Journal of South American Earth Sciences, 10 (1): 29-38
- HELMENS, K. F. & VAN DER HAMMEN, T. (1995): Memoria explicativa para los mapas del Neogeno – Cuaternario de la Sabana de Bogotá – Cuenca alta del río Bogotá.- En Van der Hammen (Edit. Científico). Plioceno y Cuaternario del Altiplano de Bogotá y alrededores. Análisis geográficos, 24: 91-142. Instituto Geográfico Agustín Codazzi
- HOFFSTETTER, R. (1952): Les mammifères pléistocènes de la République de l'Equateur.- Mémoires de Société Géologique de France (Nouv. Sér.), 66:1-391
- MONES, A. (1984): Estudios sobre la familia Hydrochoeridae, XIV. Revisión sistemática (mammalia: Rodentia).- Senckenbergiana Biologica. 65 (1/2): 1-17
- \_\_\_\_\_ (1991): Monografía de la familia Hydrochoeridae (Mammalia: Rodentia).- Courier Forschungsinstitut Senckenberg, 134: 1-235
- SALVADOR, A. (1994): International Stratigraphic Guide. Guide to Stratigraphic classification, terminology, and procedures.- Second Edit. International Union of Geological Sciences & Geological Society of America, Inc. 214 p.

- SARMIENTO, R. & PARRA, H. (1947): Reconocimiento de unos yacimientos de fosfatos en el Municipio de Soatá (Boyacá).- *Compilación de los Estudios Geológicos Oficiales en Colombia*, 7:143-152.
- SIMPSON, G.G. & PAULA COUTO, C. de (1957): The Mastodonts of Brazil.- *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 112 (2): 127-189.
- TALBOT, M.R. & ALLEN, P.A. (1996): Lakes.- *In* Reading, H.G. (Edit.). *Sedimentary environments: Processes, facies and stratigraphy*. Pp. 83-124. Blackwell Science
- VAN DER HAMMEN, T. (1995): Bibliografía.- *In* Van der Hammen (Edit. Científico). *Plioceno y Cuaternario del Altiplano de Bogotá y alrededores. Análisis geográficos*, 24:19-31. Instituto Geográfico Agustín Codazzi
- \_\_\_\_\_. 1995a. La última glaciación en Colombia (Glaciación Cocuy; Fuquense).- *In* Van der Hammen (Edit. Científico). *Plioceno y Cuaternario del Altiplano de Bogotá y alrededores. Análisis geográficos*, 24:51-62. Instituto Geográfico Agustín Codazzi
- VAN DER HAMMEN, T. & HOOGHIEMSTRA. (1995): Cronoestratigrafía y correlación del Plioceno y Cuaternario de Colombia.- *In* Van der Hammen (Edit. Científico). *Plioceno y Cuaternario del Altiplano de Bogotá y alrededores. Análisis Geográficos*, 24: 51-62. Instituto Geográfico Agustín Codazzi
- VARGAS H., R., ARIAS T., A., JARAMILLO C., L. & TELLEZ I., N. (1976) (Publicado en 1987): Mapa Geológico. Departamentos de Santander y Boyacá. Plancha 152 – Soatá. Ministerio de Minas y Energía – Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras.
- VILLARROEL, C., BRIEVA, J. & CADENA, A. (1996): La fauna de mamíferos fósiles del Pleistoceno de Jútua, municipio de Soatá (Boyacá, Colombia).- *Geología Colombiana*, 21: 81-87.
- WET, C.B., YOCUM, D. A. & MORA, C. I. (1998): Carbonate lakes in closed basins: sensitive indicators of climate and tectonics: an example from the Gettysburg Basin (Triassic), Pennsylvania, USA.- *In* Shanley, K. W. & McCabe, P. J. (Eds.). *Relative rol of eustasy, climate, and tectonism in continental rocks. SEPM Special Publication*, 59: 191-209

*Manuscrito recibido, Octubre de 2001*

### Lámina I

**a y b: *Neocyclotus* cf. *Cingulatus*. Muestra Q-P-10.**

**c y d: Gastropoda Indet. Muestra Q-P-4.**

**e y f: *Helicina* cf. *concentrica*. Muestra Q-P-8.**

**G, h, i: *Drymaeus* sp. Muestra Q-P-8. En el ejemplar g se ha conservado parcialmente el color de la conchilla, consistente en listas pardo-amarillentas claras, ligeramente diagonales al eje longitudinal.**

**j y k: Cf. *Bulimulus*. Muestra Q-P-8.**

**l y m: *Odocoileus* sp. Soatá-10. Base de cornamenta izquierda. Vistas posterior y anterior, respectivamente.**

**En todos los casos, las líneas representan 1 cm**

LAMINA 1

