

Fluctuaciones Holocénicas del nivel de Inundaciones en la Cuenca del Bajo Magdalena - Cauca - San Jorge (Colombia).

THOMAS VAN DER HAMMEN¹

RESUMEN

25 fechas de radiocarbono en arcillas turbosas intercaladas en sedimentos del Holoceno atravesado por 9 perforaciones, en la cuenca del Bajo Magdalena - Cauca - San Jorge (fig. 1 y lista de fechas de carbono 14), forman las bases para construir una curva de la importancia relativa de bajos niveles de inundación (fig. 2). Se piensa que esta curva refleja también cambios relativos de lluvia, en el área de la hoya del río que incluye la mayor parte de las tres cordilleras de los Andes septentrionales. La comparación de la curva con fechas de niveles bajos de lagos en otras partes de Colombia, muestra que la curva tiene carácter regional. La comparación con datos acerca de los cambios en los niveles de inundación del río Amazonas en el Holoceno (fig. 3) muestra una estrecha similitud, y refuerza el carácter regional de la curva presentada.

Períodos secos quedan registrados alrededor de 7000 AP, 5500 AP, 4700 AP, 4000 AP, 2500-2300 AP (-2100 AP), 1400 AP y 700 AP.

Se hace énfasis en la probable influencia de los cambios de descarga determinada por la relación clima-río sobre el desarrollo de las costas.

ABSTRACT

25 radiocarbon dates of peaty clay intercalations found in 9 boreholes in the Holocene sediments of the lower Magdalena - Cauca - San Jorge basin (fig. 1 and list of carbon 14 dates) formed the basis for the construction of a curve of the relative importance of low levels of inundation (fig. 2). This curve is thought to represent also relative changes of rainfall in the area of the river basin, that includes most of the three cordilleras of the northern Andes. Comparison of the curve with data on dated low lake levels in other parts of Colombia, show that the curve is of a regional character. Comparison with data on the Holocene changes of inundation levels of the Amazon river (fig. 3) shows a rather close similarity, and gives a still more regional valid character to the curve presented.

Dry periods are registered approximately around 7000 BP, 5500 BP, 4700 BP, 400 BP, 2500-2300 BP (-2100 BP), 1400 BP and 700 BP.

The probable influence of changes of river discharge as determined by the climate river system on coastal development is stressed.

INTRODUCCION

El ámbito de la cuenca inundable del Bajo Magdalena - Cauca - San Jorge (fig. 1) es una de las grandes zonas inundables fluviales del mundo. El clima es de tipo Af/Am según Köppen. La precipitación anual actual es de 2000-3000 mm. En la época lluviosa la zona permanece en gran parte inundada hasta por 8 meses del año, quedando emergidos solamente los diques naturales de los caños y brazos. Las inundaciones son causadas por el incremento de las lluvias en las cordilleras y en parte también por las lluvias en la misma zona baja de los ríos. Se trata de una especie de "delta interior" de gran extensión, a una altura de aproximadamente 20 m por encima del nivel del mar. Entre esta parte y el mar se encuentra como "obstáculo" un sector algo más alto por donde el río ha excavado su valle comparativamente angosto. Hace unos 30 años (en abril de 1956) coleccionamos en el área del Bajo Magdalena, entre el Banco y Mangangú una serie de sedimentos de "ciénaga", por medio de sondeos manuales con sonda Dachnovsky hasta unos 8 m de profundidad. En la sección levantada en la ciénaga del Morrocoyal se mostró la parte baja y la parte alta de un horizonte complejo de arcillas turbosas que fueron fechadas por medio de carbono 14 como 720 ± 80 y 480 ± 60 años AP ("Antes del Presente" - antes del año 1950) (véase lista de fechas de carbono 14). Los resultados del estudio palinológico y las fechas fueron publicadas por WILMSTRA (1967).

