

INTRODUCCION

Recientemente, la cartografía geoquímica regional, empleando sedimentos fluviales, se está utilizado en Venezuela con el fin de determinar valores de fondo o línea base para su posterior empleo en detección de mineralizaciones amplias, el efecto contaminante en zonas industriales, o causas de la distribución de enfermedades endémicas. Debido a la poca información que hay en el Delta del Orinoco acerca de este tópico, en este trabajo se estudian geoquímicamente los sedimentos de la zona comprendida entre los caños Manamo y Macareo con el fin de establecer los valores de línea base de la concentración de una serie de elementos químicos (Al, COT, Mg, Ca, Mn Fe, Ti, Ni, Cu, Zn, Cr, V, Cd, Ba, P, Be, Pb, S, Sb, Se, As y Ag) antes de que se desarrollen una serie de actividades relacionadas con la industria petrolera, la minería, así como las actividades agropecuarias.



Figura 1. Ubicación geográfica del Delta del Orinoco en América del Sur

MÉTODOS

En total, se capturaron 175 muestras superficiales de sedimentos inactivos (diversos ambientes y facies específicas de carácter fluvial, fluvio-deltáica, y deltáica propiamente dicha) y sedimentos activos (caños más importantes, línea de playa y plataforma continental). Las muestras de sedimentos activos fueron del tipo compuesta y se capturaron con un muestreador de quijada del tipo Delft Van Essen.

Las muestras de sedimentos superficiales inactivos (entre 10 y 30 cm) se tomaron mediante un muestreador de núcleo somero, tipo "auger".

El análisis granulométrico de la clase arena se realizó empleando un juego de tamices de acero inoxidable de 2000, 1000, 500, 250, 125, 63 μm . Para los sedimentos finos, con baja proporción de arena, se empleó el método del Buoyuco para determinar los porcentajes de arena, limo y arcilla.

La técnica empleada en el análisis mineralógico fue la difracción de rayos X (Difractómetro Siemens, modelo D8 Advance).

Los extractos de la digestión ácida fueron analizados por la técnica de ICP, utilizando un espectrómetro de emisión atómica con fuente de plasma (Jobin Yvon, modelo JY 24). Los elementos determinados en el extracto fueron: Fe, Al, Mn, Cd, Cu, Zn, Ni, Pb, Cr, P, Ba, Be, Se, As, Ti, Ag. La concentración de los elementos Se, As, Hg y Ag estuvo en todos los casos por debajo del límite de determinación de esta técnica y del procedimiento analítico seguido. La precisión de los análisis fue mejor al 2% en el intervalo de concentración empleado. El carbono orgánico y el azufre total fueron determinados por combustión seca, empleando analizadores elementales de carbono y azufre.

El estudio e identificación de los minerales pesados se llevó a cabo en las fracciones inferiores a 125 μm y 63 μm . Esta última se complementó con el uso de una lupa binocular que permitió estudiarlos visualmente.

RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis granulométrico de los sedimentos inactivos muestran un ligero predominio de los limos (37,1%) sobre las arenas (34,5%) y arcillas (28,4%). En los sedimentos activos, asociadas con las facies de canal, la distribución de arenas sobre los limos y arcillas fue mayor, pudiendo alcanzar en algunos sitios hasta un 97%. En cambio, en los sedimentos activos de plataforma el 47,7% correspondió a la clase arena, seguido por 30,9% de limo y 21,3% de arcillas.

En forma general, se puede indicar que en el Caño Manamo texturalmente predomina el componente arena en gran parte de su trayecto, a excepción de los sitios que están localizados en la zona del estuario, en los últimos 30 Km de su desembocadura. Cuando se considera la relación arena, limo y arcilla, las arenas conforman el 60 % de estos componentes.