Se pudo comprobar que el horizonte turboso-humoso correspondía a una época de bajos niveles de agua (o de inundaciones) que permitió la extensión de vegetación pantanosa en la ciénaga. Se trata de tipos de vegetación que hoy en día se encuentran únicamente en las márgenes de las ciénagas, pero que aparentemente se extendían sobre gran parte de estas ciénagas en épocas de niveles relativamente bajos de las inundaciones. En los años 70 se llevó a cabo el Proyecto Colombo-Holandés de Estudio del Problema de las inundaciones en la Cuenca Magdalena - Cauca (HIMAT, 1977); parte de este proyecto fue el estudio geomorfológico realizado por Aremis Martínez y el estudio sobre hundimiento y sedimentación en la Cuenca por medio de análisis palinológicos y dataciones de carbono 14. El estudio palinológico fue realizado por Enrique González y el análisis de radio-carbono se llevó a cabo en el Laboratorio de Isótopos de Groningen (Willem Mook) y en Isotopes Inc.

Durante la última glaciación, el nivel del mar descendió unos 80 m con respecto al nivel de hoy día, y para ese entonces la cuenca actualmente inundable fue erodada hasta más de 15 m debajo del nivel actual del mar (véase

p. ej. la fecha de 7495 ± 305 a aproximadamente 33 m de profundidad en la perforación Las Boquillas; COL 224, I-8389; lista de dataciones). En el Holoceno la cuenca fue rellenada progresivamente con sedimentos fluviales, presentándose al mismo tiempo cierto hundimiento diferencial en la parte central así como compactación de los sedimentos. La tasa de sedimentos promedio durante los últimos 7500 años fue de aproximadamente 3,8 mm por año, mientras que para los últimos 1500 años fue de 3 mm por año, pero puede haber diferencias locales y en el tiempo considerables. Así el nivel de la superficie de la cuenca inundable se fue elevando hasta llegar a su nivel actual de aproximadamente 20 m sobre el nivel del mar del Presente.

Los estudios mencionados indicaron, también, que épocas de inundaciones de nivel alto y muy extensas alternaban con épocas de bajos niveles de inundaciones. En las primeras, la tasa de sedimentación en el área fue relativamente alta, en las segundas se expandía la vegetación pantanosa y la tasa de sedimentación fue más baja.

FLUCTUACIONES EN EL NIVEL DE INUNDACIONES

La alternancia de niveles de arcillas turbosas y de arcillas grises indica entonces, sin duda, fluctuaciones en el aporte de material traído por el agua de las inundaciones, cambios en el nivel de las inundaciones y extensión de vegetación pantanosa en las ciénagas. En vista del hundimiento diferencial y de la subida progresiva del nivel de la superficie de sedimentación, parece imposible establecer valores absolutos de la altura del nivel promedio de inundaciones durante fases de deposición de arcillas grises y durante fases de formación de arcilla turbosa, basados únicamente en datos de perforaciones. Sólo con un estudio detallado geológico-estratigráfico, con mapas y secciones se podría llegar a reconstrucciones de este tipo de datos para diferentes épocas.

No obstante parece evidente que una mayor extensión horizontal de la zona de ocurrencia de un nivel turboso, indicaría una mayor importancia general de la época de niveles bajos de inundación. Si medimos la frecuencia de la formación de arcilla turbosa y su extensión temporal en los sondeos disponibles, podríamos hacer una curva de la importancia de las épocas de bajos niveles de inundación, que deben corresponder a épocas de baja precipitación efectiva en las cordilleras y en los valles interandinos. La importancia relativa de las épocas de altos niveles de inundación (que