En el caño Macareo la distribución de arenas sobre los limos y arcillas es mayor a lo largo de casi todo su recorrido pudiendo alcanzar, en algunos sitios, hasta un 97 %. En la clase arena predominan las arenas finas sobre las arenas medias, principalmente desde el curso medio hasta la desembocadura. Cuando se consideran las fracciones más finas de limo y arcillas de los caños Manamo y Macareo se puede apreciar que la proporción de arcillas en los sedimentos superficiales tiende a ser más abundante en el Manamo. Este hecho, junto con el predominio de arenas gruesas en el caño Manamo, antes del dique el Volcán, son evidencias de que el represamiento de este caño ha ocasionado cambios apreciables en el transporte de sedimentos en ese sector del delta, el cual se refleja en las características granulométricas de los sedimentos del lecho de ambos cauces.

La proporción relativa más alta de arcillas en los últimos 40 Km de recorrido sobre el Manamo, a partir de la desembocadura en dirección a Tucupita, parece apoyar la hipótesis de un mayor componente fino en los sedimentos de este sector debido a la floculación de arcillas, materia orgánica y otros componentes, los cuales se han favorecido por el desplazamiento del frente agua fresca-agua de mar hacia la parte terrestre.

El constituyente mas abundante de todos los sedimentos estudiados fue el cuarzo. Le siguieron las arcillas (caolinita, clorita, illita, montmorillonita), los carbonatos biogénicos, feldespatos (plagioclasa y microclino) y minerales pesados (circón, rutilo, anatasa, sillimanita, moscovita, andalucita, ilmenita e ilmenorutilo, hematita, chamosita, actinolita, epidoto, goethita, clorita, pirita y hastingsita).

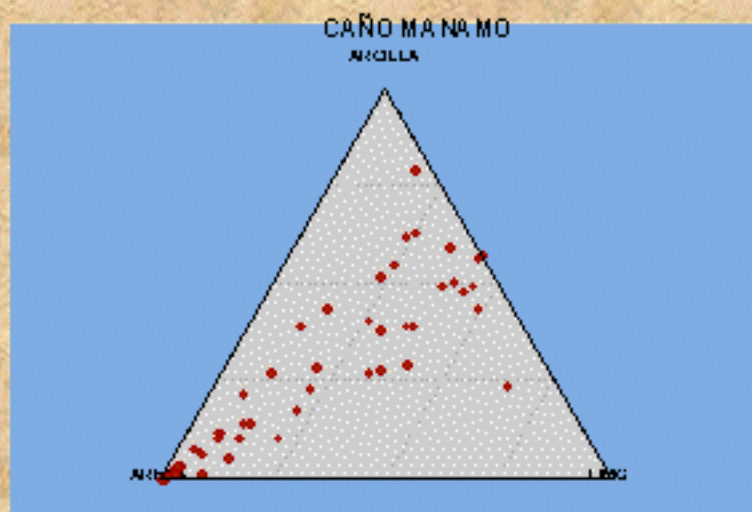


Figura 3. Sedimentos de fondo captados en los caños Macareo y Manamo Diagramas que indican la proporción de arena, limo y arcilla

La composición mineralógica de los sedimentos livianos y pesados de la región estudiada reflejan el aporte y la naturaleza de las principales regiones morfotectónicas de la cuenca del Orinoco, donde afloran litologías ígneo-metamórficas (Escudo de Guayana, cordillera de los Andes y serranía del Interior) y sedimentarias (Escudo de Guayana, pie de monte Andino y región de Los Llanos), así como los sedimentos asociados con el propio delta o la plataforma marina.

En cuanto a la composición química de la fracción inferior a 63 μm de los sedimentos activos e inactivos, susceptibles a lixiviación por digestión en medio ácido, los valores de línea base se encuentran por debajo de los valores promedio que presentan los sedimentos de otras cuencas fluviales del país contaminadas. No obstante algunos valores anómalos de Pb en las muestras de sedimentos inactivos cercanas a las poblaciones de Tucupita y la Horqueta parecen estar asociados con actividad antrópica.