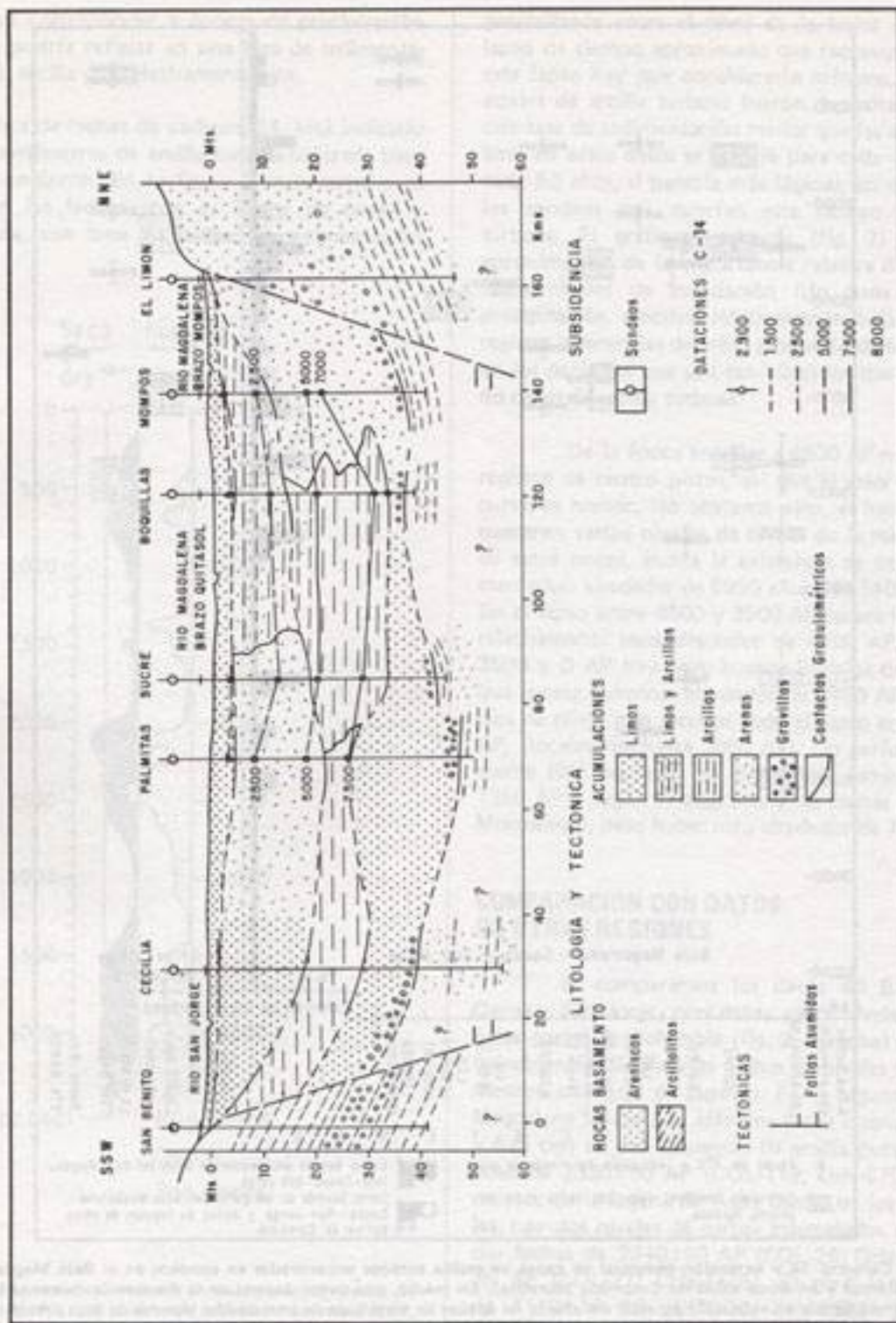


FIG. 1: Corte 55W-NNE por la cuenca inundable del Bajo Magdalena - Cauca - San Jorge, con la localización de los principales sondeos, litología y líneas de igual edad. Según HIMAT, 1977.