Gran parte de los metales pesados están asociados con la fracción arcillosa de los sedimentos finos, y muestran un enriquecimiento con los oxi-hidróxidos de hierro, carbonato biogénico, las arcillas y la materia orgánica. Esto se puede apreciar por las altas correlaciones positivas que presentan estos con la proporción de arcilla, aluminio, hierro y la materia orgánica. Esto indica que la remoción de estos elementos pesados que se encuentran en solución ocurre, en la mayor parte de los casos, por procesos de sorción sobre las partículas finas recubiertas con estos oxi-hidróxidos, los propios oxi-hidróxidos y también por formación de complejos con la fracción orgánica. Uno de estos casos es la asociación V con Fe y V con Cr, tanto en los sedimentos activos como en los inactivos.

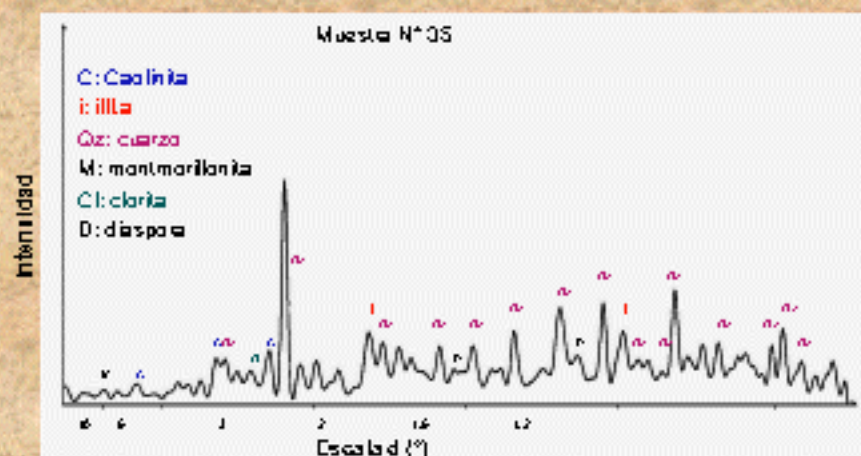
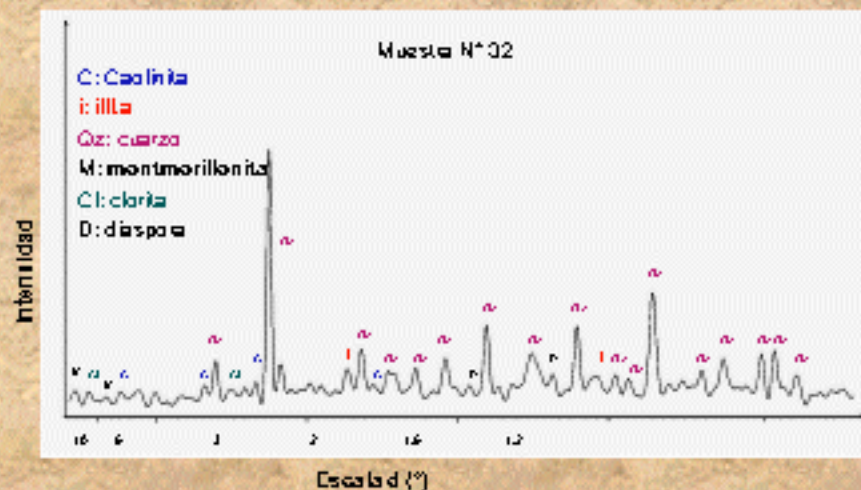
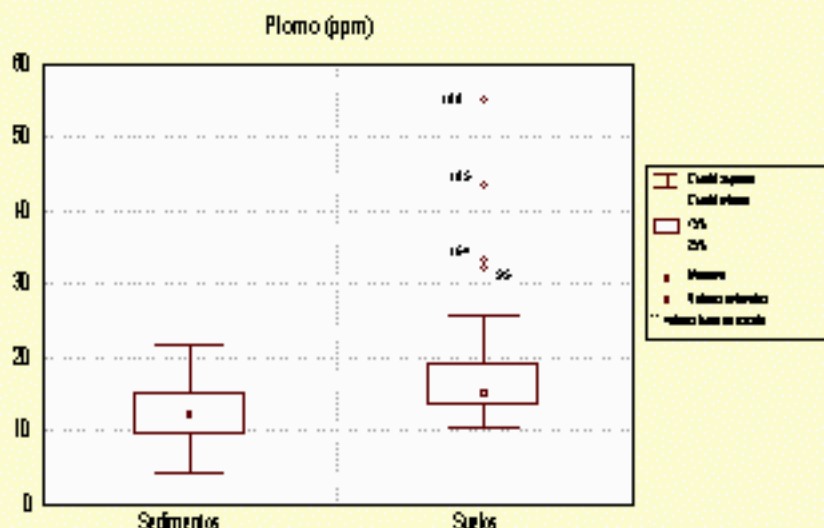