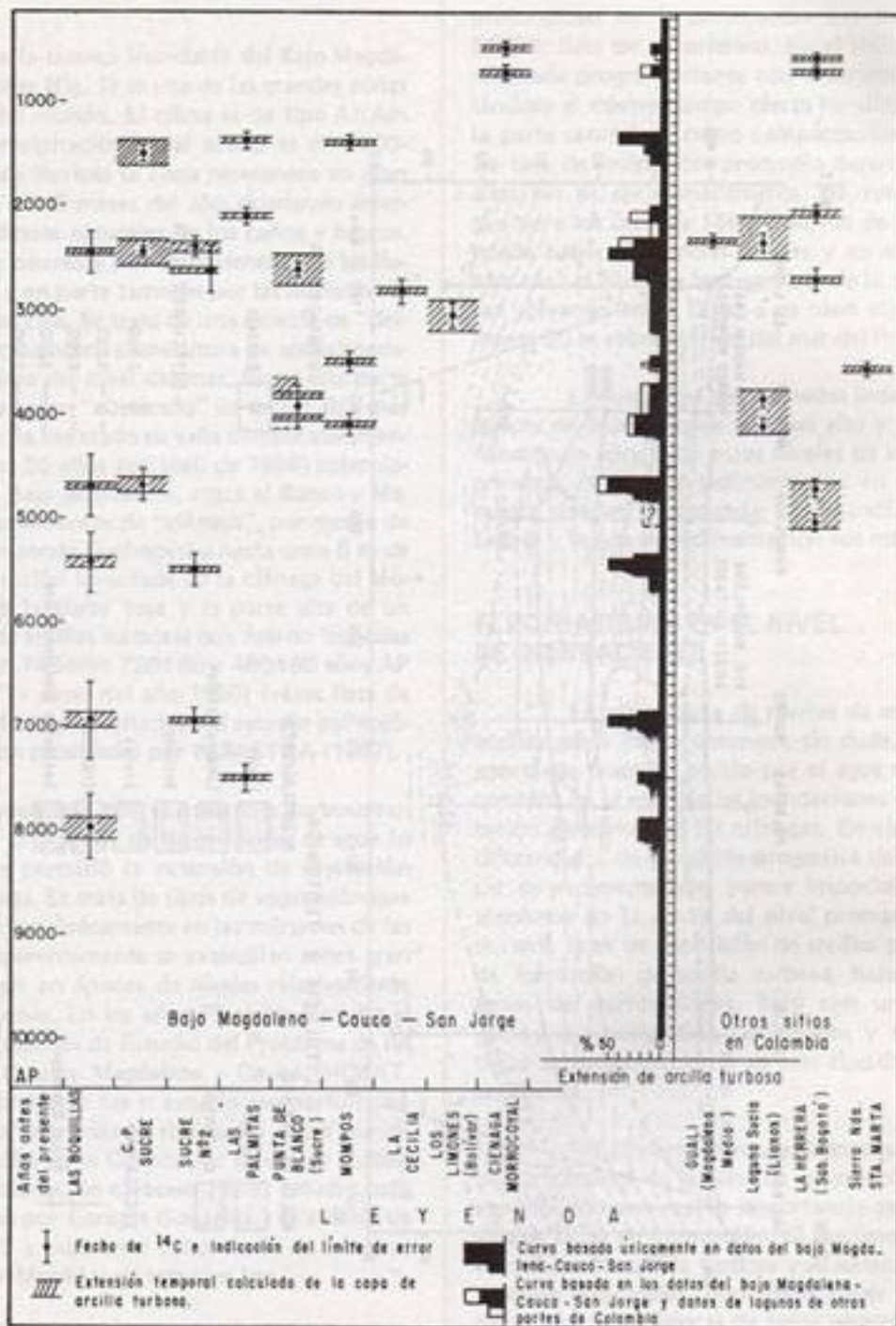


FIG. 2: Fechas de Carbono 14 y extensión temporal de capas de arcilla turbosa encontradas en sondeos en el Bajo Magdalena, Cauca y San Jorge (izquierda) y en otros sitios de Colombia (derecha). En medio, una curva basada en la frecuencia de zonas turbosas en los sondeos, indicando la importancia en extensión espacial del efecto de épocas de nivel bajo de inundación (épocas de baja precipitación efectiva): en negro: basado únicamente en los datos de la zona inundable; en blanco, tomando en cuenta los datos de otras partes del país.

en general deben corresponder a épocas de precipitación efectiva alta) se podría reflejar en una tasa de sedimentación promedio de arcilla gris relativamente alta.

En la lista de fechas de carbono 14, está indicado el intervalo en centímetros de arcilla turbosa utilizado para la fecha correspondiente. En la figura 2 se muestra para cada perforación las fechas (con su límite de error) y además se calcula, con base en la tasa de sedimentación