Figura 4. Difractogramas de Rayos X de muestras de núcleo de sedimentos Inactivos del Delta Superior.

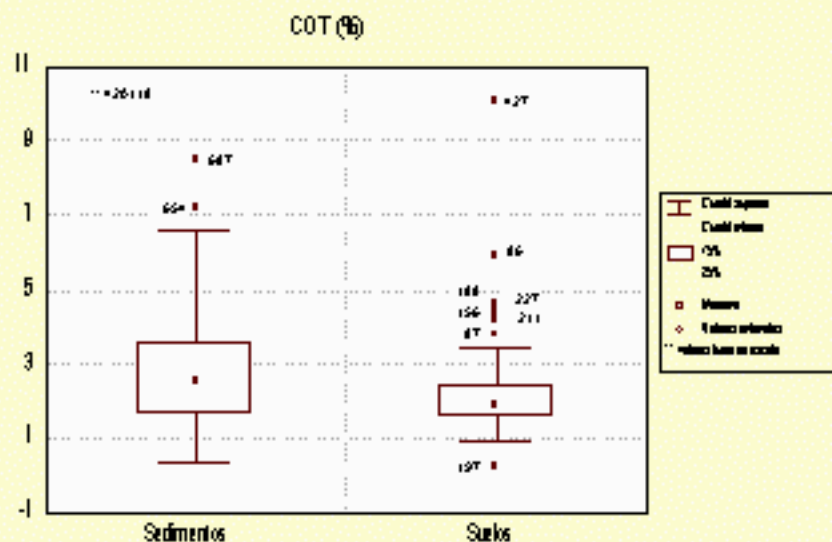
ELEMENTO	Delta del Orinoco	Cuenca del Orinoco	Cuenca del río Tuy
HIERRO	3,1	4,8	3,9
ALUMINIO	1,3	11,9	---
MAGNESIO	3000	5670	---
CALCIO	1115	6000	---
MANGANESO	390	465	501
FOSFORO	405	---	---
BARIO	142	574	---
CINC	84	183	182
TITANIO	68	5100	---
VANADIO	31	156	---
CROMO	25	93	130
NIQUEL	20	60	71
PLOMO	14	39	66
COBRE	14	34	73
COT	2,6	---	1,5
BERILIO	0,89	4	---
CADMIO	0,66	---	---
S	0,40	---	---

Figura 5. Valores de concentración promedio o de línea base de los elementos estudiados en las muestras de sedimentos del Delta del Orinoco.



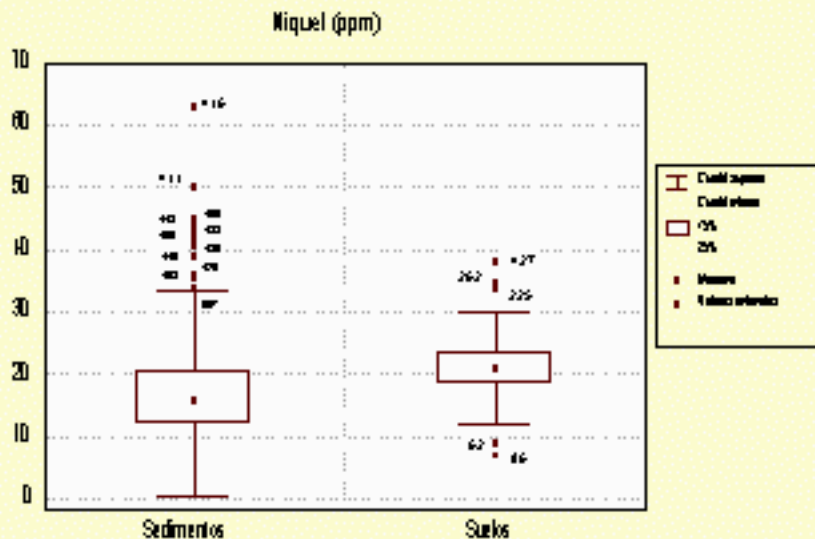
© C. Yanes, J. Méndez, J. F. Delgado y F. Morales, 2000

Figura 6. Concentración de Plomo (ppm) en las muestras de sedimentos y suelos



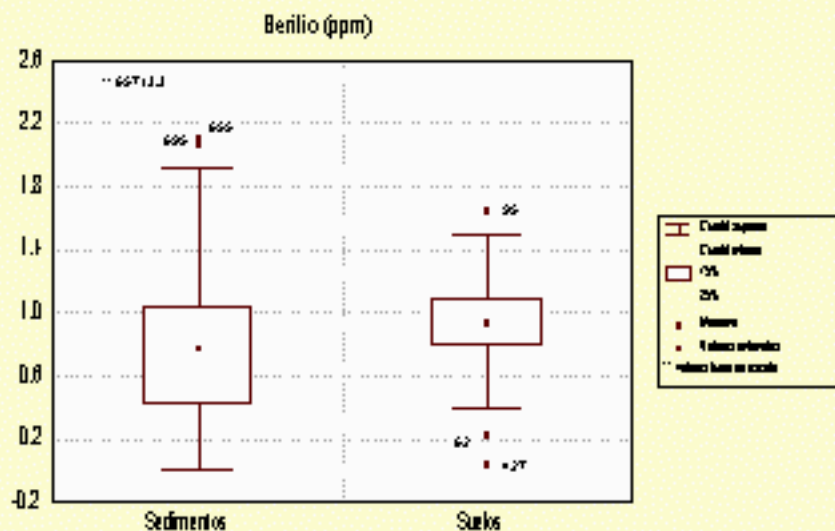
© C. Yanes, J. Méndez, J. F. Delgado y F. Morales, 2000

Figura 7. Concentración de Carbono Orgánico total (%) en las muestras de sedimentos y suelos



© C. Yanes, J. Méndez, J. F. Delgado y F. Morales, 2000

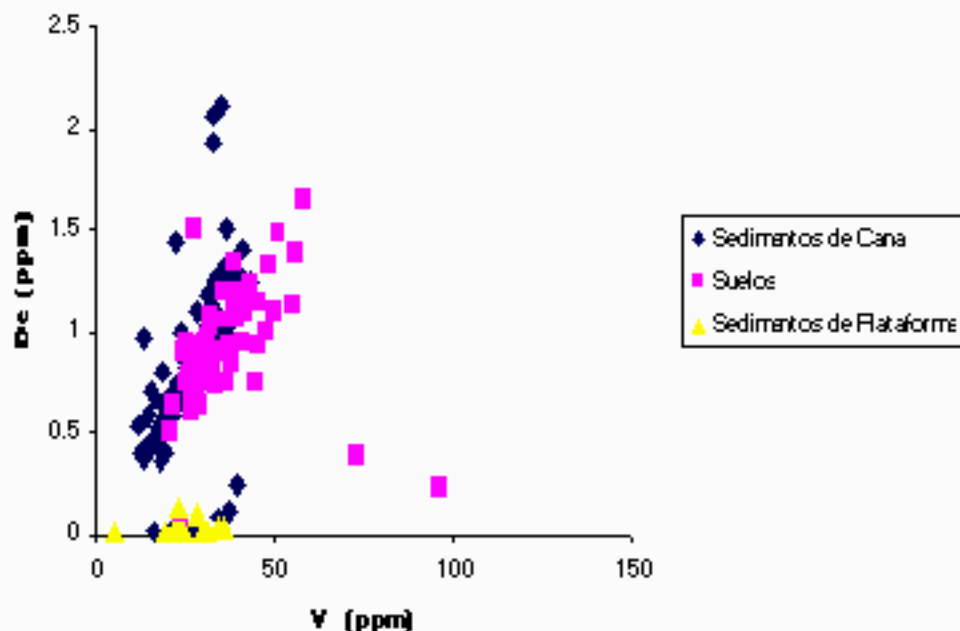
Figura 8. Concentración de Níquel (ppm) en las muestras de sedimentos y suelos