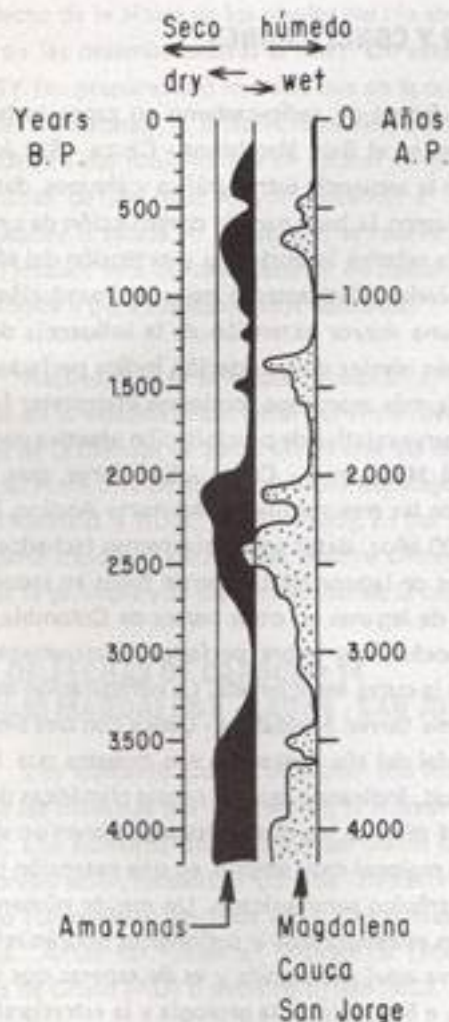


FIG. 3: Comparación de curvas basadas en bajos o altos niveles de inundación de río, para el sistema del río Amazonas (ABS, 1979) y el Bajo Magdalena - Cauca - San Jorge (esta publicación).

generalizada entre el nivel de la fecha y la superficie, el lapso de tiempo aproximado que representa este intervalo; este lapso hay que considerarlo mínimo, ya que los horizontes de arcilla turbosa fueron depositados sin duda con una tasa de sedimentación menor que las arcillas grises. Con base en estos datos se calculó para cada 100 años (a veces cada 50 años, si parecía más lógico), en qué porcentaje de los sondeos que cubrían este tiempo se formó arcilla turbosa. El gráfico resultante (fig. 2) da una primera aproximación de la importancia relativa de los períodos de bajos niveles de inundación (sin duda el resultado de precipitación efectiva relativamente baja. Esta curva no registra diferencias del nivel promedio de inundaciones altas en los períodos que son tan húmedos que no se han formado capas de arcilla turbosa.

De la época anterior a 4500 AP no tenemos sino el registro de cuatro pozos, así que el valor estadístico de la curva es menor. No obstante esto, el hecho de que se encuentren varios niveles de turbas de la misma edad en dos de estos pozos, indica la existencia de tres períodos secos marcados: alrededor de 6950 años AP, 5400 AP y 4700 AP. En el lapso entre 4500 y 3500 AP parece haber un período relativamente seco alrededor de 4100 AP. Del lapso entre 3500 y 0 AP hay muy buenos indicios de una época seca que parece culminar alrededor de 2400 AP, habiendo indicios de clima más seco en todo el lapso entre 2700 y 2300 AP, (localmente hasta 2050 AP). Un período seco relativamente bien marcado se encuentra también alrededor de 1350 AP y según el diagrama y las fechas de la Ciénaga de Morrocoyal, debe haber otro alrededor de 700 AP.

COMPARACION CON DATOS DE OTRAS REGIONES

Si comparamos los datos del Bajo Magdalena - Cauca - San Jorge, con datos sobre niveles de lagunas de otras partes de Colombia (fig. 2, derecha) vemos una clara coincidencia. Se trata de fechas de niveles turbosos en sedimentos arcillosos de lagunas. En la laguna de Gualf en el Magdalena Medio hay sólo una turba intercalada (entre 627 y 645 cm) en una secuencia de arcilla pura, y que dio una edad de 2330 ± 50 AP (COL-119; GrN-6101). En los sedimentos de la laguna de Agua Sucia, en los Llanos Orientales, hay dos niveles de turbas intercaladas. El nivel superior dio fechas de 2340 ± 90 AP (COL-26; GrN-3601) y 2210 ± 35 AP (COL-27; GrN-4416). El nivel inferior dio fechas de 4110 ± 70 AP (COL-30; GrN-3522) y 3830 ± 60 AP (COL-28; GrN-4113) (véase WIJNSTRA y VAN DER

HAMMEN, 1968). En la laguna de La Herrera, en la Sabana de Bogotá, hay tres zonas turbosas; de la zona superior hay una fecha de 700 ± 65 AP (COL-22; GrN-4123) y otra de 580 ± 60 (COL-23; GrN-4297). Del segundo nivel turboso hay fechas de 2050 ± 50 AP (COL-21; GrN-4122) y 2690 ± 100 AP (COL-307; GrN-10825); del tercer nivel hay fechas de 4700 ± 80 AP (COL-20; GrN-4005) y 5020 ± 80 AP (COL-19; GrN-3606).

Finalmente hay una intercalación de turba en los sedimentos arcillosos de la laguna Naboba, a 4500 m de altura en la Sierra Nevada de Santa Marta (VAN DER HAMMEN y RUIZ, 1984 - 1985), con una fecha de 3550 ± 60 AP (COL-45; GrN-4389). Todas estas fechas de épocas relativamente secas, coinciden muy bien con las épocas de bajos niveles de inundación en el Bajo Magdalena - Cauca - San Jorge, y confirman la importancia regional y por ende el carácter climático regional de ellas. En el caso de las épocas alrededor de 7000 AP y alrededor de 3500 AP, corroboran la existencia de una época seca dando la mejor base estadística. Los datos mencionados fueron entonces utilizados para dar más detalle y seguridad a la curva (detalles en blanco, fig. 2), que parece una aproximación válida para Colombia, y respectivamente para el noroccidente suramericano.

Resulta también muy interesante comparar estos datos del Bajo Magdalena - Cauca - San Jorge, con los de ABSY (1979) de la cuenca del río Amazonas. Esta curva está basada en la interpretación de análisis de polen y fechas de carbono 14. La figura 3 de la curva de ABSY y la que hemos presentado aquí. Están basadas ambas, principalmente en el registro de épocas de niveles bajos de los ríos. Ambos sistemas fluviales tienen también su origen en los Andes, aunque buena parte de las cabeceras del Amazonas y afluentes, bastante más al sur que las del sistema Magdalena - Cauca - San Jorge.

Las dos curvas son en buena parte congruentes, mostrando fases relativamente secas hacia 4000 AP, 2500 - 2000 y 7000 AP. Sólo la fase entre 1600 y 1300 AP no tiene sino un muy pequeño equivalente alrededor de 1500 AP,

pero hay que tener en cuenta que la curva del Magdalena - Cauca está basada en muchas más fechas de carbono 14. La similitud de las dos curvas da una indicación muy importante de que los cambios principales en la precipitación del norte de Suramérica fueron mayormente sincrónicos. Eso no excluye que haya habido seguramente también cambios de origen más local y variaciones locales de los cambios regionales.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

25 fechas de radio-carbono en capas turbosas de perforaciones en el Bajo Magdalena - Cauca - San Jorge, en relación con la secuencia estratigráfica y algunos datos palinológicos, fueron la base para la construcción de una curva que indica la relativa importancia y extensión del efecto de épocas de niveles relativamente bajos de inundación. Aceptando que una mayor extensión de la influencia del fenómeno de bajos niveles de inundación indica períodos de relativa sequía más marcados, podemos interpretar la curva, como una curva relativa de precipitación efectiva para el sistema fluvial Magdalena - Cauca - San Jorge, que incluye gran parte de las tres cordilleras del norte Andino. Para los últimos 5000 años, datos sobre horizontes fechados que indican niveles de laguna relativamente bajos en secuencia de sedimentos de lagunas en otras partes de Colombia, confirman las conclusiones sobre períodos relativamente secos con base en la curva mencionada. La comparación de la curva del sistema fluvial Magdalena - Cauca con una similar del sistema fluvial del río Amazonas nos muestra que hay una gran similitud, indicando que las causas climáticas de las variaciones del nivel de los ríos registrados tienen un significado y efecto regional muy amplio, en una extensión bastante grande del trópico suramericano. Un mayor número de fechas y datos estratigráficos y palinológicos podrán refinar sin duda la curva aquí presentada y es de esperar que un estudio extenso e intensivo de la geología y la estratigrafía de la zona del bajo Magdalena - Cauca - San Jorge, podrá además ayudar a una mejor cuantificación de la curva en términos del altura relativa de las inundaciones. Estos estudios podrán dar también más datos sobre la altura relativa de las