© C. Yanes, J. Méndez, J. F. Delgado y F. Morales, 2000

Figura 9. Concentración de Berilio (ppm) en las muestras de sedimentos y suelos

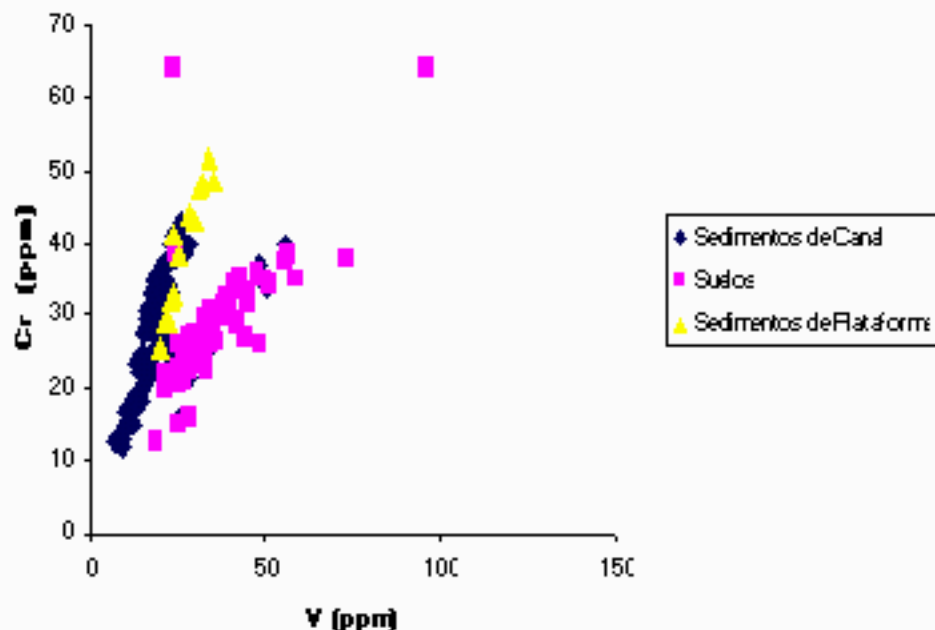
Relación V-Be



© C. Yanes, J. Méndez, J. F. Delgado y F. Morales, 2000

Figura 10. Relación entre la concentración de V (ppm) y Be (ppm) en las muestras de suelo y sedimentos.