Inundaciones en épocas en que estos niveles son tan altos ya que no se forman turbas. El conocimiento de la dinámica del sistema clima-río del cual vemos aquí un efecto bastante importante, parece de considerable importancia también para el hombre y sus culturas en las regiones fluviales bajas. Para el Bajo San Jorge la relación de esta dinámica con la secuencia cultural de los últimos 2500 años parece evidente (PLAZAS, FALCHETTI, BOTERO y VAN DER HAMMEN, en preparación). Otro aspecto de considerable importancia es el efecto de la altura de los niveles del río en la zona costera y en las desembocaduras al mar. Un estudio reciente de ABSY (en preparación) muestra que en épocas de niveles bajos del Amazonas, la influencia marina pudo llegar más hacia adentro del estuario que en épocas de niveles altos (y lógicamente de un flujo mayor), cuando el límite agua-dulce salobre o salada en el estuario se mueve más hacia la costa. También este efecto puede ser de bastante importancia geológica y para asentamientos humanos.

Recientemente se estudió también el efecto de los cambios en el equilibrio del nivel del río y nivel del mar en la zona de la Ciénaga de Santa Marta que fue durante cierta época del Holoceno de desembocadura del Magdalena (VAN DER HAMMEN y RUIZ, 1984 - 1985). Es por consiguiente importante incluir el estudio del sistema clima-río en el estudio de la geología y la sedimentación de la costa.

LISTA DE FECHAS DE CARBONO 14 DEL BAJO MAGDALENA - CAUCA - SAN JORGE

Los números Col. (Colombia) son los que fueron dados a las muestras por el autor en el momento de su colección. Los números GrN ó I son los dados (en secuencia de la preparación/medición) por los laboratorios de radio carbono (Groningen; Isotopes Inc.). Las fechas están dadas en años "Antes del Presente" (=antes de 1950) y en años después de Cristo (AD) o antes de Cristo (AC).

Col. 18A GrN-2425 480 ± 60 (AD 1470)

Ciénaga de Morrocoyal (al oeste del Banco, Departamento de Bolívar). Arcilla humosa con partículas de carbón vege-

tal, profundidad 350 - 370 cm. Diagrama de polen WIJMSTRA, 1967.

Col. 18B GrN-2427 720 ± 80 (AD 1230)

Ciénaga de Morrocoyal (al oeste del Banco, Departamento de Bolívar). Arcilla humosa, profundidad 390 - 410 cm. Diagrama de polen en WIJMSTRA, 1967.

Col. 235 I-8344 1380 ± 85 (AD 570)

Perforación Las Palmitas, Proyecto Colombo - Holandés. Arcilla turbosa, profundidad 230 - 235 cm.

Col. 229 I-8282 1410 ± 80 (AD 540)

Perforación Mompós, Proyecto Colombo - Holandés. Arcilla turbosa, profundidad 780 cm.

Col. 213 GrN-7071 1495 ± 80 (AD 455)

Perforación CP (Departamento de Sucre), Proyecto Colombo - Holandés. Arcilla turbosa, profundidad 353-412 cm.

Col. 236 I-8345 2110 ± 80 (160 AC)

Perforación Las Palmitas, Proyecto Colombo - Holandés. Arcilla turbosa, profundidad 725-730 cm.

Col. 225 I - 2400 ± 90 (450 AC)

Perforación Sucre No. 2 (Departamento de Sucre), Proyecto Colombo - Holandés. Arcilla turbosa, profundidad 1220-1265 cm.

Col. 220 I-8385 2445 ± 205 (495 AC)

Perforación Las Boquillas, Proyecto Colombo - Holandés. Arcilla turbosa, profundidad 935-945 cm.

Col. 218 GrN-7076 2615 ± 75 (665 AC)

Perforación Punta de Blanco (Departamento de Sucre), Proyecto Colombia-Holandés. Arcilla turbosa, profundidad 510-570 cm.

Col. 232 I-8285 2625±240 (675 AC)

Perforación Sucre No. 2, Proyecto Colombo-Holandés, Arcilla turbosa, profundidad 1560 cm.

Col. 212 GrN-7070 2895 ± 50 (745-AC)

Perforación CP (Departamento de Sucre), Proyecto Colombo-Holandés, Arcilla turbosa, profundidad 652-712 cm.