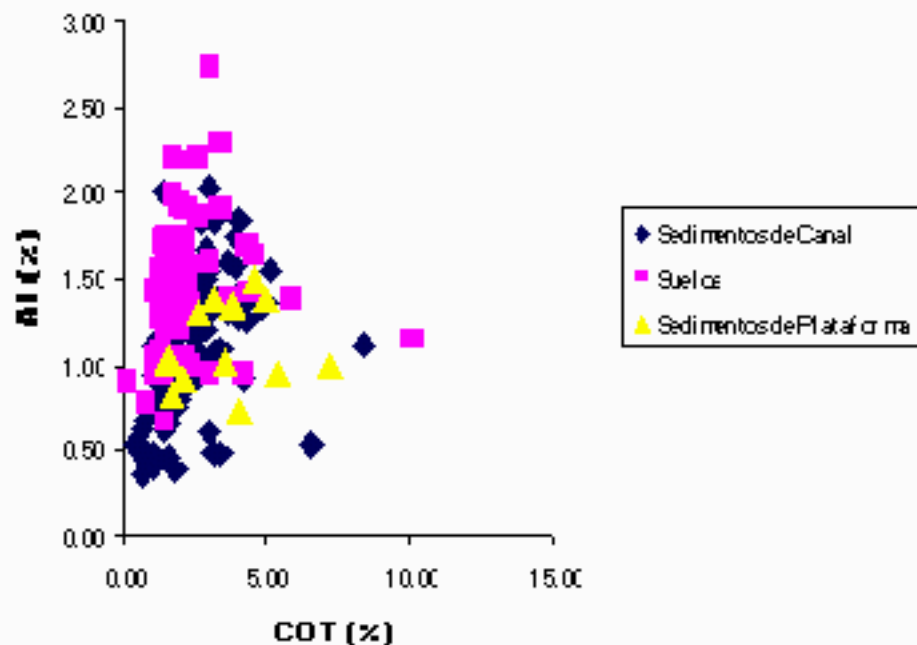
Relación V-Cr



© C. Yanes, J. Méndez, J. F. Delgado y F. Morales, 2000

Figura 11. Relación entre la concentración de V (ppm) y Cr (ppm) en las muestras de suelo y sedimentos.

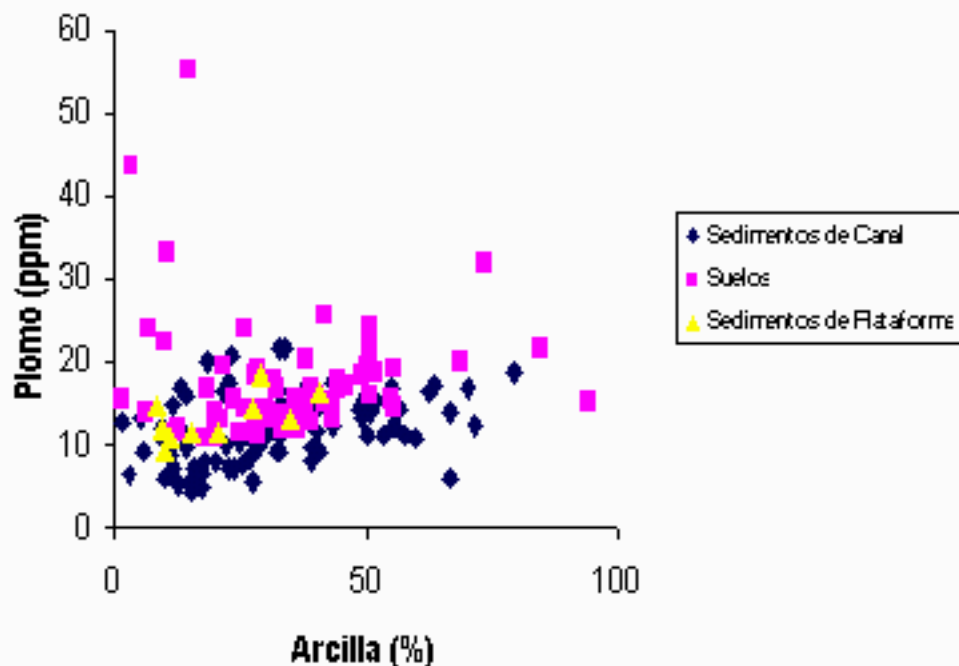
Relación COT-AI



© C. Yanes, J. Méndez, J. F. Delgado y F. Morales, 2000

Figura 12. Relación entre la concentración de COT (%) y Al (%) en las muestras de suelo y sedimentos.

Relación Arcilla-Pb



© C. Yanes, J. Méndez, J. F. Delgado y F. Morales, 2000

Figura 13. Relación entre la concentración de Arcilla (%) y Pb (ppm) en las muestras de suelo y sedimentos.