Col. 238 I-8347 2820±125 (870 AC)

Perforación La Cecilia, Proyecto Colombo-Holandés, Arcilla turbosa, profundidad 1715-1725 cm.

Col. 214 GrN-7072 3065±125 (1115 AC)

Perforación Los Limones (Departamento de Bolívar), Proyecto Colombo-Holandés, Arcilla turbosa, profundidad 570-630 cm.

Col. 230 I-8283 3495±95 (1545 AC)

Perforación Mompós, Proyecto Colombo-Holandés, Arcilla turbosa, profundidad 1300 cm.

Col. 210A GrN-6937 3820±90 (1870 AC)

Perforación Punta de Blanco (entre Ciénaga Mojón y Ciénaga El Poble, Departamento de Sucre), Proyecto Colombo-Holandés, Arcilla turbosa, profundidad 620-624 cm.

Col. 210B GrN-6938 4040±120 (2090 AC)

Perforación Punta de Blanco (entre Ciénaga Mojón y Ciénaga El Poble, Departamento de Sucre), Proyecto Colombo-Holandés, Arcilla turbosa, profundidad 640-643 cm.

Col. 231 I-8284 4090±105 (2140 AC)

Perforación Mompós, Proyecto Colombo-Holandés, Arcilla turbosa, profundidad 1615 cm.

Col. 211 GrN-7069 4670±140 (2720 AC)

Perforación CP (Departamento de Sucre), Proyecto Colombo-Holandés, Arcilla turbosa, profundidad 952-983 cm.

Col. 221 I-8386 4865±310 (2735 AC)

Perforación Las Boquillas, Proyecto Colombo-Holandés, Arcilla turbosa, profundidad 1320-1330 cm.

Col. 222 I-8387 5425±290 (3475 AC)

Perforación Las Boquillas, Proyecto Colombo-Holandés, Arcilla turbosa, profundidad 2.400 - 2.435 cm.

Col. 233 I-8286 5940±145 (3540 AC)

Perforación Sucre No. 2 (Departamento de Sucre), Proyecto Colombo-Holandés, Arcilla turbosa, profundidad 2125 cm.

Col. 223 I-8388 6930±370 (4980 AC)

Perforación Las Boquillas, Proyecto Colombo-Holandés, Arcilla turbosa, profundidad 2670-2720 cm.

Col. 234 I-8287 6950±110 (5000 AC)

Perforación Sucre No. 2 (Departamento de Sucre), Proyecto Colombo-Holandés, Arcilla turbosa, profundidad 2425 cm.

Col. 237 I-8346 7500±125 (5550 AC)

Perforación Las Palmitas, Proyecto Colombo-Holandés, Arcilla turbosa, profundidad 2555-2565 cm.

Col. 224 I-8398 7495±305 (5995 AC)

Perforación Las Boquillas, Proyecto Colombo-Holandés, Arcilla turbosa, profundidad 3240-3300 cm.

REFERENCIAS

ABSEY, M.L.- A palynological study of Holocene sediments in the Amazon basin. Thesis U. de Amsterdam: 103 pp., Amsterdam, 1979.

HIMAT.- Proyecto Cuenca Magdalena-Cauca, Proyecto Colombo-Holandés. V. 1, Bogotá, 1977.

PLAZA, C., FACCHETTI de SAENZ, A.M.- Asentamiento prehispánico en el bajo río San Jorge. Fund. Invest. Arqueol. Nat., Banco de la República, 136 pp., Bogotá, 1981.

VAN DER HAMMEN, Th. RUIZ, P.- La Sierra Nevada de Santa Marta, Transecto Buiticá - La Cumbre, Estudios de ecosistemas tropicales; Studies on Tropical Andean ecosystems, V. 2, 610 p. Cramer, Vaduz, 1984-1985.

WIJMSTRA, T.- A pollen diagram from the Upper Holocene of the Lower Magdalena valley. Leidse Geol. Meded, 39: 261-267, Leiden, 1967.

WIJMSTRA, T.A., VAN DER HAMMEN, Th.- Palynological data on the history of tropical savannas in northern South America. Leidse Geol. Meded, 38: 7190, Leiden, 1966.